



T. 1404

MINISTERIO DE EDUCACION Y CULTURA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

SELECCION MASAL POR TAMAÑO DE GRANO EN
ONCE CRUZAMIENTOS DE TRIGO (Triticum aestivum L.)

Por

Tabaré Eduardo Abadie De León

TESIS presentada como uno de los
requisitos para obtener el título
de Ingeniero Agrónomo,
(Orientación Agrícola-Ganadera).

Montevideo

URUGUAY

1981

TESIS aprobada por:

Director: ING. AGU. DOMINGO W. ZI

Nombre completo y firma

ING. AGU. JUAN C. TILLET

Nombre completo y firma

ING. AGU. SERGIO J. MORA

Nombre completo y firma

Fecha: _____

Autor: TABARE EDUARDO ABADIE DE LEÓN 

Nombre completo y firma

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", por haber permitido la realización de este trabajo.

Al Director de la presente Tesis, Ing.Agr. Domingo V.Luizzi, por la orientación y apoyo durante su elaboración.

Al Ing.Agr. Cayo M.Favella, por los importantes aportes hechos durante la realización del mismo.

Al Técnico Rural Nelson Cabrera, por su apoyo en las primeras etapas de ejecución del trabajo.

Al Técnico Rural Wilfredo Ibañez, por el asesoramiento en los aspectos estadísticos.

A los Ings.Agrs. Juan C.Millot y Alfredo F.Mandl, por las valiosas correcciones hechas a los manuscritos originales.

A los Técnicos y Personal, en general, de los Proyectos Cultivos, Protección Vegetal, Laboratorio Tecnológico y Biblioteca de la Estación Experimental La Estanzuela, que en diversas formas colaboraron en la realización de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Página de Aprobación	ii
Agradecimientos	iii
Tabla de Contenido	iv
Lista de Cuadros y Figuras	vi
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	2
1. Aspectos Generales	2
2. Desarrollo de la Planta	3
a) Desarrollo inicial	3
b) Macollamiento y Altura	4
c) Desarrollo reproductivo	5
3. Enfermedades	6
4. Calidad	7
a) Peso hectolítrico	7
b) Proteína	8
5. Selección Masal	10
a) Generalidades	10
b) Cruzamientos con selección masal	12
c) Comparación con otros métodos de mejoramiento ...	13
6. Mejoramiento por Tamaño y Peso de Grano	15
a) Herencia	15
b) Respuesta a la selección	16

	Pág.
III. MATERIALES Y METODOS	20
1. Generalidades	20
2. Ensayo I	24
3. Ensayo II	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	28
1. Efecto de la Selección Masal por Tamaño de Grano ...	28
a) Peso de 1.000 granos	28
b) Rendimiento en grano	34
c) Peso Hectolítrico	42
d) Porcentaje de proteína	45
e) Contenido de proteína	48
f) Ciclo a la floración	51
f-1) Ensayo I	51
f-2) Ensayo II	53
2. Efecto de la Selección Natural en la Estructura de - las Poblaciones. Estudio de Frecuencia del Caracter Ciclo a la Floración en las Poblaciones sin Selec- ción	60
V. CONCLUSIONES	66
VI. RESUMEN	68
SUMMARY	69
VII. LITERATURA CITADA	70
VIII. APENDICE	83

LISTA DE CUADROS

Y FIGURAS

Cuadro		Pág.
1	Cruzamientos y comportamiento de los padres para la característica largo de ciclo a la floración	21
2	Genealogía de los padres de los cruzamientos	21
3	Esquema desarrollado de los tratamientos del <u>experi</u> mento	23
4	Esquema del análisis de varianza desarrollado en el experimento	25
5	Comparación del peso de 1.000 granos (g) promedio - de las poblaciones provenientes de once cruzamientos de trigo, por medio de la prueba Duncan	29
6	Comparación del peso de 1.000 granos (g) promedio - para los tratamientos de tamaño de grano, por medio de la prueba Duncan	30
7	Comparación del peso de 1.000 granos (g) promedio - para los tratamientos de tamaño de grano en cada - una de las generaciones (F_3 y F_4), por medio de la prueba Duncan	30
8	Peso de 1.000 granos (g) de los cultivares padres - de los cruzamientos según varias fuentes	32
9	Comparación del rendimiento en grano (kg/ha) promedio de las poblaciones provenientes de once cruza- mientos de trigo por medio de la prueba Duncan	35
10	Grupos de medias de rendimiento y genealogía de los cruzamientos	36
11	Comparación del rendimiento en grano (kg/ha) prome- dio para los tratamientos de tamaño de grano por me- dio de la prueba Duncan	37

Cuadro		Pág.
12	Comparación del rendimiento en grano (kg/ha) promedio para los tratamientos de tamaño de grano, en cada una de las generaciones (F_3 y F_4) por medio de la prueba Duncan	38
13	Variación relativa del peso de 1.000 granos y rendimiento en grano de los tratamientos seleccionados - por grano chico con respecto al testigo en cada ciclo de selección	40
14	Coefficientes de correlación calculados entre peso - de 1.000 granos y rendimiento, para cada uno de los once cruzamientos	40
15	Comparación del peso hectolítrico (kg/hl) promedio de las poblaciones provenientes de once cruzamientos de trigo por medio de la prueba Duncan	42
16	Comparación del peso hectolítrico (kg/hl) promedio para los tratamientos de tamaño de grano, por medio de la prueba Duncan	43
17	Comparación del peso hectolítrico (kg/hl) promedio para los tratamientos de tamaño de grano en cada una de las generaciones (F_3 y F_4), por medio de la prueba Duncan	43
18	Comparación del porcentaje de proteína (base 12% de humedad) promedio de las poblaciones provenientes - de once cruzamientos de trigo, por medio de la prueba Duncan	45
19	Comparación del porcentaje de proteína (base 12% de humedad) para los tratamientos de tamaño de grano - en cada una de las generaciones (F_3 y F_4) por medio de la prueba Duncan	46

Cuadro		Pág.
20	Comparación del porcentaje de proteína (base 12% de humedad) para los tratamientos de tamaño de grano en cada una de las generaciones (F_3 y F_4) por medio de la prueba Duncan	47
21	Comparación del contenido de proteína (gr/1.000 granos) de las poblaciones provenientes de once cruzamientos de trigo por medio de la prueba Duncan	49
22	Comparación del contenido de proteína (gr/1.000 granos) promedio para los tratamientos de tamaño de grano, por medio de la prueba Duncan	50
23	Comparación del contenido de proteína (gr/1.000 granos) promedio para los tratamientos de tamaño de grano, en cada una de las generaciones (F_3 y F_4) por medio de la prueba Duncan	51
24	Ciclo en días desde la emergencia hasta 50% de <u>es</u> pigazón, de poblaciones provenientes de once cruzamientos de trigo	52
25	Ciclo en días desde la emergencia hasta 50% de <u>es</u> pigazón, de los tratamientos de tamaño de grano, en cada una de las generaciones (F_3 y F_4)	52
26	Comparación de medias para largo de ciclo a la floración en días para los tratamientos de tamaño de grano, por medio de la prueba Duncan	54
27	Comparación de medias para largo de ciclo a la floración en días para los tratamientos de tamaño de grano, en cada una de las generaciones (F_3 y F_4) por medio de la prueba Duncan	54
28	Valores Zr (Prueba "Up and Down" de aleatoriedad de distribuciones) de la comparación de las distribuciones de cada tratamiento de tamaño de grano en las dos generaciones	55

Cuadro		Pág.
29	Valores Zr (Prueba "Up and Down" de aleatoriedad de distribuciones) de la comparación de las distribuciones de los tratamientos con el testigo en las dos generaciones	56
30	Medias y varianzas para largo de ciclo a la floración en días de las progenies de diez cruza- mientos de trigo	60
31	Valores Zr (Prueba "Up and Down" de aleatoriedad de distribuciones) de la comparación de distribu- ciones para dos generaciones (F_3 y F_4) en diez - cruzamientos de trigo	61
32	Ajuste a una distribución monogénica esperada pa- ra el carácter largo de ciclo a la floración, me- diante la prueba CHI Cuadrado (X^2) en las genera- ciones F_3 y F_4 de siete cruza <u>m</u> ientos de trigo ...	63
33	Segregación y prueba CHI Cuadrado (X^2) para largo de ciclo de las generaciones F_3 y F_4 de siete cru- zamientos de trigo	64
 Figura		
1	Frecuencias acumuladas para el carácter ciclo a la floración en días de poblaciones F_3 , testigo y con un ciclo de selección por tamaño de grano ...	57
2	Frecuencias acumuladas para el carácter ciclo a la floración en días de las poblaciones F_4 , testi- go y con un ciclo de selección por tamaño de gra- no	58

I. INTRODUCCION

Es una preocupación constante de los mejoradores la adecuada elección de la metodología de manejo de las poblaciones segregantes. Desde el comienzo, el Programa de Mejoramiento de Trigo de la Estación Experimental La Estanzuela, ha utilizado el método genealógico, el que fue sufriendo algunas modificaciones con el correr de los años.

A pesar de ello, esta metodología plantea al Programa importantes exigencias de infraestructura y tiempo, lo cual muchas veces atenta contra la eficiencia del trabajo realizado. Alternativamente, existen otras metodologías de mejoramiento que, como el método masal, parecen ser sencillas y económicas.

En el país, una de las limitaciones agronómicas más importantes para la obtención de rendimientos altos y estables, es el problema sanitario. Las enfermedades a hongos, por el momento en que atacan al cultivo en nuestras condiciones, afectan fundamentalmente a los componentes del rendimiento de desarrollo más tardío: número de granos por espiga y peso de 1000 granos.

Teniendo en cuenta las limitaciones de infraestructura que tiene el país para desarrollar el método genealógico y la importancia del problema sanitario, se comenzó en la EELE a estudiar la posibilidad del uso del método masal modificado por tamaño de grano, como una alternativa o complemento interesante, en el manejo de las poblaciones segregantes.

Los objetivos de este ensayo son determinar los efectos de esta metodología sobre la producción de grano y características asociadas, así como también estimar las consecuencias de la acción de la selección natural en la estructura fenotípica de las poblaciones.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

1. Aspectos Generales

El aumento del rendimiento en grano de los cereales ha sido y es uno de los objetivos más importantes para los mejoradores.

Espigas por unidad de superficie, granos por espiga y peso de grano, componentes básicos del rendimiento, presentan una marcada interdependencia en su desarrollo. Grafius (1956), representó la estructura del rendimiento como un polígono cuyos ejes son los componentes del rendimiento, y el volumen, el rendimiento en sí. Este esquema ha dado base para proponer que la selección por uno o dos componentes podría ser más efectiva que la selección directa por rendimiento (Grafius y Weibe, 1959).

El peso de grano, usualmente expresado como peso de 1.000 granos, es función del tamaño de grano y la densidad. Ya en el año 1920, Boyles (citado por Markgraff, 1970) indicaba la alta correlación existente entre peso de 1.000 granos y tamaño de grano. De igual forma Zeleny (1971) destaca la importancia de la relación entre tamaño y peso del grano.

Aparentemente, estos caracteres se relacionan fisiológicamente, ya que según Brocklehurst (1977) el número de células del endosperma formadas a nivel meristemático y la tasa de llenado del grano, serían los determinantes tanto del peso, como del tamaño del grano.

Tamaño de grano es, entonces, una característica importante a tener en cuenta en un programa de mejoramiento por su relación directa con el rendimiento a través de peso del grano, y por lo sencillo que resulta de manejar por métodos mecánicos.

2. Desarrollo de la Planta

El peso de grano no sólo afecta directamente como componente del rendimiento, sino que tiene una marcada influencia en todo el ciclo de desarrollo del cultivo desde la emergencia al llenado del grano.

a) Desarrollo inicial

Es un hecho demostrado, para cereales y cultivos de semilla fina, que el tamaño de grano afecta el vigor y desarrollo inicial de las plántulas (Kaufman y Guitard, 1967; Abdulahi y Vanderlip, 1972; Evans, 1973; Arnot, 1969).

En cebada se encontró que la tasa de crecimiento de las plántulas y el tamaño de las dos primeras hojas, era mayor para las plantas provenientes de semillas de tamaño grande (Kaufman y Guitard, 1967). Reis et al. (1976), trabajando también con plántulas de cebada, reportan una correlación positiva y significativa entre tamaño de grano y tasa de desarrollo al estado de plántula.

Arnot (1969) afirma que el desarrollo de las plántulas hasta que las primeras hojas empiezan a fotosintetizar, está íntimamente relacionado con el tamaño de la semilla. Bremner et al. (1963) encontraron en trigo, que el contenido del endosperma disponible para la plántula era más importante que el tamaño del embrión en determinar el crecimiento de la plántula. Esto concuerda con los trabajos de Evans y Bhatt (1977) que encontraron que el tamaño y la proteína del grano explicaban el 53% de la variación del vigor de las plántulas de trigo, ya que es en el endosperma, y no en el embrión, donde se encuentra la mayor parte de la proteína del grano (Majel et al., 1971; Inglett, 1974).

La raíz también es afectada en los estadios tempranos de crecimiento por el tamaño del grano. Se encontró en trigo y cebada, que las raíces eran más desarrolladas cuando provenían de semillas mayores (Beletskii y Kovalev, 1969).

La tasa de alargamiento de la raíz, puede ser importante en el desarrollo inicial de la planta, ya que en ese momento la penetración es a través de las capas del suelo más susceptibles a secarse. En consecuencia, las plantas provenientes de semillas de mayor peso pueden tener ventajas competitivas sobre nutrientes y agua (Asher y Ozanne, 1966; Evans, 1973).

Las plántulas más vigorosas son menos susceptibles al ataque de microorganismos del suelo y pueden soportar mejor un stress hídrico, por lo tanto, en general, determinan una mejor implantación.

Kaufman y Mc Fadden (1963) y Carver (1977), encontraron que para los cereales, en general, es fundamental tener en cuenta el factor tamaño de grano, en los ensayos de evaluación de variedades, debido a su fuerte influencia sobre la implantación y desarrollo posterior de las parcelas.

b) Macollamiento y altura

Para las gramíneas en general, el tamaño del grano es muy importante en determinar la capacidad de macollamiento de las plántulas. Arnot (1969) y Evans (1973), trabajando con varias gramíneas, reportaron que no sólo las semillas mayores producen más macollos, sino que además éstos son más vigorosos. Situaciones muy similares se han constatado en trigo (Bhatt y Derera, 1973; Reisenauer y Morrison, 1976).

También con la altura se encuentra asociado el tamaño de grano. Las correlaciones fenotípicas y genotípicas reportadas para estas características fueron positivas y significativas (Bhatt, 1972; Bhatt y Derera, 1973; Grignac, 1978). Esta asociación puede explicarse por el desarrollo de un área fotosintetizante mayor, y por lo tanto una mayor fuente de metabolitos para la inflorescencia en desarrollo y luego para el llenado del grano (Bhatt, 1972). A pesar de esto, la correlación de la altura con el rendimiento es baja (Patterson y Fonseca, 1968; Bhatt, 1972).

c) Desarrollo reproductivo

Hace algunos años, se pensaba que el período de llenado del grano era el determinante fundamental del rendimiento, pero últimamente se ha acumulado información sobre la importancia del período anterior a la floración, sobre todo el período entre iniciación y antesis, como responsable del desarrollo de la inflorescencia en términos de tamaño y número de granos por espiga (Evans y Wardlaw, 1976; Brocklehurst, 1977).

El tamaño de grano al determinar plantas más vigorosas, con mayor área fotosintetizante, determina un suministro de metabolitos mayor, tanto antes como después de la floración.

La asociación negativa entre tamaño de grano y largo del ciclo hasta la floración, parece estar determinada por una relación positiva entre el período de llenado con el tamaño final del grano (Bhatt, 1972). Si bien últimamente se ha comprobado que el responsable sería más que nada la tasa de llenado (Nass y Reisser, 1975; Brocklehurst, 1977). Correlaciones fenotípicas y genotípicas negativas altas y significativas entre tamaño de grano y largo de ciclo, fueron encontradas por Bhatt (1972) y Patterson y Fonseca (1968).

3. Enfermedades

El efecto de las enfermedades en disminuir el rendimiento, sobre todo a través del achuzamiento y pérdida de peso de los granos, es muy conocido en los cereales.

Germán (1981) trabajando con aplicaciones de fungicidas, encontró que los materiales no tratados tenían un menor rendimiento y esto era determinado sobre todo por una disminución en el peso de 1.000 granos.

Uno de los efectos de las enfermedades es a través de una disminución del área foliar en períodos cercanos a la floración. En este sentido, Bremner (1972), trabajando con defoliaciones en plantas de trigo dos semanas después de la antesis, encontró que determinaban importantes disminuciones en el contenido de materia seca del grano.

Efectivamente, para Mancha de la Hoja (producida por Septoria tritici) Manzini et al. (1970) y Díaz (1976), encontraron que la disminución del rendimiento era debida, sobre todo, a la disminución del peso de 1.000 granos. Estos efectos de la Mancha de la Hoja son confirmados por Eyal (1972), que afirma que pulverizaciones en las zonas responsables de llenado determinaron un aumento de 17,3% en el rendimiento y 15,7% en peso de 1.000 granos. También Eyal y Ziv (1974) y Díaz (1976), encontraron que la severidad del ataque de la enfermedad se correlacionaba con la disminución del peso de 1.000 granos.

Roya de la Hoja (producida por Puccinia recondita) actúa de manera similar. Mishra et al. (1970), inoculando plantas de variedades susceptibles y resistentes, encontró reducciones en el peso y volumen del grano y en el rendimiento en comparación con los controles. Rees et al. (1979), también repor

tan que el efecto de esta enfermedad es a través de una disminución en el peso de 1.000 granos.

El efecto de la Roya del Tallo (producida por Puccinia graminis tritici) sobre el rendimiento, es también básicamente sobre el peso del grano. Greaney et al. (1941) observaron que en un año en que sólo hubo ataque de Roya del Tallo, ésta era responsable de la disminución del peso del grano en un 65%.

Markgraf (1970) trabajó con infección artificial de golpe blanco (producido por Fusarium graminearum) encontrando un importante efecto de la enfermedad sobre el tamaño y peso del grano, aunque el efecto principal es sobre el número de granos por espiga.

Un método que elimine los granos chuzos puede estar disminuyendo las descendencias de los genotipos más afectados por las enfermedades. En este sentido, el método masal por tamaño de grano aplicado por Grignac et al. (1978), determinó una disminución de la susceptibilidad a las enfermedades en las poblaciones.

4. Calidad

La calidad molinera y panadera son unas características que se relacionan poco con el peso del grano. Knott y Talukdar (1971) reportan que el aumento de peso de grano no afectó la calidad de los materiales con que trabajaban.

a) Peso hectolítrico

Tradicionalmente se ha considerado que el peso hectolítrico es una estimación de la calidad molinera del grano de trigo, ya que dentro de ciertos límites está asociado al rendimiento en harina. Sin embargo, en los últimos

años se ha comprobado que no puede ser considerado un índice seguro del mismo (Zeleny, 1971; Pushman y Bigham, 1979). A pesar de esto, es una medida que por su sencillez y practicidad, sigue siendo usada en la comercialización del grano.

El peso hectolítrico es dependiente de la forma y la densidad del grano, y no tanto del tamaño o del peso del mismo (Yamazaki y Briggie, 1969).

Bhatt y Derera (1973) encontraron que el aumento del tamaño/peso del grano en las poblaciones con que trabajaron, no afectaba el peso hectolítrico. Tampoco Pushman y Bigham (1979) encontraron relación entre peso de grano y peso hectolítrico.

b) Proteína

El pan y los otros productos finales del trigo, necesitan para su preparación harinas con un cierto contenido de proteína. Los aumentos en los rendimientos, en general, han afectado la calidad de las harinas, sobre todo en su componente proteico, lo que ha hecho intensificar mucho la investigación sobre la relación del porcentaje de proteína y sus componentes.

Ha sido generalmente aceptado que el rendimiento en grano de los cereales y el porcentaje de proteína tienen una correlación negativa, que aunque curvilínea, presenta una regresión lineal de 0,34 (Metzger, 1935; citado por Manghers y Favret, 1969). Dicha relación ha sido especialmente atribuida al tamaño del grano. Esto ha sido confirmado por correlaciones negativas y significativas entre tamaño de grano y porcentaje de proteína, encontradas por varios autores para cebada y trigo (Manghers, 1969; Grignac et al., 1978).

Aparentemente la razón sería que una disminución en la deposición de almidón, debida en general a factores ambientales, estaría asociada a un aumento en la proporción del componente proteico del grano (Evans y Wardlaw, 1976). Esta situación, si bien es común, puede verse muy afectada por la disponibilidad de N durante el período de crecimiento. Así Yenings y Norton (1963, citado por Evans y Wardlaw, 1976) encontraron que en buenas condiciones de absorción de N durante el llenado del grano, puede darse un aumento lineal de la deposición de proteína y almidón, sin verse afectada la relación.

Desde el punto de vista genético, se ha determinado que el porcentaje de proteína es un carácter complejo de baja h^2 (Favret et al., 1978) resultante de varios factores o subcaracteres entre los que se distinguen: a) peso del grano; b) capacidad productiva de proteína por semilla (Nanghers, 1969).

Por otro lado, la correlación fenotípica entre contenido de proteína y tamaño de grano resulta positiva, como ha sido ampliamente demostrado por Gadheri et al. (1971), Bhatt y Derera (1973), Gubanova (1978), Jain (1977) y Favret et al. (1978).

Una primera explicación parece ser que en la espiga los granos mejor desarrollados, o sea, los de las florcillas basales de las 10 primeras espiguillas, tienen una mayor deposición de proteína que los otros granos, que son más pequeños y de desarrollo tardío (Gadheri et al., 1971; Bremner, 1972; Ries et al., 1976).

A pesar de ello, la relación parece tener otras explicaciones. Favret et al. (1978), observaron para trigo que la cantidad de proteína sintetizada durante el llenado del grano, expresada en valores absolutos, estuvo me-

nos afectada por las fluctuaciones ambientales que el porcentaje de N. Estos autores han recomendado el uso de la correlación positiva entre el tamaño de grano y contenido de proteína del grano, para la selección indirecta de individuos con alto contenido de proteína, como hicieron ellos exitosamente con la variedad Magnif 41.

En el mismo sentido Bhatt y Derera (1973), encontraron al seleccionar por tamaño de grano de trigo, una correlación positiva entre tamaño y porcentaje de proteína del grano, en una de las tres poblaciones con que trabajaron. Por otro lado, Grignac et al. (1978), observaron un efecto negativo de la selección masal por tamaño de grano en el porcentaje de proteínas de las poblaciones, lo que atribuyen a la correlación negativa entre tamaño y porcentaje de proteína, pero no hablan del contenido de proteína.

5. Selección Masal

a) Generalidades

La acción de las presiones naturales y artificiales sobre las frecuencias génicas de las poblaciones, es el arma fundamental del método masal.

Muchos son los autores que destacan la importancia de la selección natural en modificar la composición de las poblaciones heterogéneas. La supervivencia y propagación de diversos genotipos bajo condiciones de competencia está relacionada con la eficiencia reproductiva y puede no estar tan relacionada con el comportamiento en el cultivo (Busch y Luizzi, 1979).

Harlan y Martini (1938, citados por Briggs y Knowles, 1977), estudian en varias localidades el efecto de la selección natural en mezclas de cul-

tivares de cebada, observaron que las variedades más adaptadas a cada localidad compitieron mejor y predominaron en las mezclas, con el correr de los años. Khalifa y Qualset (1974), observaron una fuerte tendencia a disminuir la productividad en una población mezcla de trigos altos y semienanos, cultivados en California. Yennings y Aquino (1978) informaron que los tipos enanos de arroz estaban en condiciones de desventaja para competir con los tipos altos (citados por Busch y Luizzi, 1979).

Por otro lado, Rasmusson et al. (1967) estudiaron poblaciones compuestas de cebada y concluyeron que la selección natural había sido una gran ayuda para el mejoramiento de la productividad de las poblaciones. Khalifa y Qualset (1975) estudiando la descendencia de un cruzamiento entre un trigo semi-enano y uno alto observaron que la productividad de las poblaciones aumenta en las sucesivas generaciones, al revés que cuando trabajaban con mezclas.

También Busch y Luizzi (1979), trabajando con poblaciones heterogéneas para altura y ciclo, encontraron que los efectos principales que actuaban en las poblaciones eran los de la segregación génica, siendo los de competencia intergenotípica secundarios.

De igual manera que la selección natural afecta la composición de las poblaciones, la selección por métodos artificiales puede ser una forma efectiva para incrementar o disminuir la frecuencia génica de un carácter particular en una población heterogénea.

La selección artificial puede ser visual, cuando se retienen plantas, inflorescencias o semillas por estimación del mejorador, o mecánica cuando sólo las semillas que quedan en la parte superior de una zaranda son retenidas.

De todas formas, el procedimiento usado en la selección debe ser objetivo, y en lo posible actuar sobre características de medición sencilla y segura (Atkins, 1953).

b) Cruzamientos con selección masal

Las sucesivas generaciones resultantes de un cruzamiento pueden ser conducidas siguiendo distintos procedimientos o métodos de mejoramiento. El método masal consiste en avanzar la descendencia de un cruzamiento hasta obtener una población formada por genotipos diferentes más o menos homocigotas. Dependiendo del grado de homocigosis buscado, este método transcurre hasta las generaciones F_5 - F_{10} . En este momento el fitotecnista puede hacer selección por plantas individuales y proseguir luego con distintos métodos de mejoramiento, o bien seguir cultivando la población hasta alcanzar la suficiente homogeneidad como para, eventualmente, ser considerada un nuevo cultivar.

Durante el transcurso de las generaciones segregantes el fenómeno de la selección natural aumenta constantemente la proporción de plantas adaptadas. Este efecto se vuelve más importante con el transcurso de las generaciones (J.B.Harrington, 1954; Hayes, Immer y Smith, 1956; Allard, 1967; Briggs y Knowles, 1977). Desde luego, no hay necesidad de confiar exclusivamente en la selección natural, ya que se puede practicar selección artificial en cualquier momento durante el período de multiplicación masal.

Al parecer fue Nilsson-Ehle, en 1908 (citado por Allard, 1967) el primero en usar este método de mejoramiento. Lo adoptó porque vio las ventajas que ofrecía el trabajar con las generaciones segregantes de un cruzamiento hecho para combinar la resistencia al frío de la variedad de trigo "Square head" con la alta productividad de la variedad "Stand-up". Cultivó la generación F_1

y subsiguientes en forma masal, antes de hacer selección por plantas individuales y ayudó a la selección natural eliminando plantas que habían sufrido durante el invierno, pero que a pesar de ello, se habían reproducido en cierta proporción.

Newman (1912, citado por Briggs y Knowles, 1977) establece que este método permitió a N.Ehle: 1) manejar poblaciones grandes en cada generación, aumentando así la probabilidad de ocurrencia de combinaciones diferentes de genes; 2) utilizar presión artificial de selección eliminando de las poblaciones los individuos que fueron afectados por las bajas temperaturas; 3) manejarse con muchos cruzamientos, ya que al no ser necesario llevar datos genealógicos, el trabajo que requería cada uno no era demasiado; 4) asegurarse una proporción muy grande de homocigosis cuando fuera a seleccionar por plantas individuales.

Romero y Frey (1966) establecieron que el éxito de la selección masal por una característica está directamente relacionado con la h^2 de la característica. Briggs and Knowles (1977) recomiendan el uso del método masal sobre características de alta h^2 . Por otro lado, Gardner (1961) había determinado que la selección masal era efectiva para características gobernadas por genes de acción aditiva. A pesar de todo esto, Redden y Jensen (1974), trabajando con poblaciones segregantes de trigo y cebada, encontraron que la selección masal puede ser efectiva también actuando sobre características de baja h^2 .

c) Comparación con otros métodos de mejoramiento

Tanto el método masal como el genealógico, son tradicionales en el mejoramiento de cultivos autógamos. Entre ellos se han producido interesantes combinaciones, como el método genealógico masal (Harrington 1937, citado

por Briggs y Knowles, 1977) y el método masal modificado (Harrington, 1954). También con el correr del tiempo han sido introducidos nuevos métodos de mejoramiento como el método de la descendencia de un solo grano y la prueba temprana de rendimiento.

Desde muy temprano, los distintos métodos han tenido grandes defensores, con opiniones basadas en conocimientos amplios del tema. A pesar de esto, la experiencia sobre el tema es escasa y a veces contradictoria.

Briggs y Knowles (1977) afirman que el método masal supera al genealógico cuando es necesario manejar mucho material segregante y cuando la selección natural o artificial puede eliminar proporciones importantes de plantas indeseables.

Copp (1957, citado por Briggs y Knowles, 1977) en base a 26 años de trabajo en Nueva Zelandia, donde se comparaban los dos métodos, concluyó que el método genealógico es superior sólo cuando las enfermedades no son un factor limitante en trigo.

También en comparaciones hechas con el método de la descendencia de un solo grano, se observó para poblaciones de trigo, que el método masal, por su sencillez, es preferible en todos los casos en que los efectos de la competencia no sean grandes (Tee y Qualset, 1975).

Más recientemente Grignac et al. (1978), compararon el método genealógico, el masal y el de la descendencia de un solo grano, en las progenies de los mismos cruzamientos y bajo las mismas condiciones ambientales. Al final de la selección en las generaciones F_8 y F_9 , la producción era similar para las líneas obtenidas por cualquiera de los tres métodos. El contenido

de proteína de las líneas obtenidas por el método masal era ligeramente inferior al de las líneas obtenidas por los otros métodos, y la resistencia a las enfermedades un poco mayor.

En general, todos los autores coinciden en afirmar que el método masal es sencillo, práctico y económico para manejar las poblaciones segregantes. Estas características hacen pensar que pueda adaptarse bien a nuestras condiciones.

6. Mejoramiento por Tamaño y Peso de Grano

a) Herencia

Siguiendo el esquema de Grafius y Weibe (1959) se ha vuelto obvia la importancia del estudio del comportamiento genético de los componentes del rendimiento. Peso de grano, como componente del rendimiento, ha sido una de las características que más atención ha llamado a los investigadores.

Gandhi et al. (1964, citado por Smith, 1967) estudió la variabilidad genética de las características asociadas al rendimiento en 20 variedades de trigos hindúes, encontrando una varianza genética de valores intermedios para peso de grano.

Paroda y Joshi (1970), Bhatt (1972) y Sun et al. (1972), encontraron que la variación aditiva era el mayor componente del total de la varianza genética para peso de grano.

Más recientemente, Edwards et al. (1976) estudiaron en dos cruzamientos de trigos de invierno el tipo de acción génica que determina la expresión del carácter tamaño de grano, resultando que sólo los efectos aditivos

fueron significativos.

El carácter peso de grano es aparentemente regido por herencia de ti po cuantitativa, pero no por muchos pares de genes. Bhatt (1972) cita varios autores que atribuyen el control del peso del grano a uno, dos, tres, cuatro o más pares de genes. El, por su parte, lo atribuye a cuatro pares - de genes.

Los valores de h^2 reportados por diferentes autores para peso de gra no, oscilan entre 51 y 89% (Gandhi et al., 1964; Johnson et al., 1966; Fon se ca y Paterson, 1968; Bhatt, 1972; y Sun et al., 1972).

Esto indica que se pueden alcanzar interesantes progresos genéticos al aplicar presiones de selección, aún en generaciones tempranas.

b) Respuesta a la selección

En trigo, al igual que en otros cultivos, el rendimiento en grano es tá condicionado por un alto grado de variabilidad no genética (Gandhi et al., 1964, citado por Luizzi, 1972; Johnson et al., 1966; Knott, 1979) y por lo tanto presenta baja h^2 (Luizzi, 1972). Por esta razón resulta muy interesan te el estudio de los componentes del rendimiento para aclarar la variación - de éste.

Adams (1967) encontró que las correlaciones negativas entre los com - ponentes del rendimiento era la responsable de la frecuente compensación en - tre ellos. Pero no atribuye esas correlaciones a causas genéticas, sino que propone que los componentes del rendimiento son genéticamente independientes, debiéndose su asociación a la secuencia natural del desarrollo del cultivo y

a limitaciones en los recursos ambientales. Esta interpretación reafirmada por Adams y Grafius (1971) se contrapone en cierta forma con la interpretación de Rasmusson y Canell (1970), que trabajando con cebada, postularon que la compensación del rendimiento era debida a ligamientos genéticos.

De todas formas, cualquiera sea la teoría aceptada, la estabilización del rendimiento por compensación en sus componentes, no tiene por qué ser total.

Siguiendo el esquema propuesto por Grafius (1956), muchos autores han buscado un componente individual del rendimiento, que debido a su alta correlación con el rendimiento, pueda ser utilizado como factor de selección indirecta.

Johnson et al. (1966), aseguran que los componentes representan una base más segura de selección que el rendimiento en sí, debido a la dificultad progresiva de obtener aumentos de rendimiento al seleccionar directamente. Fonseca y Patterson (1968), trabajando con cruzamientos de trigo, observaron que no podían seleccionar por los componentes del rendimiento sin que hubiera compensación entre ellos.

Sin embargo, Knott y Talukdar (1971) lograron aumentar el rendimiento de la variedad Thatcher transfiriéndole por retrocruzamiento el carácter mayor peso de grano, aún cuando hubo variaciones entre los otros componentes del rendimiento. Chandanamutta y Frey (1973) usando selección masal, encontraron que el peso de panoja era un buen carácter para seleccionar indirectamente por rendimiento en avena, obteniendo un aumento de 5,6% en el rendimiento por selección masal.

Bhatt (1972) concluye que se puede tener un progreso genético positivo más seguro seleccionando por peso de grano o número de espigas que por rendimiento. Mc Neal et al. (1978), trabajando con un cruzamiento de trigo, encontraron que era mejor seleccionar por un componente del rendimiento como peso de grano, que por rendimiento en sí. Seleccionar por tamaño de grano, reportaría un considerable aumento en el rendimiento, según los estudios hechos por Singh et al. (1978).

La correlación entre peso de grano y rendimiento es ampliamente conocida. Ya en 1931, Bridgford y Hayes, estudiando algunos caracteres asociados al rendimiento, encontraron una correlación positiva entre peso de 1.000 granos y rendimiento.

Varios autores como Gandhi et al. (1964, citado por Smith, 1972), Fonseca y Patterson (1968), Knott y Talukdar (1971), Bhatt (1972) y Bhatt y Derrera (1973) encontraron coeficientes de correlación de 0,4 a 0,8 entre ambas características.

Frey (1967) llevó a cabo una selección masal por diámetro de semilla, con métodos mecánicos en poblaciones de avena, y después de cinco ciclos, las poblaciones F_7 resultantes, tenían mayor peso de semilla, espigazón más tardía, mayor altura de planta y un 9% más de rendimiento.

También Chandanamutta y Frey (1973) estudiaron la efectividad de la selección masal por panojas pesadas en poblaciones heterogéneas de avena, llevando a cabo dos ciclos de selección masal que determinaron un aumento de 7,5% en el peso de panoja y 5,6% en el rendimiento de grano por ciclo.

Más recientemente, Seadelman y Frey (1976) reportaron que la selección masal practicada en poblaciones de avena por diámetro de grano, produce una respuesta pequeña y errática en rendimiento, pero la respuesta a la selección masal por peso de grano era relativamente importante y constante.

Derera y Bhatt (1972) demostraron la eficacia de la selección masal - por métodos mecánicos en poblaciones híbridas heterogéneas de trigo. Obtuvie ron cambios significativos y favorables en las medias y disminución de las va riancias para peso de grano, peso de grano por espiga y rendimiento de grano en poblaciones afectadas por dos ciclos de selección por tamaño de grano. Los mismos autores concluyeron que en los cruzamientos estudiados, la selección - masal por tamaño de grano practicada, reportó algunas ventajas asociadas, y - no tuvo respuesta adversa para la mayoría de las características con signifi- cado económico en trigo (Bhatt y Derera, 1973).

III. MATERIALES Y METODOS

1. Generalidades

Se realizaron dos ensayos en el Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Estación Experimental La Estanzuela, departamento de Colonia, Uruguay, durante el año 1979, en el período comprendido entre los meses de Julio y Diciembre.

El suelo usado fue un brunosol subéutrico típico (del grupo de las praderas pardas, en la antigua clasificación), y la fertilización de 80-60-0. El fósforo se incorporó antes de la siembra y el nitrógeno se aplicó en cobertura en dosis iguales a la siembra y al macollaje. El año agrícola se caracterizó por una buena distribución de lluvias y temperatura, las cuales favorecieron un buen desarrollo del cultivo.

Tratamientos

El material experimental estuvo constituido por las poblaciones derivadas de once cruzamientos entre los primeros trigos uruguayos y algunos de los materiales modernos (Cuadros 1 y 2).

Los cruzamientos fueron realizados por los Ings.Agrs. C.M.Tavella y D.V. Luzzi en el año 1975, con el objetivo de obtener poblaciones descendientes de padres adaptados.

Cuadro 1. Cruzamientos y comportamiento de los padres en la característica largo del ciclo a la floración.

Cruzamiento N°	Padres	Ciclo
1	Pelón 33c/E.Tarariras	Largo/Intermedio
2	Americano 44d/E.Dakurú	Largo/Intermedio
3	Pelón 33c/E.Dolores	Largo/Corto
4	Pelón 33c/LE 339	Largo/—
5	Pelón 33c/E.Dakurú	Largo/Intermedio
6	Americano 44d/E.Tarariras	Largo/Intermedio
7	Americano 44d/LE 339	Largo/—
8	Americano 26n/LE 339	Largo/—
9	Americano 44d/E.Dolores	Largo/Corto
10	Americano 26n/E.Tarariras	Largo/Intermedio
11	Americano 26n/E.Dolores	Largo/Corto

Cuadro 2. Genealogía de los padres de los cruzamientos.

Pelón 33c	Poblaciones (Trigos criollos)
Americano 44d	Poblaciones (Trigos criollos)
Americano 26n	Poblaciones (Trigos criollos)
E. Tarariras	Bagé × $\left[Tc (Fn \times K_{58} - Nt) \right]$ RL 4151
E.Dolores	Son 64 × SKE - LR 64d
E.Dakurú	Lee × ND 34
LE 339	(IAS 28 × Pembina) × E.Zorzal

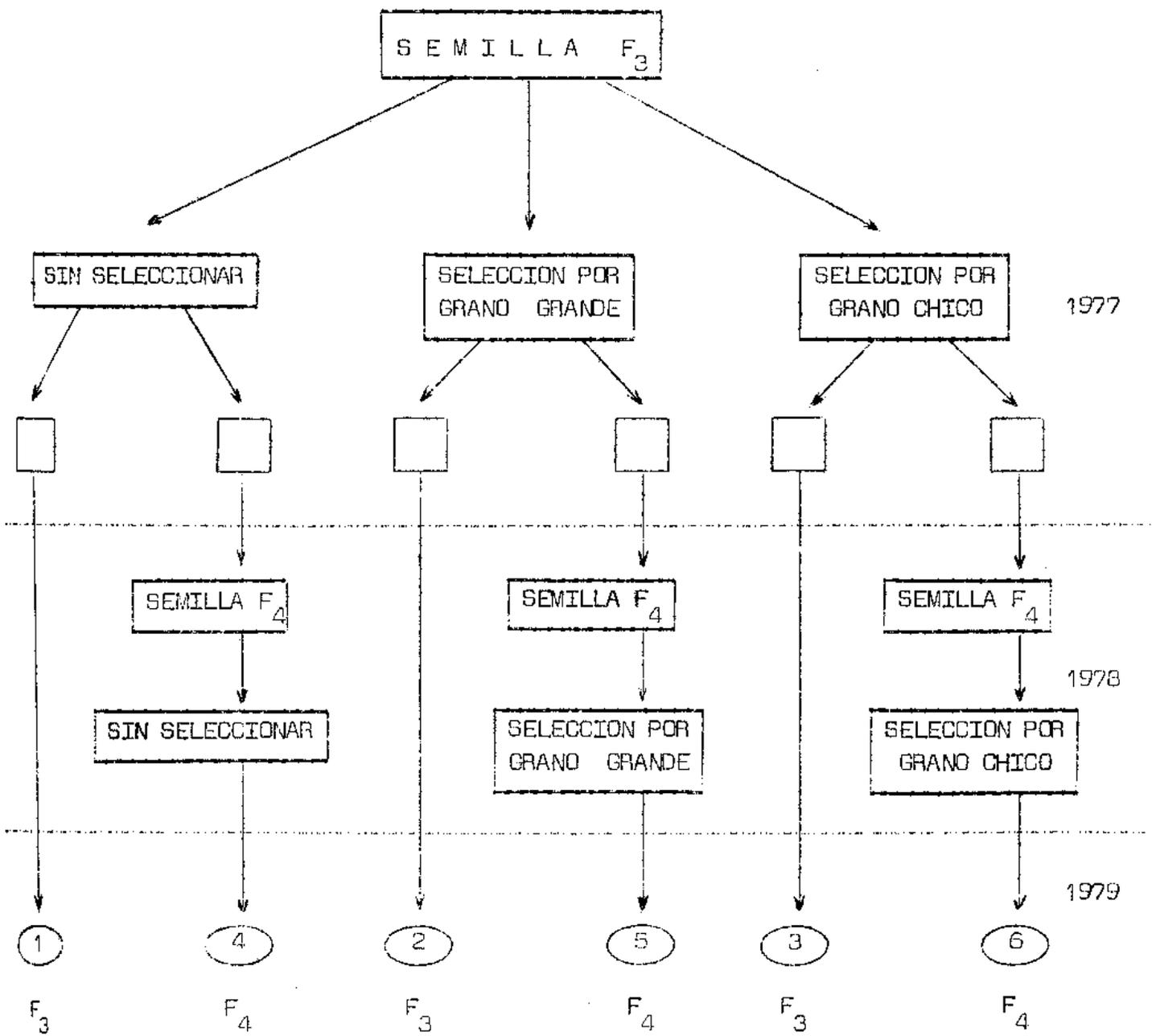
La generación F_2 de estos cruzamientos fue sembrada en población en el año 1977, y la semilla cosechada fue seleccionada por tamaño de grano, sembrándose una parte en 1978, mientras que se guardó la otra. La semilla cosechada ese año, fue nuevamente seleccionada por tamaño de grano y se sembró en 1979, junto con la semilla guardada del año anterior, y semilla sin seleccionar que se había mantenido en cada generación como testigo. Estas poblaciones sembradas en el año 1979 eran de las generaciones F_3 y F_4 .

Se usaron zarandas de 2,5 mm y 4 mm de calibre, para seleccionar por grano chico y grano grande, respectivamente.

Los tratamientos resultantes dentro de cada cruzamiento, fueron los siguientes (Quadro 3):

1. Población no seleccionada (F_3).
2. Población con un ciclo de selección por grano grande (F_3).
3. Población con un ciclo de selección por grano chico (F_3).
4. Población no seleccionada, obtenida de cosechar la población no seleccionada 1 (F_4).
5. Población derivada de cosechar la población 2, y reselectionada por grano grande (F_4).
6. Población derivada de cosechar la población 3, y reselectionada por grano chico (F_4).

Quadro 3. Esquema desarrollado de los tratamientos del experimento



2. Ensayo I

Se utilizó un diseño de bloques al azar con parcelas divididas y tres repeticiones. Las parcelas grandes eran cada uno de los once cruzamientos y - las parcelas chicas eran los seis tratamientos. El tamaño de la subparcela fue tres surcos de 2 m de largo y 20 cm de distancia entre surcos. Se sembraron 2,5 gr de semilla por metro lineal, lo que lleva a 15 gr por parcela.

El ensayo se instaló el 19 de julio y se cosechó el 12 de diciembre.

Las determinaciones que se hicieron, fueron las siguientes:

- Fecha en que se alcanzó el 50% de floración en el bloque central.
- Rendimiento en kg/ha de grano limpio.
- Peso de 1.000 granos, en base al peso de dos muestras de 100 granos.
- Porcentaje de Proteína, en base a 12% de humedad. Se usó el método rápido de determinación de N (Valey, 1966). Su fundamento es la determinación del N, como complejo indofenol-azul, en una alícuota diluida, de una digestión Kjeldahl.
- Contenido de proteína. Se obtuvo del producto de peso de 1.000 granos y porcentaje de proteína, asumiendo un porcentaje de humedad de 12% para todas las poblaciones.

Los datos de todos los caracteres estudiados fueron analizados en un di-seño de bloques al azar con parcelas divididas y descomposición factorial.

El análisis de varianza usado fue el que se muestra en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Esquema del análisis de varianza desarrollado en el experimento.

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Bloques	2
Cruzamientos	10
Error A	20
Parcelas grandes	32
Generación	1
Tratamiento de selección	2
Interacción generación/Tratamiento de selección	2
Interacción generación/Cruzamiento	10
Interacción Tratamiento de selección/cruzamiento	20
Interacción generación/Tratamiento de selección/cruzamiento	20
Error B	110
T o t a l:	197

Las medias de los tratamientos fueron comparadas por el método Duncan, a un nivel de probabilidad del 5% ($P \leq 0,05$).

Se estudió, además, la correlación entre las características analizadas.

3. Ensayo II

Se sembraron 150 semillas de cada uno de los seis tratamientos de los once cruzamientos en parcelas de 8 hileras de 4 m de longitud y 30 cm entre hileras. Las plantas fueron espaciadas a 20 cm dentro de la hilera. Luego de la emergencia se ralearon las plantas dobles. Las plantas enfermas o lastimadas en el raleo fueron eliminadas antes de tomar las mediciones.

También se sembraron parcelas menores, en plantas espaciadas, para cada uno de los padres.

La parcela correspondiente al tratamiento 4 del primer cruzamiento, tuvo graves problemas de emergencia (menos del 10%), por lo que fue eliminada en el análisis de la selección natural.

El largo del ciclo a la floración fue medido en días desde la emergencia. Las mediciones se realizaron cada dos días, contándose el número de plantas florecidas de cada parcela.

Para cada población se determinó la media y la varianza. Un análisis de varianza fue desarrollado para las medias de las poblaciones, tomándose cada cruzamiento como una repetición. Posteriormente, se comparó las medias de los tratamientos por una prueba Duncan ($P \leq 0,05$).

Con el objetivo de complementar estos resultados, se desarrollaron las distribuciones de cada tratamiento, para el conjunto de los once cruzamientos, en base a la media general de los testigos sin seleccionar y al desvío standard de los padres. Estas distribuciones fueron comparadas por la prueba no paramétrica "Up and Down" de aleatoriedad de distribuciones (Sokal y Roelf, 1979), mediante una conversión a la normal (0,1) por medio de la siguiente fórmula:

$$Zr = \frac{r - \frac{(n^2 - 1)}{3}}{\sqrt{\frac{16n - 29}{90}}}$$

r = Número de rachas de signos

n = Número de observaciones

Zr = Aproximación a la normal (0,1)

Esta prueba compara dos distribuciones apareadas determinando la probabilidad de que las diferencias entre ellas sean debidas al azar.

Por otro lado, se estudió el efecto de la selección natural en la estructura de las poblaciones, para lo cual se desarrolló la distribución de frecuencia para los testigos de cada generación. Las medidas de las poblaciones testigo F_3 fueron comparadas con las F_4 en cada cruzamiento, por medio de una prueba t de número y varianza desiguales, y las distribuciones fueron comparadas por la prueba "Up and Down".

Las frecuencias observadas para cada población fueron comparadas con la frecuencia esperada para la segregación de un par de genes, en las poblaciones que tenían tendencia a la bimodalidad. Para ello se usó la prueba χ^2 (CHI Cuadrado). La determinación de las clases se realizó tomando en cuenta la inflexión de la generación F_4 y las medias de los padres, de acuerdo con el trabajo de Busch y Luizzi (1979).

Luego de esta comparación, los cruzamientos con varianza homogénea e igual tipo de herencia, fueron agrupados para determinar con una muestra mayor el ajuste a la frecuencia esperada. Para determinar la homogeneidad de las varianzas se usó el test de Barttlot.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Efecto de la Selección Masal por Tamaño de Grano

a) Peso de 1.000 granos

El peso promedio de 1.000 granos del ensayo fue de 32.7 gr que es relativamente bajo frente a lo que podría esperarse si se tiene en cuenta que el año 1979 dio lugar a muy buenos rendimientos y pesos de granos.

Estos resultados son consecuencia del fuerte ataque de lagarta que sufrió el ensayo en la floración. Womack y Thurman (1962), trabajando con simulación de daño de lagarta en trigo, obtuvieron peso de grano menores que el testigo en los tratamientos defoliados a la floración. Estos autores destacan que esta disminución es la causa fundamental de los descensos en el rendimiento.

También Laude y Pauli (1959) y Assana y Mani (1950) encontraron disminuciones en el peso de grano, por efecto de la defoliación en etapas cercanas a la floración. Zerbino (1981, comunicación personal) obtuvo resultados similares en nuestras condiciones.

En general, los trabajos de defoliación establecen que los daños son mayores cuanto más temprana sea la defoliación, pero en este caso las diferencias de ciclo a la floración de los tratamientos no son suficientes para causar un efecto diferencial de la defoliación sobre el peso de 1.000 granos.

Los coeficientes de variación para peso de 1.000 granos de este ensayo fueron bajos, lo cual es común para las mediciones que se hacen en el laboratorio (CV (a, cruzamientos) = 4.9%; CV (b, tratamientos) = 3.9%) (Apéndice 1).

Para todos los efectos analizados, las diferencias fueron, por lo menos, significativas ($P \leq 0,05$) siendo además muy significativas ($P \leq 0,01$) entre cruzamiento, tratamiento de selección y todas las interacciones dobles.

Las diferencias muy significativas entre las poblaciones provenientes de los distintos cruzamientos es debida, fundamentalmente, a las diferencias entre el tamaño del grano de los padres. Es destacable que el cultivar Estanzuela Tarariras se caracteriza por tener un tamaño grande de grano, lo que se refleja, por ejemplo, en el cruzamiento 1 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación del peso de 1.000 granos (g) promedio de las poblaciones provenientes de once cruzamientos de trigo, por medio de la prueba Duncan.

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Peso de 1.000 granos	37,9	31,5	31,0	34,6	33,3	32,5	32,2	32,1	29,7	33,8	31,4
	a *	def	ef	b	bcd	cde	cde	cde	f	bc	def

* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan).

Esta característica del cultivar Estanzuela Tarariras de transferir su tamaño de grano a las progenies, se confirma con las nuevas líneas experimentales que poseen a este cultivar como uno de los progenitores (Germán,

1981, comunicación personal) lo que está revelando la buena habilidad combinatoria del cultivar para este carácter.

La disminución en el peso del grano que sufrió el tratamiento seleccionado por grano chico, es la responsable de la diferencia significativa detectada para el efecto generación en el análisis de varianza ya que los otros tratamientos prácticamente no variaron (Cuadros 6 y 7).

Cuadro 6. Comparación del peso de 1.000 granos (g) promedio para los tratamientos de tamaño de grano, por medio de la prueba Duncan.

Tratamiento	Selección por Grano Grande	Selección por Grano Chico	Testigo sin seleccionar
Peso de 1.000 granos	33,1 a*	31,7 b	33,4 a

* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan).

Cuadro 7. Comparación del peso de 1.000 granos (g) promedio, para los tratamientos de tamaño de grano en cada una de las generaciones (F_3 y F_4), por medio de la prueba Duncan.

Tratamiento	F_3			F_4		
	Selec. por grano grande	Selec. por grano chico	Testigo sin selec.	Selec. por grano grande	Selec. por grano chico	Testigo sin selec.
Peso de 1.000 granos	33,0 ab *	32,6 b	33,3 a	33,3 a	30,7 c	33,5 a

* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan).

La selección masal por tamaño de grano determinó, en promedio, una disminución en el peso de 1.000 granos de las poblaciones seleccionadas por grano chico, pero no aumentó el peso del grano de las poblaciones seleccionadas por grano grande, frente al testigo. A pesar de esto, las interacciones significativas indican un comportamiento poco regular de los tratamientos entre los cruzamientos.

Derera y Bhatt (1972) obtuvieron respuesta directa a la selección por tamaño de grano tanto hacia grano grande como hacia grano chico. En general, se reconoce que es de esperar un rápido progreso genético al seleccionar por tamaño de grano (Romero y Frey, 1966; Fonseca y Patterson, 1968; Bhatt, 1972; Edwards et al., 1976).

Por lo tanto, al contrario de lo ocurrido con las poblaciones de grano chico, la selección por tamaño grande de grano no dio el resultado que era de esperar.

En primer lugar, el tamaño de grano de los progenitores de los cruzamientos es, en todos los casos, mediano o grande (Quadro 8). Posiblemente el diferencial de selección aplicado hacia grano grande actuó sobre la variabilidad existente dentro de las espigas (ambiental), sin afectar la variabilidad aditiva para este carácter en la población. Sería necesario usar mayores zarrandas para obtener respuesta directa al seleccionar por mayores tamaños de grano. Sin embargo, el diferencial de selección aplicado hacia grano chico fue suficiente para obtener una respuesta directa en peso de 1.000 granos.

Quadro 8. Peso de 1.000 granos (g) de los cultivares padres de los cruzamientos, según varias fuentes.

Padres	Peso de 1.000 granos		
Pelón 33c	32.37 *	-----	33 ***
Americano 44d	32.36 *	-----	30 ***
Americano 26n	-----	-----	31 ***
E. Dakurú	-----	34.38 **	---
E. Dolores	-----	32.34 **	---
E. Tarariras	-----	45.55 **	41 ***

* A. Boerger, 1928

** I. Gatti de León, et al., 1976

*** S. Germán, 1981

Por otro lado, la competencia intergenotípica puede haber ido favoreciendo a los genotipos de mayor tamaño de grano, ya que éstos tienen ventajas vegetativas sobre los tipos de grano chico, actuando en el mismo sentido que la selección por grano grande, y determinando que no existieran diferencias entre las poblaciones seleccionadas y el testigo. En este sentido, Harlan y Martini (citados por Briggs y Knowles, 1977), Khalifa y Qualset (1974) y Minglla (1979), observaron que la selección natural determinaba importantes cambios en las medidas de las poblaciones que estudiaban. La selección natural actúa en las poblaciones a favor de los individuos más adaptados, que son en última instancia, los que tienen mayor capacidad reproductiva (Allard, 1967) y muy posiblemente en este caso actúe a favor de los individuos de grano grande.

Otro factor que puede haber determinado estos resultados, es que 1979 fue un año con baja infección de enfermedades, con la excepción de la mancha de la hoja (Septoria tritici) (Perea y Díaz, 1980) y esto puede no haber permitido que se manifestaran las posibles ventajas comparativas de las poblaciones seleccionadas por grano grande.

También la defoliación producida por el ataque de lagarta puede haber enmascarado la potencialidad de las poblaciones seleccionadas por grano grande para manifestar un mayor tamaño de grano.

Seguramente no es una sola de estas razones, sino todas juntas interactuando, lo que determinó que no existieran diferencias entre el testigo y las poblaciones seleccionadas por grano grande.

De todas maneras, es de señalar que el rendimiento de las poblaciones seleccionadas por grano grande, fue mayor que el de las poblaciones testigo en todos los casos, lo que indica que la selección masal por tamaño de grano debe haber afectado otras características asociadas al rendimiento además del peso de los granos.

El brusco descenso de peso de grano de las poblaciones seleccionadas por grano chico, determina que la interacción tratamiento de selección/generación, sea significativa (Apéndice 1). Esta diferencia entre las dos generaciones se debe a que ellos provienen de años con muy diferente presión de enfermedades. Las poblaciones F_3 provienen del año 1977, que se caracterizó por un fuerte ataque de mancha de la hoja (Septoria tritici) y golpe blanco (Fusarium sp.) (Perea y Díaz, 1980). Estas enfermedades producen una disminución en el tamaño del grano (Markgraff, 1970; Díaz, 1976) por lo que seguramente se seleccionaron como chicos granos que en buenas condiciones, como

en las de 1979, eran capaces de desarrollar buenas plantas y dar granos de buen tamaño. Por otro lado, las poblaciones F_4 fueron seleccionadas en el año 1978, en el que las condiciones no fueron tan extremas.

Las interacciones dobles, altamente significativas y la interacción triple significativa, indican un comportamiento bastante irregular en las distintas poblaciones (Apéndicos 1 y 2). Las poblaciones F_4 tuvieron un comportamiento más regular, tendiendo las poblaciones seleccionadas por tamaño grande a tener valores mayores que los testigos, en cinco de los once cruzamientos, aunque sólo significativamente en un caso. Las poblaciones F_3 manifestaron un comportamiento menos definido tendiendo a no haber diferencias entre ellas, salvo en algunos casos en que el comportamiento es contradictorio.

b) Rendimiento en grano

El rendimiento medio del ensayo fue 3004 kg/ha superior a los obtenidos comúnmente en los ensayos de evaluación de rendimiento. Esto no es extraño ya que a pesar de la fuerte defoliación sufrida, el año fue muy favorable para el cultivo, como lo demuestra el alto rendimiento nacional medio obtenido de 1342 kg/ha, frente a una media de los últimos diez años de 970 kg/ha (Uruguay MAP - DIEA, 1980).

Para trigo, el rango normal para los coeficientes de variación en los ensayos de rendimiento es de 10-15% por lo que los coeficientes calculados en base a los resultados de este experimento (CV (a, cruzamientos) = 13%, CV (b, tratamientos) = 16%, hacen confiable su resultado.

Fueron altamente significativas las diferencias detectadas para el efecto de los cruzamientos, y para el efecto de los tratamientos de selección. También fue significativo el efecto de la interacción entre tratamientos de selección y generación. No fueron significativos los efectos de generación ni del resto de las interacciones (Apéndice 3).

La comparación de medias para rendimiento se muestra en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Comparación del rendimiento en grano (kg/ha) promedio de las poblaciones provenientes de once cruzamientos de trigo por medio de la prueba Duncan.

Tratamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Rendimiento (kg/ha)	3371	2978	2777	2733	3155	3207	3006	2802	2726	3272	2977
% (\bar{x})	112	99	92	91	105	107	100	93	91	109	99
	a*	ab	b	b	ab	ab	ab	b	b	ab	ab

* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan)

Del análisis de medias, resultan claramente tres grupos de cruzamientos (Cuadro 10).

Quadro 10. Grupos de medias de rendimiento y genealogía de los cruzamientos.

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
1 Pelón 33c/E.Tarariras	2 A 44d/E.Dakurú	3 P 33c/E.Dolores
	5 P 33c/E.Dakurú	4 P 33c/LE 339
	6 A 44d/E.Tarariras	8 A 26n/LE 339
	7 A 44d/LE 339	9 A 44d/E.Dolores
	10 A 26n/E.Tarariras	
	11 A 26n/E.Dolores	

La población del primer grupo tiene un rendimiento significativamente superior a la del tercer grupo. Es interesante destacar que Estanzuela Tarariras, variedad con alto potencial de rendimiento, es padre de poblaciones en el primero y segundo grupo pero no en el tercero.

A su vez, la progenie de mayor potencialidad de rendimiento proviene del cruzamiento entre dos cultivares de amplia adaptación y alta producción, en dos etapas bien diferentes en la producción triguera del país. El primero de ellos fue el cultivar líder en los años 20 para nuestro país y para la Argentina. A su vez, Estanzuela Tarariras es uno de los cultivares más sembrados actualmente.

Las diferencias entre las poblaciones de los distintos cruzamientos se deben entonces a que ellos provienen de padres con distinto potencial de rendimiento.

Esta situación abre la posibilidad de explotar la variabilidad genética de nuestros materiales adaptados para aumentar el potencial de rendi-

miento de las poblaciones segregantes.

Las progenies de menor rendimiento resultaron ser aquellas que tuvieron como progenitor cultivares de menor adaptación como son Estanzuela Dolores y LE 339.

La característica peso de 1.000 granos, se comportó de una manera muy similar al rendimiento en las poblaciones (Cuadros 5 y 9), lo cual demuestra la asociación entre genotipos para estas características ($r = 0,63^*$; $n = 12$).

La selección masal por tamaño de grano tuvo efecto en el rendimiento. La media de las poblaciones seleccionadas por tamaño grande de grano, fue significativamente mayor que la de las poblaciones seleccionadas por tamaño chico y los testigos sin seleccionar (Quadro 11).

Quadro 11. Comparación del rendimiento en grano (kg/ha) promedio para los tratamientos de tamaño de grano por medio de la prueba Duncan.

Tratamiento	Selección por Grano Grande	Selección por Grano Chico	Testigo sin Seleccionar
Rendimiento(kg/ha)	3135	2879	2996
% (\bar{x})	104 a*	96 b	100 b

* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan).

En un ensayo muy similar a éste Bhatt y Derera (1972) obtuvieron también variaciones en el rendimiento al seleccionar por tamaño de grano, lo que atribuyeron a un efecto directo de la selección sobre la frecuencia de las poblaciones. También Knott y Talukdar (1971), habían demostrado que una variación en el peso del grano determinaba variaciones en el rendimiento. Bhatt (1972) y Mac Neal et al. (1978) afirman que el peso del grano es una característica adecuada para seleccionar por rendimiento.

Sin embargo Busch y Kofoid (1980) seleccionaron por peso de grano en poblaciones de trigo, logrando una respuesta directa para esta característica, pero esto no afectó el rendimiento, por un efecto que atribuyó a la compensación por los otros componentes del rendimiento.

La selección por grano chico determinó en las poblaciones una disminución del 5% promedio en el peso de 1.000 granos con respecto al testigo sin seleccionar, mientras que la disminución del rendimiento fue de un 4% en promedio para los dos ciclos. Al identificar el efecto de cada ciclo se puede observar que la correspondencia entre el peso de 1.000 granos y rendimiento es aún mayor en el segundo ciclo de selección (Cuadro 13).

La correlación hallada entre el peso de 1.000 granos y rendimiento fue buena (0.59 ***; $n = 66$) (Apéndice 11) pero fue mayor aún en la F_4 por separado (0.72 ***; $n = 33$).

Sin embargo, al analizar los cruzamientos por separado, no se verificó en todos esta asociación (Cuadro 14).

Quadro 13. Variación relativa del peso de 1.000 granos y rendimiento en grano de los tratamientos seleccionados por grano chico con respecto al testigo en cada ciclo de selección.

Ciclo	Rendimiento	Peso 1.000 granos
1	0,9	-1,9
2	-7,5	-8,5
\bar{x}	-3,9	-5,2

Quadro 14. Coeficientes de correlación calculados entre peso de 1.000 granos y rendimiento, para cada uno de los once tratamientos.

Cruzamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Correlación	0.73(*)	-0.26	0.83*	0.71	0.64	0.49	-0.02	0.82*	0.26	0.09	0.92**

(*) Significativo al nivel de 10% de probabilidad

* Significativo al nivel de 5% de probabilidad

** Significativo al nivel de 1% de probabilidad

⊖ No significativo

Se calculó la correlación entre el peso 1.000 granos y rendimiento para los cruzamientos 1, 3, 4, 5, 6, 8 y 11 en conjunto, obteniéndose un valor de 0,63*** (n = 48).

El valor fue mayor aún para la F_4 (0.73***; n = 24).

Estos resultados nos indican que la disminución del rendimiento de las poblaciones seleccionadas por grano chico en estos cruzamientos, se deben en gran parte, a un aumento en la proporción de individuos con grano chico. Sin embargo, en los otros cruzamientos (2, 7, 9 y 10) el peso de 1.000 granos no fue tan importante en explicar la variación del rendimiento.

Esta respuesta a la selección no se dio en las poblaciones seleccionadas por grano grande. En ellas el peso del grano se mantuvo y no difirió del testigo en ninguna de las dos generaciones. El rendimiento de estas poblaciones también se mantiene, pero supera significativamente al testigo en las dos generaciones en un promedio del 5%.

Kaufman y McFaden (1960) estudiaron el comportamiento de semilla grande y chica de un mismo cultivar de cebada. Las parcelas sembradas con semilla grande rindieron más fundamentalmente por un mayor número de espigas por planta. Los mismos autores (1963) extendieron sus estudios a cinco cultivares de cebada y observaron que las plantas provenientes de semillas grandes tenían más macollos y rendían más. Austenton y Walton (1970) estudiaron la relación entre el peso inicial del grano y algunas características de la planta, en tres variedades de trigo, encontrando que el número de espigas por planta es la característica que más se asocia al peso de grano.

En este estudio no se han determinado las causas por las que la selección por tamaño de grano grande permite obtener indirectamente mayores rendimientos por hectárea. La selección directa por tamaño de grano no fue efectiva hacia grano grande lo que indica que el aumento obtenido en la producción está basado en otros componentes como lo sustenta la bibliografía antes mencionada.

c) Peso hectolítrico

El peso hectolítrico promedio del ensayo fue 74,2 kg/hl, que referido al nivel de comercialización de 78 kg/hl, es un valor bastante bajo. También aquí debe haber afectado el ataque de lagarta. Germán (1981) encontró una alta correlación entre disminución del peso de 1.000 granos por ataque de enfermedades y disminución del peso hectolítrico. Las enfermedades actúan de forma similar a la lagarta, disminuyendo el área foliar útil, por lo que es posible esperar que la reducción del peso de 1.000 granos registrada en el ensayo haya afectado al peso hectolítrico. Tampoco hay aquí razón para pensar que pueda haber sido más afectado un tratamiento que otro.

Los coeficientes de variación del experimento fueron bajos (CV (a) = 3,8%, CV (b) = 3,9%), como es común para mediciones de laboratorio (Apéndice 5). Se detectaron diferencias muy significativas para el efecto de los tratamientos de selección y para la interacción entre tratamientos de selección y cruzamientos. También fue significativa la interacción triple.

De acuerdo con el análisis de varianza, no existió diferencias significativas entre los pesos hectolítricos medios de los cruzamientos (Cuadro 15).

Cuadro 15. Comparación del peso hectolítrico (kg/hl) promedio de las poblaciones provenientes de once cruzamientos de trigo por medio de la prueba Duncan.

Cruzamientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Peso hect. (kg/hl)	74,9	74,8	74,2	72,9	74,8	73,7	74,9	74,0	73,2	74,5	73,8
	a*	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a

* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan).

La media de las poblaciones seleccionadas por grano grande, superó - significativamente a la de las poblaciones seleccionadas por grano chico y - los testigos sin seleccionar (Cuadro 16). Este comportamiento fue similar en los dos ciclos de selección (Cuadro 17).

Cuadro 16. Comparación del peso hectolítrico (kg/hl) promedio para los tratamientos de tamaño de grano, por medio de la prueba Duncan.

	Selección por Grano Grande	Selección por Grano Chico	Testigo sin Seleccionar
Peso hectolítrico (kg/hl)	74,8 a*	73,8 b	74,0 b

* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan).

Cuadro 17. Comparación del peso hectolítrico (kg/hl) promedio para los tratamientos de tamaño de grano en cada una de las generaciones (F_3 y F_4) por medio de la prueba Duncan.

Tratamiento	F3			F4		
	Selección por grano grande	Selección por grano chico	Testigo sin selec.	Selección por grano grande	Selección por grano chico	Testigo sin selec.
Peso hectol. (kg/hl)	75,1 a	73,7 b	74,3 ab	74,4 ab	73,8 b	73,7 b

Sin embargo, esta tendencia no se verificó en todos los cruzamientos, como lo demuestra en el análisis de varianza una interacción de tratamientos de selección cruzamiento muy significativa, y una interacción triple signifi-

cativa (Apéndice 5). Esto se puede observar en el Apéndice 6 donde se describe el comportamiento de las distintas poblaciones en las dos generaciones.

El peso hectolítrico es una característica compleja, poco relacionada con el peso de 1.000 granos y el rendimiento (Pushman y Bigham, 1979), influenciada por la forma y la densidad del grano, caracteres muy dependientes de las condiciones ambientales y muy variables entre los genotipos (Yamazaki y Briggie, 1979; Ghaderi, Everson y Yamazaki, 1971).

Las poblaciones seleccionadas por grano chico, tuvieron un peso hectolítrico muy parecido en las dos generaciones. Esas poblaciones sufrieron un cambio en las frecuencias genotípicas para peso de grano en la segunda generación, pero esto no afectó al peso hectolítrico. Esto se comprueba por la no existencia de correlación significativa entre peso hectolítrico y peso de 1.000 granos (Apéndice 11).

Tampoco Bhatt y Derera (1973) obtuvieron variaciones en el peso hectolítrico de las poblaciones a las que sometieron a dos ciclos de selección masal por tamaño de grano.

Sin embargo, existe una tendencia a que las poblaciones seleccionadas por grano grande tengan mayores pesos hectolítricos. Esta característica es muy dependiente de la forma de los granos, porque ella es la que determina una distribución más o menos densa de los granos de un cierto volumen (Yamazaki y Briggie, 1969).

El procedimiento usado para seleccionar por grano grande, era quedarse con los granos que no caían por una zaranda, y es posible que se haya seleccionado, de esta manera, por otras características además de tamaño de grano. Es-

to puede haber determinado un aumento de la frecuencia de ciertos caracteres en la población, responsables de una distribución más densa de los granos, y por lo tanto, de un mayor peso hectolítrico.

d) Porcentaje de proteína

El porcentaje de proteína promedio del ensayo fue alto (12,8%, base 12% de humedad), pero estuvo de acuerdo con el comportamiento de los cultivos evaluados ese año en la EELE (Troche, comunicación personal, 1981). De todas formas los valores obtenidos estuvieron todos por encima de lo considerado aceptable en nuestras condiciones (11%).

Los coeficientes de variación para esta característica, estuvieron un poco por encima de lo normal para una determinación de laboratorio, pero de todas formas están dentro de los rangos considerados aceptables ($CV(a)=13$, $CV(b)=4,2$) (Apéndice 7). El único efecto analizado que arrojó diferencias significativas fue el de los tratamientos de selección.

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza, la comparación de medias de los cruzamientos indica que es poca la variación entre ellos (Cuadro 18).

Cuadro 18. Comparación del porcentaje de proteína (base 12% de humedad) promedio de las poblaciones provenientes de once cruzamientos de trigo, por medio de la prueba Duncan.

Cruzamientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Porcentaje de proteína (base 12% de humedad)	12,60 ab*	13,81 ab	12,60 ab	13,04 ab	13,09 ab	13,92 a	13,37 ab	13,70 ab	12,87 ab	13,70 ab	12,43 b

* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan).

El efecto de la selección masal por tamaño de grano se muestra en los Cuadros 19 y 20. Las poblaciones seleccionadas por grano chico tuvieron valores medios de porcentaje de proteína significativamente inferiores al testigo; sin embargo, no difirieron con la media de las poblaciones seleccionadas por grano grande. A su vez, estas últimas tampoco presentaron diferencias con las poblaciones testigo (Cuadro 19). Resulta interesante destacar que no fue significativa la interacción generación/tratamiento de selección (Apéndice 7), y como se observa en el Cuadro 20, no hubo diferencias en el comportamiento de los tratamientos en las dos generaciones.

Cuadro 19. Comparación del porcentaje de proteína (base 12% de humedad) para los tratamientos de tamaño de grano en cada una de las generaciones (F_3 y F_4) por medio de la prueba Duncan.

Tratamiento	Selección por Grano Grande	Selección por Grano Chico	Testigo sin Seleccionar
Porcentaje de proteína (base 12% de humedad)	13,06 ab*	13,00 b	13,23 a

* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan).

Quadro 20. Comparación del porcentaje de proteína (base 12% de humedad) para los tratamientos de tamaño de grano en cada una de las generaciones (F_3 y F_4) por medio de la prueba Duncan.

Tratamiento	F 3			F 4		
	Selecc.por grano grande	Selecc.por grano chico	Testigo sin selec.	Selecc.por grano grande	Selecc.por grano chico	Testigo sin selec.
Porcentaje de proteína (ba- se 12% de hu- medad)	13,09 ab*	13,04 ab	13,26 a	13,04 ab	12,98 b	13,20 ab

* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan).

El comportamiento manifestado por las poblaciones ante la selección por tamaño de grano, es contradictorio. Así, si bien las poblaciones seleccionadas por tamaño grande tendieron a manifestar valores de porcentaje de proteína menores que las poblaciones testigo, estando así de acuerdo con Grignac et al. (1978), esta tendencia no fue significativa (Cuadros 19 y 20), y tampoco se manifestó en todos los cruzamientos (Apéndice 8). Por otro lado, las poblaciones seleccionadas por grano chico, que debieron tender a aumentar su porcentaje de proteína, según la correlación negativa generalmente aceptada entre tamaño de grano y % de proteína (Favret y Manghers, 1969), mantuvieron una tendencia contraria a tener porcentaje de proteína significativamente inferiores al testigo, por debajo de los valores de las poblaciones seleccionadas por grano grande.

La tendencia de las poblaciones seleccionadas por grano grande a tener porcentajes de proteína menores que el testigo, puede atribuirse a variaciones

en el rendimiento, ya que de acuerdo con Kramer (1979) un aumento en el rendimiento en grano trae aparejado una disminución del porcentaje de proteína por efecto de dilución.

En este sentido, la relación entre porcentaje de proteína y peso de 1.000 granos no fue significativa ($-0,03$ NS, $n = 66$, Apéndice 11), pero la corelación con el rendimiento resultó negativa y significativa ($-0,23$, $n = 66$, Apéndice 11).

Derera y Bhatt (1973), reportan que entre los cruzamientos que ellos manejaron, hubo uno en que se manifestó una correlación positiva entre tamaño de grano y porcentaje de proteína, teniendo el tratamiento de grano chico valores de porcentaje de proteína significativamente menores al testigo. De todas formas, los autores observaron que no se podía considerar una asociación entre selección por tamaño de grano y porcentaje de proteína.

Tampoco se puede considerar que la variación existente para el caracter porcentaje de proteína sea importante en el presente ensayo, ya que los valores extremos para las 66 observaciones son 11,82% y 14,30% (Apéndice 8). Por esto, se puede concluir que, en líneas generales, la selección masal por tamaño de grano no presentó una respuesta definida en el porcentaje de proteína de estas poblaciones.

e) Contenido de proteína

El porcentaje de proteína del grano es una característica compleja, muy influida por las condiciones ambientales, y por lo tanto de baja heredabilidad (Fowler y Roche, 1975). Esto hace que sea una característica poco confiable - para tener en cuenta en un programa de mejoramiento.

Favret et al. (1979) encontraron que la cantidad de proteína sintetizada durante el desarrollo del grano, expresada en valores absolutos, es una información muy valiosa para un programa de mejoramiento, porque aún con importantes variaciones ambientales, permanecía más estable que el porcentaje de proteína.

Manghers y Favret (1969), estudiando el comportamiento de estas características en cebada, establecen que el porcentaje de proteína del grano está determinado por la acción de varios factores o subcaracteres, entre los que se distinguen dos: a) peso del grano; y b) capacidad productiva de nitrógeno por semilla.

Con el objetivo de tener alguna información sobre el carácter contenido de proteína del grano, se lo estimó a partir del peso de 1.000 granos y porcentaje de proteínas de las parcelas.

Cuadro 21. Comparación del contenido de proteína (gr/1.000 granos) de las poblaciones provenientes de once cruzamientos de trigo por medio de la prueba Duncan

Cruzamientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Contenido de proteína (gr cada 1.000 granos)	4,82	4,39	3,95	4,55	4,39	4,56	4,29	4,27	3,86	4,52	3,94
	a*	b	cd	ab	b	ab	bc	bcd	d	ab	cd

* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan).

El porcentaje de proteína presentó en este ensayo muy poca variabilidad; por lo tanto, el peso de 1.000 granos resulta ser el principal responsable de las variaciones de carácter estimado.

Los coeficientes de variación del ensayo son aceptables (CV (a) = 12%; CV (b) = 6,1%). (Apéndice 9). Todos los efectos analizados menos el efecto generación, arrojaron diferencias por lo menos significativas. Fueron muy significativas las diferencias detectadas para los efectos de los cruzamientos, tratamientos de selección, y para la interacción generación/tratamiento de selección.

El comportamiento de todos los tratamientos estuvo determinado fundamentalmente por el peso de 1.000 granos, como lo demuestran los valores de los Cuadros 21, 22 y 23, similares a los que presentó el peso de 1.000 granos (Cuadros 5, 6 y 7).

Quadro 22. Comparación del contenido de proteína (gr/1.000 granos) promedio para los tratamientos de tamaño de grano, por medio de la prueba Duncan.

Tratamientos	Selección por Grano Grande	Selección por Grano Chico	Testigo sin Seleccionar
Contenido de proteína (gr cada 1.000 granos)	4,37 a*	4,15 b	4,43 a

* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan).

Cuadro 23. Comparación del contenido de proteína (gr/1.000 granos) promedio para los tratamientos de tamaño de grano, en cada una de las generaciones F_3 y F_4 por medio de la prueba Duncan.

Tratamiento	F3			F4		
	Selec.por grano grande	Selec.por grano chico	Testigo sin selec.	Selec.por grano grande	Selec.por grano chico	Testigo sin selec.
Contenido de proteína	4,36 ab*	4,28 b	4,42 ab	4,39 ab	4,02 c	4,46 a

* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan).

Sería muy interesante en ensayos posteriores, lograr una determinación de contenido de proteína, independientemente de las características peso de 1.000 granos y porcentaje de proteína, de manera de estudiar su comportamiento y asociación con otras características, que puedan ser de ayuda en un programa de mejoramiento.

f) Ciclo a la floración

f-1) Ensayo I

Los datos de esta característica no se analizaron estadísticamente en el Ensayo I por haber sido determinados a partir de una sola repetición, basándose en el supuesto de que es un carácter que presenta baja variación dentro de un mismo ensayo.

El ciclo promedio del ensayo fue de 81 días. Los distintos cruzamientos presentaron algunas diferencias en el largo del ciclo a la floración, como se muestra en el Cuadro 24. Estas diferencias se deben, funda-

mentalmente a las existentes entre los progenitores usados (Ver Cuadro 3).

Cuadro 24. Ciclo en días desde la emergencia hasta 50% de espigazón de poblaciones provenientes de once cruzamientos de trigo.

Cruzamientos	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Días a la floración	84	80,66	80,33	81,50	84	79,33	81	79	80,66	81,5	80,66

En el Cuadro 25 se muestra el largo de ciclo a la floración promedio para los distintos tratamientos.

Cuadro 25. Ciclo en días desde la emergencia hasta 50% de espigazón, de los tratamientos de tamaño de grano, en cada una de las generaciones (F_3 y F_4)

Tratamientos	F_3			F_4		
	Selec. por grano grande	Selec. por grano chico	Testigo sin selec.	Selec. por grano grande	Selec. por grano chico	Testigo sin selec.
Días a la floración	80,82	81,18	80,82	80,64	82,09	81,36

Se observa una tendencia de los tratamientos seleccionados por grano chico a tener ciclos a la floración un poco más largos. Esta tendencia se acentúa en el segundo ciclo de selección. Los tratamientos seleccionados por grano grande tuvieron ciclos más cortos que el testigo en el segundo ciclo. Estos resultados concuerdan con los obtenidos para esta misma característica en los estudios de frecuencia realizados en el Ensayo II.

Bhatt (1972) y Germán (1981), obtuvieron correlaciones negativas y - significativas entre peso de 1.000 granos y largo del ciclo de floración - (-0,5 y -0,63, respectivamente). También Minella (1979) detectó una asociación negativa entre selección por tamaño de grano y largo de ciclo de floración.

En este ensayo, la correlación encontrada entre peso de 1.000 granos y largo del ciclo de la floración (\bar{x} de tratamientos) fue negativa y significativa ($r = 0,83^*$; $n = 12$).

f-2) Ensayo II

En este ensayo el análisis de la varianza sobre el efecto de - los tratamientos detectó diferencias muy significativas entre cruzamientos. También fueron muy significativas las diferencias entre los tratamientos de tamaño y para la interacción tratamiento de selección/generación (Apéndice - 12).

Las diferencias muy significativas entre los cruzamientos era de esperar, ya que tanto entre los padres modernos como entre los viejos, - existen importantes diferencias en el largo del ciclo a la floración. A pesar de esto, los tratamientos de tamaño tienen un efecto similar en todos - los cruzamientos, como lo indica la no existencia de interacciones significativas con el factor cruzamientos. La media de los tratamientos seleccionados por grano chico, fue significativamente mayor que la de los tratamientos testigo ($P \leq 0,05$) y la de los tratamientos seleccionados por grano grande. A su vez, la media de los tratamientos seleccionados por grano grande no difirió del testigo cuando se comparaba al 5% de probabilidad, (Cuadro 26).

Cuadro 26. Comparación de medias para largo de ciclo a la floración en días para los tratamientos de tamaño de grano, por medio de la prueba Duncan.

Tratamiento	Selección por Grano Grande	Selección por Grano Chico	Testigo sin Seleccionar
Largo del ciclo a la floración en días	60,05 b*	62,08 a	60,94 b

* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan)

Cuadro 27. Comparación de medias para largo de ciclo a la floración en días para los tratamientos de tamaño de grano, en cada una de las generaciones (F_3 y F_4) por medio de la prueba Duncan.

Tratamiento	F3			F4		
	Selec. por grano grande	Selec. por grano chico	Testigo sin selec.	Selec. por grano grande	Selec. por grano chico	Testigo sin selec.
Largo del ciclo a la floración en días	60,35 bc*	61,15 b	60,92 bc	59,74 c	63,01 a	60,95 bc

* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan).

El comportamiento de los tratamientos seleccionados por tamaño de grano fue diferente en las dos generaciones, como lo demuestra la interacción muy significativa entre generación y tratamiento de selección.

Así, en la primera generación no existió diferencias entre los trata mientos al nivel de 5% de probabilidad (Cuadro 27), aunque sí se da una ten- dencia hacia ciclos más largos en los tratamientos seleccionados por grano - chico.

En la segunda generación la diferencia es mucho más marcada. Los - tratamientos seleccionados por grano chico tienen un ciclo significativamen- te mayor que el testigo ($P \leq 0,05$). Los tratamientos seleccionados por gra- no grande no difieren del testigo al 5% de probabilidad. (Cuadro 27).

Los tratamientos testigo no manifiestan diferencias entre generacio- nes, por lo que la interacción entre generación y tratamiento de selección - se debe fundamentalmente al efecto del segundo ciclo de selección sobre la - composición de las poblaciones.

La prueba "Up and Down" confirmó para las distribuciones los resulta- dos del análisis de varianza para las medias (Cuadros 28 y 29).

Cuadro 28. Valores Zr (prueba "Up and Down", de aleatoriedad de distribu- ciones) de la comparación de las distribuciones de cada trata- miento de tamaño de grano en las dos generaciones.

Tratamientos	Selección por Grano Grande $F_3 - F_4$	Selección por Grano Chico $F_3 - F_4$	Testigo sin Seleccionar $F_3 - F_4$
Zr	-3,4**	-8,2**	-1,36 NS

** Diferencia significativa al 1% de probabilidad

NS Diferencia no significativa

Cuadro 29. Valores Zr (Prueba "Up and Down" de aleatoriedad de distribuciones) de la comparación de las distribuciones de los tratamientos con el testigo en las dos generaciones.

Tratamientos	1er. Ciclo		2do. Ciclo	
	Selección por Grano Grande	Selección por Grano Chico	Selección por Grano Grande	Selección por Grano Chico
Zr	-4,2**	-2,36**	-3,05**	-4,2**

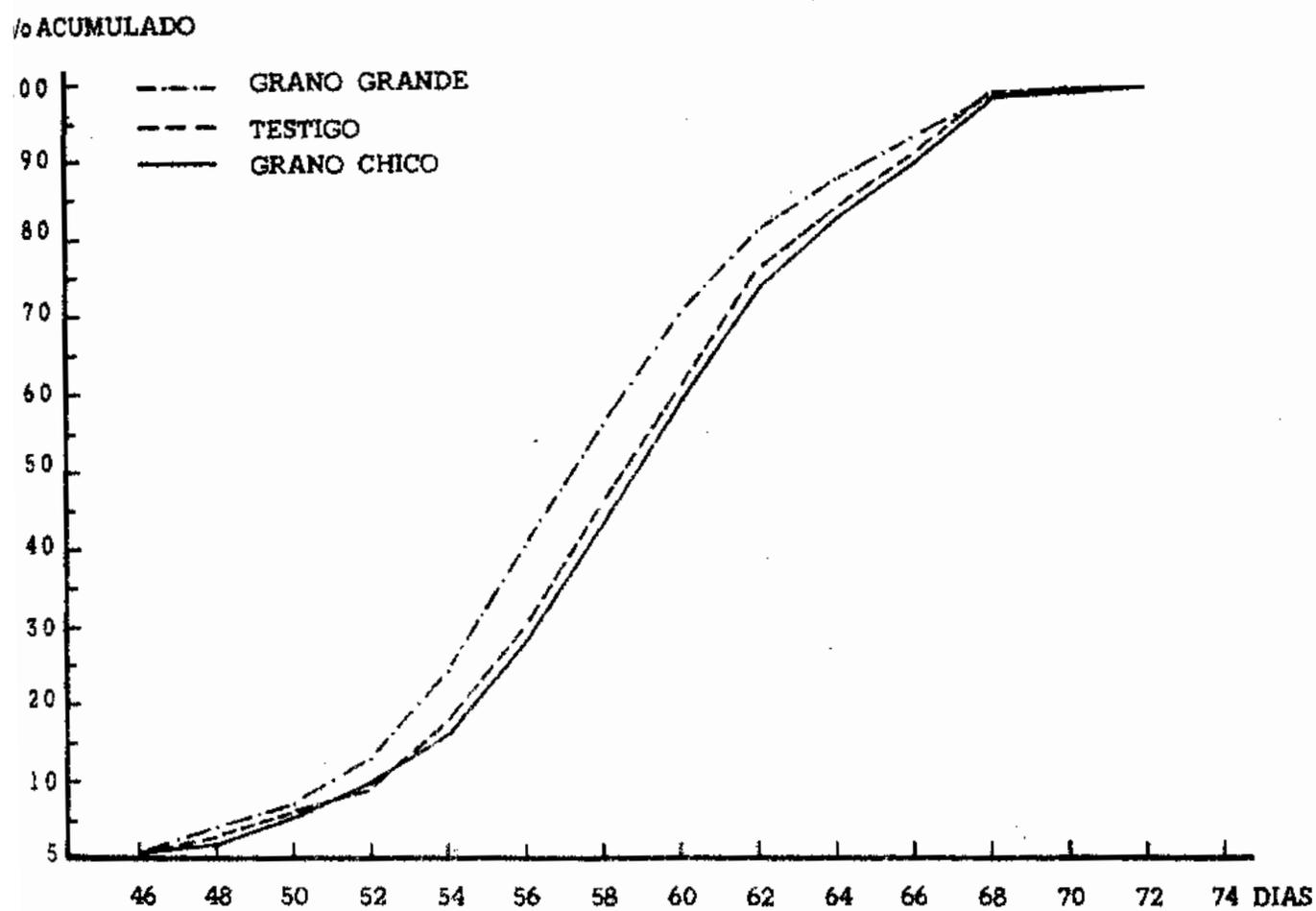
** Diferencia significativa al 1% de probabilidad.

Las distribuciones de los tratamientos fueron significativamente diferentes al testigo en los dos ciclos (Figuras 1 y 2) y también hubo diferencias entre los tratamientos para las dos generaciones, salvo para el testigo (Cuadro 28). Estos resultados confirman los obtenidos en el Ensayo I, a pesar de que el ciclo promedio del Ensayo II (61 días) se vio sensiblemente reducido por haber sido sembrado 12 días más tarde.

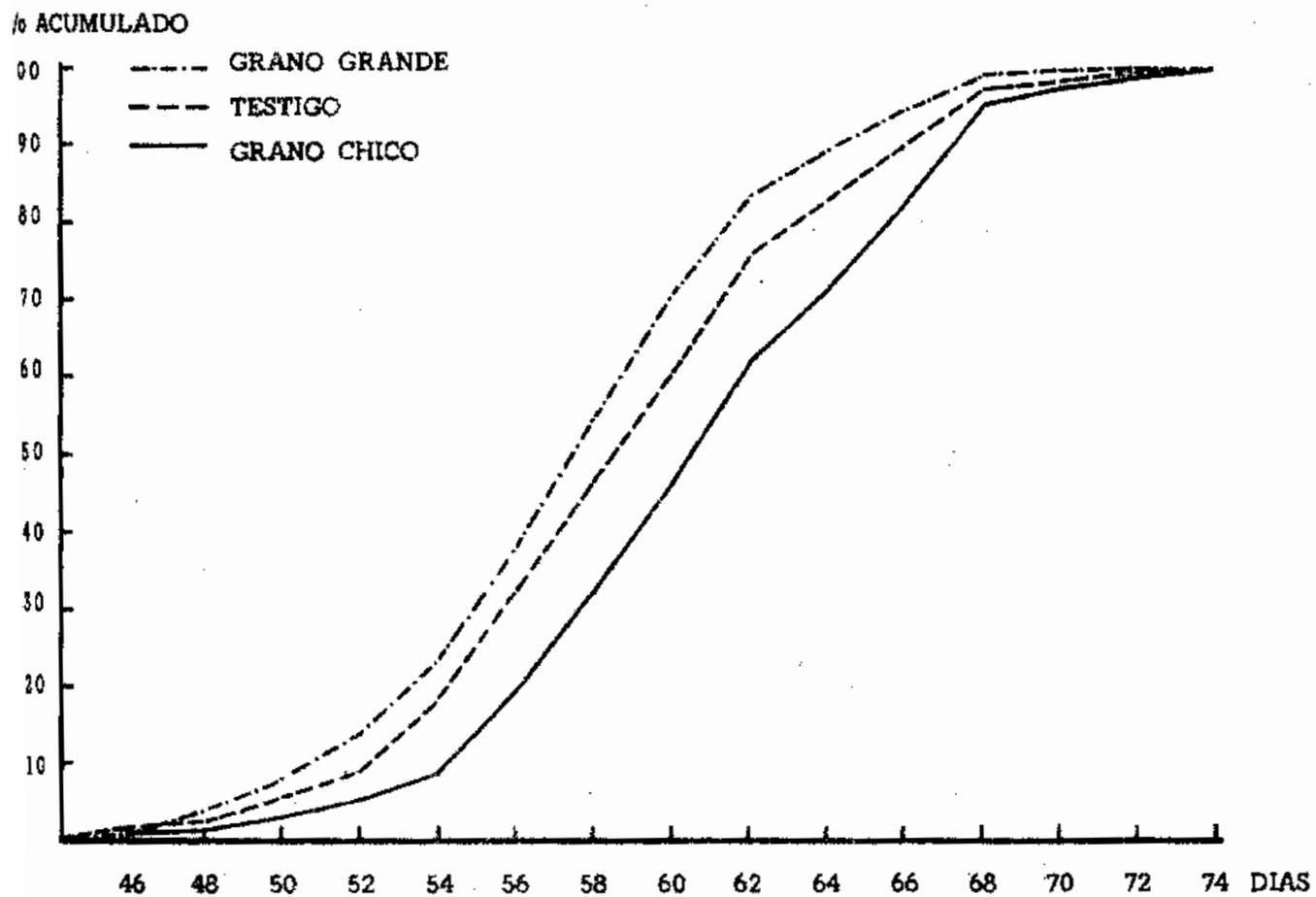
Minella (1979) encontró que después de 10 ciclos de selección masal por tamaño de grano, la selección por grano grande se asociaba negativamente con largo de ciclo a la floración, mientras que la selección por grano chico determinaba ciclos mayores.

Germán (1981) estudiando el comportamiento de los materiales seleccionados en las distintas etapas del programa de mejoramiento del trigo en la Estación Experimental La Estanzuela, encontró una asociación negativa entre el largo de ciclo y peso de 1.000 granos.

También Bhatt (1973) y Patterson y Fonseca (1968) hallaron correlaciones negativas entre tamaño de grano y largo del ciclo a la floración.



n 1. Frecuencias acumuladas para el carácter ciclo a la floración en días de poblaciones F_3 , Testigo y con un ciclo de selección por tamaño de grano.



12. Frecuencias acumuladas para el carácter ciclo a la floración en días de poblaciones F_4 , Testigo y con 2 ciclos de selección por tamaño de grano.

Ellos atribuyeron esto a la relación existente entre tamaño de grano y largo del período de llenado. Evans y Wardlaw (1976) destacan la importancia del largo del período de llenado del grano en los cereales templados, aún con distintas tasas de llenado. En condiciones en que el llenado del grano termina abruptamente por altas temperaturas o falta de agua, aquellas plantas conciclo a la floración más corto tienen mayores posibilidades de llenado.

A pesar de esto, autores como Nass y Reisser (1975) y Brocklehurst (1977) dan más importancia a la tasa de llenado como responsable del peso final del grano. De todas maneras hay otros factores que pueden estar detorminando que las plantas provenientes de semillas mayores tengan un desarrollo reproductivo anterior. Así, la relación entre tamaño de grano y vigor inicial (Kaufman y Guitard, 1967; Reis et al., 1976) y la relación tamaño de grano-desarrollo de las raíces (Belestkii y Kovalev, 1970) permiten a las plantas provenientes de semillas grandes un mayor aprovechamiento de los recursos disponibles y, seguramente, también un desarrollo más acelerado que las plantas provenientes de semillas más chicas.

Posiblemente este último efecto fue el responsable del acortamiento del ciclo a la floración de las poblaciones seleccionadas por grano grande respecto al testigo, ya que no tuvieron diferencias en el peso final de los 1.000 granos. Sin embargo, en las poblaciones seleccionadas por grano chico, la respuesta puede haberse debido a la acción combinada de los dos efectos. La respuesta directa en el peso de los 1.000 granos debe haber afectado en el largo del período de llenado, pero seguramente también fue muy importante el efecto del tamaño del grano sobre la velocidad de desarrollo de la planta.

2. Efecto de la Selección Natural en la Estructura de las Poblaciones. Estudio de Frecuencia del Caracter Ciclo a la Floración en las Poblaciones sin Selección.

La comparación de las poblaciones F_3 y F_4 , mediante las pruebas t y "Up and Down" de aleatoriedad de distribuciones, se muestra en los Cuadros 30 y 31..

Cuadro 30. Medias y varianzas para largo del ciclo a la floración en días - de las progenies de 10 cruzamientos de trigo.

Cruzamiento	Generación	Nº de plantas	Días a la floración \bar{x}	S
2	F3	110	60,5	4,97
	F4	112	62,8**	4,61
3	F3	113	62	5,14
	F4	97	61,68NS	4,81
4	F3	88	60,40	4,85
	F4	107	59,50NS	6,12
5	F3	83	63,92	3,83
	F4	124	62,4**	3,91
6	F3	76	59,90	6,38
	F4	94	58,22NS	5,03
7	F3	87	61,08	5,03
	F4	110	59,40**	4,51
8	F3	81	58,70	5,50
	F4	133	59NS	6,21
9	F3	100	61,20	4,82
	F4	95	62,4NS	4,92
10	F3	130	59,60	4,26
	F4	101	63,9**	3,91
11	F3	76	62,10	4,05
	F4	100	60,50*	5,18

** Difiere significativamente de la F3 al 1% de probabilidad

* Difiere significativamente de la F3 al 5% de probabilidad

NS No difiere significativamente de la F3

Quadro 31. Valores Zr (prueba "Up and Down" de aleatoriedad de distribuciones) de la comparación de distribuciones para dos generaciones (F_3 y F_4) en 10 cruzamientos de trigo.

Población F3 - F4	Cruzamientos									
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Zr	-2,36**	-0,23NS	-3,4**	-2,72**	-1,36NS	-1,93NS	-1,75NS	-2,04*	-4,49**	-4,08**

** Diferencia significativa al nivel de 1% de probabilidad

* Diferencia significativa al nivel de 5% de probabilidad

NS Diferencia no significativa

En los cruzamientos 2 y 10, la prueba t indicó que las poblaciones F_4 tenían en promedio ciclos más largos, lo cual fue confirmado por la prueba "Up and Down". En los cruzamientos 5 y 11, las poblaciones F_4 tuvieron en promedio ciclos más cortos, siendo esto también confirmado por la prueba "Up and Down". El cruzamiento 7 tuvo una media significativamente menor en la población F_4 , pero la aleatoriedad de las distribuciones no fue confirmada por la prueba "Up and Down". Los cruzamientos 4 y 9 presentan la situación inversa, no difiriendo sus medias para la prueba t, pero sí sus distribuciones para la prueba de aleatoriedad de distribuciones. En los cruzamientos 3, 6 y 8, las generaciones no difirieron para ninguna de las dos pruebas.

Esta situación determina en el promedio total y en la distribución acumulada para cada generación, un efecto de compensación que no permite detectar diferencias por las pruebas Duncan y "Up and Down" (Quadros 27 y 28, Gráfica 4).

Las distribuciones de frecuencia obtenidas detectan más de un tipo de herencia para largo de ciclo (Apéndices 14-23).

En los cruzamientos 3, 9 y 11, hijos de Estanzuela Dolores, el carácter parece estar regido por un par de genes con efecto de dominancia hacia ciclo largo. En ellos se tomó como división de clase el valor de 59 días, en donde se producía la inflexión de la distribución. Feerman (1918) y Thompson (1918) (citados por Nieves, 1937) informan que en los materiales con que trabajaban el carácter largo de ciclo, era regido por genes con dominancia hacia ciclo largo. Más recientemente, Crumpacker y Allard (1962) observaron que el largo de ciclo era gobernado por tres pares de genes, uno de los cuales manifestaba dominancia hacia ciclo largo. La prueba X^2 demostró que existía un buen ajuste a la segregación esperada para estos cruzamientos en las dos generaciones (Cuadro 32).

Esto comprueba la hipótesis de que el carácter es gobernado por un par de genes con acción dominante hacia ciclo largo. Es interesante destacar que el ajuste es muy bueno en la F_3 y no tanto en la F_4 .

Los cruzamientos 2, 5, 6 y 10, hijos de Estanzuela Dakurú y Estanzuela Tarariras, presentaron un comportamiento diferente. En ellos, el carácter parece estar regido por genes de acción dominante hacia ciclo corto o intermedio. Se tomó en estos casos como división de clase el valor 63 días (para el cruzamiento 10 el valor fue 65 días) donde se produce la inflexión de la distribución.

Para los cruzamientos 5 y 6, el ajuste a la proporción esperada en la prueba X^2 , es bueno para la F_3 , pero en la F_4 las clases superiores sufren una disminución de frecuencia, y deja de existir un buen ajuste (Cuadro 32). En el cruzamiento 2 se da un buen ajuste en la F_4 pero no en la F_3 .

Cuadro 32. Ajuste a una distribución monogénica esperada para el carácter largo de ciclo a la floración, mediante la prueba CHI Cuadrado (χ^2) en las generaciones F_3 y F_4 de siete cruzamientos de trigo.

Cruzamiento	Generación y Relación Probada	
	F_3 (5:3)	F_4 (9:7)
2	**	NS
3	NS	NS
5	NS	**
6	NS	**
9	NS	NS
10	**	**
11	NS	NS

El cruzamiento 10 tiene una clara tendencia a la bimodalidad (Apéndice - Gráfica 22) teniendo una clase de inflección bien marcada en la F_4 ; sin embargo, no se ajusta a la distribución esperada en ninguno de los dos casos (Cuadro 32).

En general, se puede decir que en este segundo tipo de cruzamiento (2, 5, 6 y 10) el ajuste a la distribución esperada para la segregación de un par de genes es pobre. Esto puede deberse a que la característica esté gobernada por más de un par de genes (lo que posiblemente sucede en el cruzamiento 10), a la acción de genes modificadores que determinan que la expresión fenotípica se desvíe de dominancia completa, o bien a un error en la determinación de la clase de inflección. Para los cruzamientos 4, 7 y 8, hijos de LF 239, el carácter parece estar regido por más de un par de genes, ya que la distribución sobre todo en el cruzamiento 8, parece muy cercana a la normal.

Cuadro 33. Segregación y prueba CHI Cuadrado (χ^2) para largo de ciclo, de las generaciones F_3 y F_4 de siete cruzamientos de trigo.

Cruzamientos	Generación	Nº de plantas		Relación Probada	χ^2	P
		Ciclo Corto	Ciclo Largo			
3, 9, 11	F_3	114	175	3:5	0,46	0,8-0,9
2, 5	F_3	127	66	5:3	6,90	0,5-0,25
6	F_3	54	22	5:3	2,37	0,25-0,1
10	F_3	123	7	5:3	57,20	0,001
3, 9, 11	F_4	121	171	7:9	0,64	0,5-0,3
2, 5, 6	F_4	181	88	9:7	13,31	0,001
10	F_4	79	22	9:7	19,83	0,001

Para evitar el error debido al tamaño de muestra, se agruparon las poblaciones que tenían el mismo esquema de herencia y varianzas homogéneas según el test Bartlett (Apéndice 13). Los resultados de ello se muestran en el Cuadro 33.

Para los cruzamientos 3, 9 y 11, la agrupación comprueba la bondad de ajuste en las dos generaciones. En los cruzamientos 2, 5 y 6 se da un buen ajuste en las generaciones F_3 , pero el ajuste es malo en la F_4 . Los resultados no dejan claro cuál puede ser la causa de este desajuste, pudiendo ser entre otras, algún tipo de efecto de competencia intergenotípica (en los cruzamientos 5 y 6). El agrupamiento de los datos indica que más plantas que las fenotípicamente esperadas se mostraban en las clases de ciclo más corto en la F_4 de estos cruzamientos (20%).

Minella (1979), estudió en poblaciones de trigo el efecto de la selección natural y encontró que ella actuaba disminuyendo el largo de ciclo promedio de las poblaciones. Por otro lado, Busch y Luizzi (1979) observaron que en la F_5 de los cruzamientos que estudiaban, las poblaciones todavía se ajustaban a la composición esperada, siendo pequeñas las variaciones atribuibles a la competencia intergenotípica.

A pesar de ello, en estos cruzamientos sólo en el caso del 6, la media de la F_4 fue significativamente menor que la de la F_3 (Cuadro 30), siendo también significativamente diferente las distribuciones de las dos generaciones (Cuadro 31).

Los datos que se disponen no prueban entonces claramente el efecto de la selección natural en estos cruzamientos, pero es destacable el buen ajuste a la segregación esperada que tuvieron algunos cruzamientos, sobre todo en el caso de las progenies de Estanzuela Dolores, cultivar con ciclo a la floración marcadamente más corto que los cultivares antiguos.

V. CONCLUSIONES

La metodología de selección masal por tamaño de grano empleada en este ensayo no determinó un efecto directo positivo al seleccionar por tamaño gran de, aunque sí se lograron aumentos en el rendimiento de grano al cabo de dos ciclos de selección. Por otro lado, la selección por tamaño de grano chico resultó efectiva tanto directamente sobre el peso del grano, como indirectamente sobre el rendimiento, existiendo además una alta asociación entre estas disminuciones.

Estos resultados estarían indicando que con el material parental con - que se cuenta en el programa convencional de mejoramiento, podemos lograr importantes avances en la estructura de las poblaciones al seleccionar por tama ño de grano ya que el efecto de compensación entre los componentes del rendimiento no es grande.

Las características de calidad de las poblaciones no sufrieron variaciones importantes en los tratamientos de selección con respecto al testigo. Esta metodología, si bien debe ser ajustada, abre la posibilidad de hacer un manejo rápido y eficaz con el cual podamos evaluar más y mayores poblaciones segregantes superando así, en parte, las limitaciones de infraestructura con - que cuenta el país para el mejoramiento.

Si consideramos la importancia que tienen las enfermedades como limitante para el cultivo en nuestras condiciones y que uno de sus efectos principales es sobre el peso de 1.000 granos, la posibilidad de ejercer una presión de selección por medios mecánicos, podría actuar reduciendo la frecuencia de genotipos susceptibles indeseables.

Con respecto a la gran limitación que se le plantea al trabajo con poblaciones segregantes bajo una condición de competencia, el estudio de frecuencias realizado para ciclo a la floración, no demostró, en general, grandes desviaciones de las estructuras fenotípicas esperadas.

A pesar de esto, el tema no se agota aquí y serán necesarias posteriores y más profundas investigaciones sobre él, para dar una base más segura al trabajo en selección masal.

Todas estas consideraciones, eficiencia de la selección por tamaño de grano, posibilidad de eliminación de genotipos indeseables, y un aparentemente bajo efecto de selección natural en la composición de las poblaciones, estarían determinando que la selección masal en las primeras generaciones segregantes por medios mecánicos es otra técnica que se puede usar en el mejoramiento de trigo, en nuestras condiciones.

VI. RESUMEN

En 1979 se realizaron en La Estanzuela dos ensayos para evaluar el efecto de dos ciclos de selección masal por tamaño de grano en las progenies de once cruzamientos entre trigos modernos y algunos de los primeros trigos uruguayos. La selección fue hecha con zarandas de distinto calibre en F_3 y F_4 . Los tratamientos dentro de cada progenie fueron tamaño grande, chico y testigo, para cada generación.

En uno de los ensayos se realizaron mediciones para rendimiento y características asociadas. La selección masal por grano grande no fue efectiva en aumentar el peso de grano de las poblaciones frente al testigo; sin embargo, el rendimiento fue un 5% superior al testigo. Por otro lado, los tratamientos de grano chico tuvieron pesos de grano y rendimientos significativamente menores que el testigo. Las características de calidad ~~no~~ fueron sensiblemente afectadas por la selección.

En el otro ensayo se estudiaron las frecuencias para el carácter ciclo a la floración en plantas aisladas. La selección por grano grande y chico ~~de~~ terminó, en promedio, ciclos más cortos y significativamente más largos que el testigo, respectivamente. En las poblaciones testigo la distribución de la característica se ajustó a la segregación esperada, según el tipo de herencia, en la mayoría de los casos; en las poblaciones que no hubo ajuste el ~~co~~rrimiento fue hacia plantas de ciclo más corto.

El método masal parece una alternativa interesante para el manejo de las poblaciones segregantes en nuestras condiciones.

S U M M A R Y

Two trials were conducted at La Estanzuela during 1979, in order to evaluate two mass-selection cycles for seed size in the progenies of eleven crosses between modern and old uruguayan wheats. Sieves of different size were used to select at F_3 and F_4 . The treatments within each generation and progeny were large, small and test seed size.

Yield and quality determinations were done in the first trial. Mass-selection for large seed size was not effective in increasing the seed weight of the populations, but it determined 5% higher yieldings. Meanwhile, selection for small seed size determined reductions on the seed weight and yield of the same magnitude. Quality characteristics were not sensibly affected by the selection.

Frequency distributions for earliness were studied in space-planted plots, at the second trial. Selection for large and small seed size, determined shorter and significantly larger cycles respectively, as referred to the test. Generally the distribution of the character in the test populations, fitted to the expected ratio, according to each inheritance pattern. The populations whose fitness was not good, shifted towards short cycles.

Mass-selection seems to be an interesting option for the conduction of the segregating populations in our conditions.

VII. LITERATURA CITADA

1. ABDULLAHI, A. and VANDERLIP, R.L. Relationship of vigor test and seed source and size to sorghum seedling establishment. Australian Journal of Agricultural Research 64(2):143-144. 1972.
2. ADAMS, M.W. Basis of yield compensation in crop plants with special reference to the field bean, Phaseolus vulgaris. Crop Science 7(5): 505-514. 1967.
3. ———, and GRAFIUS, J.E. Yield component compensation. Alternative interpretations. Crop Science 11(1):33-35. 1971.
4. ALLARD, R.W. Principios de la mejora genética de las plantas. Barcelona. OMEGA, 1967. 498 p.
5. ARNOT, R.A. The effect of seed weight and depth of sowing on the emergence and early seedling growth of perennial ryegrass (Lolium perenne) Journal of the British Grassland Society 24(2):101-110. 1969.
6. ASHER, C.J. and OZANNE, P.G. Root growth in seedlings of annual species. Plant and Soil. 3:423-436. 1966.
7. ASSANA, R.D. and MANI, V.S. Studies in physiological analysis of yield. II. Further observations on varietal differences in photosynthesis in the leaf stem and ear of wheat. Physiologia Plantarum. 8:8-19. 1955.
8. ATKINS, R.E. Effect of selection upon bulk hybrid barley populations. Agronomy Journal. 45(7):311-314. 1953.

9. AUSTENTON, H.M. and WALTON, P.D. Relationships between initial seed weight and mature plant characters in spring wheat. *Canadian Journal of Plant Science*. 50(1):53-58. 1970.
10. BELETSKII, S.M. and KOVALEV, L.G. Seed size and yield. *Selektiv Semenov*, N° 4, 60-3. 1969. (Original no consultado, compendiado on *Field Crop Abstract* 23(1):5, 1970).
11. BHATT, G.M. Inheritance of heading date, plant height and kernel weight in two spring wheat crosses. *Crop Science* 12(1):95-98. 1972.
12. ———. and DERERA, N.F. Associated changes in the attributes of wheat populations mass-selected for seed size. *Australian Journal of Agricultural Research*. 24(2):179-186. 1973.
13. ———. Significance of Path Coefficient Analysis in determining the nature of character association. *Euphytica* 22(2):338-343. 1973.
14. BOERGER, A. Observaciones sobre agricultura; quince años de trabajos fitotécnicos en el Uruguay. Montevideo, Imprenta Nacional, 1928. 580 p.
15. BREMNER, P.M., ECKERZALL, R.N. and SCOTT, A. Embryo and endosperm size and seed size in wheat. *The Journal of Agricultural Science* 61(1):139-145. 1963.
16. ———. Accumulation of dry matter and nitrogen by grains in different positions of the wheat ear as influenced by shading and defoliation. *Australian Journal of Biological Science*. 25(4):657-668. 1972.

17. BRIDGFORD, R.O. and HAYES, H.K. Correlations of factors affecting yield in hard red spring wheat. *Journal of American Society of Agronomy*. 23(2):106-117. 1931.
18. BRIGGS, F.N. and KNOWLES, P.F. Introduction to plant breeding. Davis, California. Reinhold, 1977. 426 p.
19. BROCKLEHURST, P.A. Factors controlling grain weight in wheat. *Nature*, 266:348-49. 1977.
20. BUSCH, R.H. and LUZZI, D. Effects of intergenotypic competition on plant height, days to heading and grain yield of F_2 through F_5 bulks of spring wheats. *Crop Science*. 19(6):815-819. 1979.
21. ———. and KOFOID, K. Recurrent selection for kernel weight in spring wheat. In Annual Meetings, Detroit, Mich., 1980. *Agronomy Abstracts*. Detroit, ASA - Crop Science Society of America - Soil Science Society of America, 1980. p.51.
22. CARVER, F. 1977. The influence of seed size on the performance of cereals in variety trials. *Journal of Agricultural Science*. 89(2):247-249. 1977.
23. CHANDANAMUTTA, P. and FREY, K.J. Indirect mass selection for grain yield in oat populations. *Crop Science*. 13(4):470-473. 1973.
24. CRUMPACKER, D.W. and ALLARD, R.W. A diallel cross analysis of heading date in wheat. *Hilgardia*. 32(6):275-318. 1962.

25. DERERA, N.F. and BHATT, G.M. Effectiveness of mechanical mass selection in wheat (Triticum aestivum L.). Australian Journal of Agricultural Research. 23(5):761-68. 1972.
26. DIAZ, M. Evaluación de variedades y líneas de trigo por resistencia y tolerancia a mancha de la hoja, causada por Septoria tritici Rob. ex Desm. Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1976. 99p.
27. EDWARDS, L.H., KETATA, H. and SMITH, E.L. Gene action of heading date, plant height and other characters in two winter wheat crosses. Crop Science. 16(2):275-277. 1976.
28. EVANS, L.E. and BHATT, G.M. Influence of seed size, protein content and cultivar on early seedling vigor in wheat. Canadian Journal of Plant Science. 57(3):929-935. 1977.
29. EVANS, L.T. and WARDLAW, I.F. Aspects of comparative physiology of grain yield in cereals. Advances in Agronomy. 28:301-359. 1976.
30. EVANS, P.S. Effect of seed size and defoliation at three development stages on root and shoot growth of seedling of some common pasture species. New Zealand Journal of Agricultural Research. 16(3):389-394. 1973.
31. EYAL, Z. Effect of Septoria leaf blotch on the yield of spring wheat in Israel. Plant Disease Reporter. 56(11):983-986. 1972.
32. ———. and ZIV, O. The relationship between epidemics of Septoria leaf blotch and yield losses in spring wheat. Phytopathology. 64(11):1385-1389. 1974.

33. FAVRET, E.A., SOLARI, R.M. and MANGHERS, L.E. Induced mutations for protein quantity and quality in wheat. In International Symposium of Seed Protein Improvement in Cereals and Grain Legumes, Neuherberg, 1978. Proceedings. Vienna, IAEA-FAO, 1979. v.2:211-223.
34. FONSECA, S. and PATTERSON, F.L. Yield component heritabilities and interrelationships in winter wheat (Triticum aestivum L.). Crop Science 8(5):614-617. 1968.
35. FOWLER, D.B. and ROCHE, J.A. Wheat quality evaluation. Influence of genotype and environment. Canadian Journal of Plant Science. 55(1): 263-269. 1975.
36. FREY, K.J. Mass selection for seed width in oat populations. Euphytica. 16(3):341-349. 1967.
37. GARDNER, C.O. An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn. Crop Science. 1(3): 241-245. 1961.
38. GATTI de León, I., VAZQUEZ, E. y PEREA, C. Cultivares certificados de trigo. Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger", Estación Experimental La Estanzuela. Hoja de Divulgación Nº 51. 1976. 6p.
39. GEADELMANN, J.L. and FREY, K.J. Direct and indirect mass-selection for grain yield in bulk oat populations. Crop Science. 15(4):490-94. 1975.

40. GERMAN, S. Estudio del comportamiento de los cultivares de trigo (Triticum aestivum L.) seleccionado en las distintas etapas del programa de mejoramiento. Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 1981. 152 p.
41. GHADERI, A., EVERSON, E.H. and YAMAZAKI, W.T. Test weight in relation to the physical and quality characteristics of soft winter wheat (T.aestivum L. em. Thell). Crop Science. 11(4):515-16. 1971.
42. GRAFIUS, J.E. Components of yield in oats: A geometrical interpretation. Agronomy Journal. 48:419-23. 1956.
43. ———. and WEIBE, G.A. Expected genetic gain in yield in small grains: a geometrical interpretation. Agronomy Journal. 51:560-62. 1959.
44. GREANEY, F.J., WOODWARD, J.C. and WHITESIDE, A.G. The effect of stem rust on the yield, quality, chemical composition, and milling and baking properties of Marguis wheat. Scientific Agriculture. 22(1):40-60. 1941.
45. GRIBNAC, P., POUX, J., et THOMAS, A. Comparaison de différentes méthodes de sélection utilisées pour l'amélioration des variétés de Blé. Annales d'Amélioration des Plantes. 28(4):311-350. 1978.
46. GUBANOVA, L.G. Study of the relation of protein content to yield and seed size in wheat. Biol.Osnovy povysheniya vnozhayosti s-Kn. 1977, pp. 100-101 (Original no consultado; compendiado en Plant Breeding Abstract. 49(1):201. 1979).

47. HARRINGTON, J.B. Métodos de genética cerealista. Roma, FAO, 1954.
147 p.
48. HAYES, H.K., IMMER, F.R. and SMITH, D.C. Methods of plant breeding. New York, McGraw Hill, 1955. 551p.
49. INGLETT, G.E. Kernel structure and composition. In _____ Wheat production and utilization. Westport, Connecticut, AVI, 1974. pp. 108-118.
50. JAIN, H.K. Protein contents, grain size and other components of yield in bread wheat. New Delhi, Indian Agricultural Research Institute. Bulletin 1977, pp.140-141. (Original no consultado, compendiado en Plant Breeding Abstracts. 23(1):5. 1977).
51. JOHNSON, V.A. et al. Inheritance of plant height, yield of grain and other plant and seed characteristics in a cross of hard red winter wheat, Triticum aestivum L. Crop Science. 6(4):336-338. 1966.
52. KAUFMANN, M.L. and McFADDEN, A.D. The competitive interaction between barley plants grown from large and small seeds. Canadian Journal of Plant Science. 40(4):623-629. 1960.
53. _____ and _____. The influence of seed size on results of barley yield trials. Canadian Journal of Plant Science. 43(1):51-58. 1963.
54. _____ and GUITARD, A.A. The effect of seed size on early plant development in barley. Canadian Journal of Plant Science. 47(1): 73-77. 1967.

55. KHALIFA, M.A. and QUALSET, C.O. Intergenotypic competition between tall and dwarf wheats; in mechanical mixture. *Crop Science*. 14(5):795-799. 1974.
56. ———, and ———. Intergenotypic competition between tall and dwarf wheats. II. In hybrid bulks. *Crop Science*. 15(5):640-644. 1975.
57. KNOTT, D.R. and TALUKDAR, B. Increasing seed weight in wheat and its effect on yield, yield components, and quality. *Crop Science*. 11(2):280-283. 1971.
58. ———. Selection for yield in wheat breeding. *Euphytica*. 28(1):37-40. 1979.
59. KRAMER, T.H. Environmental and genetic variation for protein content in winter wheat (Triticum aestivum L.). *Euphytica*. 28(2):209-218. 1979.
60. LAUDE, H.H. and PAULI, A.W. Simulated hail inquiries to winter wheat. Kansas Agricultural Experimental Station. Bulletin N° 402. 1959. p.48.
61. LUZZI, D. Relaciones entre el rendimiento, sus componentes y las estructuras por encima del nudo de la hoja bandera, en dieciocho variedades de trigo. Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía, 1972, 81 p.
62. Mc NEAL, F.H. et al. Selection for yield and yield components in wheat. *Crop Science*. 18(5):795-799. 1978.
63. MAJEL, M. et al. Microscopic structure and composition of the wheat kernel. In POMERANZ, Y. Wheat chemistry and technology. St. Paul, Minn. AA.CC. 1971. pp. 51-116.

64. MANGHERS, L.E. y FAVRET, E.A. Relación entre peso de grano y su contenido nitrogenado en algunas mutantes de cebada. Castelar, Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Boletín de Genética N° 6. 1969. pp.1-10.
65. MANZINI, E., RAVA, C. y LOPEZ, A. Incidencia de Septoria tritici Rob. en ocho variedades de trigo cultivadas en el Uruguay. Investigación Agrícola (Uruguay) N° 5:5-8. 1970.
66. MARKGRAFF, S. Efecto del golpe blanco sobre el rendimiento de trigo. Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía, 1970. 22 p.
67. MINELLA, E. Evaluation of ten generations of mechanical mass selection for seed size in a wheat composite cross. Ph.D.Thesis, Davis, Ca., University of California. 1979. 53 p.
68. MISHRA, A.B., HIRVE, C.D. and SANGH, S.P. Effects of brown rust caused by Puccinia recondita on wheat. PANS. 16(1):142-146. 1970.
69. NASS, H.G. and REISSER, B. Grain filling period and grain yield relationships in spring wheat. Canadian Journal of Plant Science. 55(3):673-678. 1975.
70. NIEVES, R. Herencia de algunos caracteres morfológicos y fisiológicos en el trigo. Archivo Fitotécnico del Uruguay. 2:413-447. 1937.
71. PARODA, R.S. and JOSHI, A.B. Genetic architecture of yield and components of yield in wheat. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding. 30(2):298-314. 1970.

72. PEREA, C.F. y DIAZ DE ACKERMANN, M. Relevamiento de enfermedades del trigo en el Uruguay. In Uruguay. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger". Enfermedades del trigo. Montevideo, 1980. pp. 1-7. (Miscelanea N° 20).
73. PUSHMAN, F.M. and BINGHAM, J. Components of test weight of ten varieties of winter wheat grown with two rates of nitrogen fertilizer application. *Journal of Agricultural Science*. 85(3):559-564. 1975.
74. RASMUSSEN, D.C., BEARD, B.H. and JOHNSON, F.K. Effect of natural selection on performance of a barley population. *Crop Science*. 7:543. 1967.
75. ————. and CANNEL, R.Q. Selection for grain yield and components of yield in barley. *Crop Science*. 10(1):51-53. 1970.
76. REDDEN, R.J. and JENSEN, N.F. Mass selection and mating systems in cereals. *Crop Science*. 14(3):345-50. 1974.
77. REES, R.G., THOMPSON, J.A. y GOODWARD, E.A. Slow rusting and tolerance to rusts in wheat. The progress and effects of epidemics of Puccinia recondita tritici in selected wheat cultivars. *Australian Journal of Agricultural Research*. 30(3):421-432. 1979.
78. RIES, S.K. et al. Variation in protein size and seedling vigor with position of seed in heads of winter wheat cultivars. *Canadian Journal of Plant Science*. 56(4):823-29. 1976.

79. REISENAUER, P.E. and MORRISON, K.J. The association of seed size and yield on winter wheat (Triticum aestivum L.). Agronomy Abstracts, 96. 1976. (Original no consultado, compendiado en Plant Breeding Abstracts. 49(7):5639. 1979).
80. ROMERO, G.E. and FREY, K.J. Mass selection for plant height in oat populations. Crop Science. 6(3):283-287. 1966.
81. SMITH, D.C. Development and success. In FREY, J. Plant Breeding; a symposium held at Iowa State University. Ames, Iowa State University Press, 1967, pp. 3-54.
82. SOKAL, R.R. y ROHLF, F.J. Biometría; principios y métodos estadísticos en la investigación biológica. Madrid, Héroes, 1979. 831 p.
83. SUN, P.L.F., SHANDS, H.L. and FORSBERG, R.A. Inheritance of kernel weight in six spring wheat crosses. Crop Science. 12(1):1-5. 1972.
84. TEE, T.S. and QUALSET, C.O. Bulk populations in wheat breeding: comparison of single seed descent and random bulk methods. Euphytica. 24(2):393-405. 1975.
85. URUGUAY. MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCION DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS AGROPECUARIAS. Cultivos de invierno; cosecha 1979/80. Montevideo, 1980. s.p. (Serie Informativa).
86. VALEY, J.A. Automatic methods for the determination of nitrogen, phosphorus and potassium in plant material. The Analyst. 91(1079):119-126. 1966.

87. WOMACK, D. and THURMAN, R.L. Effect of leaf removal on the grain yield of wheat and oats. *Crop Science*. 2(5):423-426. 1962.
88. YAMAZAKI, W.T. and BRIGGLE, L.W. Components of test weight in soft wheat. *Crop Science*. 9(4):457-59. 1969.
89. ZELENY, L. Criteria of wheat quality. In POMERANZ, Y. *Wheat chemistry and technology*. St. Paul, Minn., AA.CC., 1971. pp. 19-49.

VIII. A P E N D I C E

Apéndice 1. Análisis de varianza para peso de 1.000 granos.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Coefficiente de Variación
Bloques	2	16,86	8,43	3,10 NS	
Cruzamientos	10	859,41	85,94	32,14 **	
Error (a)	20	53,48	2,67		
Parcelas	32	929,75			4,9%
Generación	1	8,91	8,91	5,24 *	
Tratam.de selección	2	116,79	58,39	34,37 **	
Generación/tratam. de selección	2	55,96	27,98	16,47 **	
Cruzamiento/generación	10	56,25	5,62	3,31 **	
Cruzamiento/tratam. de selección	20	84,28	4,22	2,48 **	
Cruzamiento/generación/ tratam.de selección	20	61,19	3,06	1,80 *	
Error (b)	110	186,92	1,70		3,9%
Total	197	1500,04			

** = Significativo al 1% de probabilidad

 $\bar{x} = 32,73$ g.

* = Significativo al 5% de probabilidad

NS = No significativo

Apéndice 2. Comparación de medias dentro de cruzamientos, para peso de 1.000 granos, por medio de la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
F3 G6	39,18a	31,28a	31,65a	35,65a	34,68c	30,13ab	33,1 a	30,87bc	29,25ab	32,57b	30,95ab
F3 GCH 38	a	31,80a	20,3 ab	34,2 a	33,0ab	30,03b	32,27ab	33,32ab	29,65ab	34,2ab	30,32ab
F3 S/S	38,93a	32,2 a	30,9 ab	36,3 a	33,68ab	32,77ab	33,07a	32,68ab	31,31e	33,63ab	30,66ab
F4 G6	39,63a	31,25a	32,57a	34,52a	35,55ab	32,83ab	30,63ab	34,37a	30,12ab	33,67ab	30,02b
F4 GCH	31,92b	30,52a	26,67b	31,38b	31,32b	30,92b	30,42b	29,8 c	27,96b	33,68ab	30,8 ab
F4 S/S	39,55a	31,92a	31,66a	35,1 a	32,77ab	34,75c	33,25a	31,76bc	30,02ab	35,22a	32,9 a

D = 2,42

Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan).

Apéndice 3. Análisis de varianza para rendimiento en grano.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Coefficiente de Variación
Bloques	2	8.688,01	4.344	1,31 NS	
Cruzamientos	10	133.635,38	1.363,54	4,02 **	
Error (a)	20	66.367,11	3.318,35		
Parcelas	32	208.690,5			15,9%
Generación	1	3.362,91	3.362,91	1,54 NS	
Tratam.de selección	2	31.263,77	15.631,88	7,18 **	
Generación/tratam. de selección	2	13.162,21	6.581,11	3,00 *	
Cruzamiento/generación	10	28.635,42	2.863,54	1,32 NS	
Cruzamiento/tratam. de selección	20	57.719,34	2.885,97	1,33 NS	
Cruzamiento/generación/ tratam.de selección	20	62.957,13	3.147,86	1,45 NS	
Error (b)	110	239.594,22	2.177,58		12,9%
Total	197	645.325,5			

$$\bar{x} = 360,5 \text{ gr/parcela} = 3.004,17 \text{ kg/ha}$$

** = Significativo al 1% de probabilidad

* = Significativo al 5% de probabilidad

NS = No significativo

Apéndice 4. Comparación de medias dentro de cruzamientos, para rendimiento en grano, por medio de la prueba Duncan ($P \leq 0,05$).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
F3 GG	3664ab	3576a	2093ab	2668ab	3522ab	2894b	3283a	2908ab	2686a	3100a	2944a
F3 GCH	3397abc	3097ab	2433ab	3075a	2933b	3355ab	2792a	2955ab	2999a	3408a	2755a
F3 S/S	3017bc	2942cb	2900cb	2960a	3100ab	3147ab	2630a	2622ab	2736a	3236a	2933a
F4 GG	3469abc	2754b	2936ab	2967ab	3706a	3361ab	2933a	3150a	2664a	3397a	3305a
F4 GCH	2833c	3003ab	2383b	2244b	2803b	2867b	3147a	2386b	2492a	3380a	2705a
F4 S/S	3847a	2484b	3133a	2463ab	2670b	3622a	3047a	2694ab	2594a	3119a	3213a

D = 725 kg/ha

Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$, Duncan).

Apéndice 5. Análisis de varianza para peso hectolítrico

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Coefficiente de Variación
Bloques	2	19,17	9,59	1,18 NS	
Cruzamientos	10	30,08	3,01	0,37 NS	
Error (a)	20	163,11	8,16		
Parcelas	32	212,36			3,8%
Generación	1	5,63	5,63	1,69 NS	
Tratam.de selección	2	36,31	18,15	5,41**	
Generación/tratam. de selección	2	5,89	2,94	0,88 NS	
Cruzamiento/generación	10	24,44	2,44	0,73 NS	
Cruzamiento/tratam. de selección	20	139,84	6,98	2,08 **	
Cruzamiento/Generación/ tratam.de selección	20	131,39	6,57	1,96 *	
Error (b)	110	369,11	3,36		2,5%
Total	197	924,67			

$$\bar{x} = 74,16 \text{ kg/hl}$$

** = Significativo al 1% de probabilidad

* = Significativo al 5% de probabilidad

NS = No significativo

Apéndice 6. Comparación de medias dentro de cruzamientos para peso hectolítrico, por medio de la prueba Duncan ($P \leq 0,05$).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
F3 GG	76,48a	75,73ab	75,13a	75,58a	74,77a	76,03a	77,08a	73,63a	72,6 ab	74,08a	74,55a
F3 GCH	74,47a	74,30ab	73,93a	71,03b	75,13a	72,45b	74,92a	76,1 a	71,85ab	73,57a	72,65a
F3 S/S	73,27a	75,52ab	73,72a	72,75ab	75,97a	73,57ab	75,38a	72,75a	75,67a	74,38a	73,78a
F4 GG	75,73a	76,78a	74,35a	74,32a	71,92b	73,93ab	74,02a	74,58a	74,3 ab	74,47a	74,4 a
F4 GCH	73,97a	73,65ab	73,72a	70,28b	76,78a	73,65ab	74,23a	74,12a	71,7 b	75,9 a	74,17a
F4 S/S	75,35a	72,82b	74,38a	73,27ab	74,47ab	72,45b	73,8 a	72,9 a	73,35ab	74,85a	73,13a

D (Duncan) = 3,67 kg/ha

Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan)

Apéndice 7. Análisis de varianza para porcentaje de proteína

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Coefficiente de Variación
Bloques	2	0,73	0,37	0,69 NS	
Cruzamientos	10	7,40	0,75	1,38 NS	
Error (a)	20	10,83	0,54		
Parcelas	32	19,04			13%
Generación	1	0,04	0,04	0,71 NS	
Tratam.de selección	2	0,35	0,18	3,21 *	
Generación/tratam. de selección	2	0,004	0,002	0,036 NS	
Cruzamiento/generación	10	1,07	0,11	1,96 NS	
Cruzamiento/tratam. de selección	20	1,29	0,06	1,07 NS	
Cruzamiento/generación/ tratam.de selección	20	1,24	0,06	1,07 NS	
Error (b)	110	6,22	0,056		4,2%
Total	197	29,254			

* = Significativo al 5% de probabilidad

NS = No significativo

Apéndice B. Comparación de medias dentro de cruzamientos para porcentaje de proteína, por medio de la prueba Duncan ($P \leq 0,05$).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
F3 GG	12,47bc	14,10a	12,52b	12,96a	13,09ab	14,30a	13,59ab	15,15bc	12,75ab	12,71c	12,27ab
F3 GCH	12,38bc	13,78a	12,47b	13,27a	12,96ab	14,14ab	13,04c	12,93bc	13,04a	13,18b	12,10b
F3 S/S	12,82ab	13,26b	14,10a	13,07a	12,82b	14,14ab	13,51b	13,70a	12,71bc	13,68a	12,29ab
F4 GG	12,93a	13,86a	12,36b	12,87a	12,93ab	13,70bc	13,20bc	13,20b	12,49c	13,30ab	12,49ab
F4 GCH	12,21c	14,08a	11,84c	12,87a	13,22ab	13,26c	12,98c	13,31ab	13,20a	13,04bc	12,65a
F4 S/S	12,65abc	13,86a	12,43b	13,04a	13,38a	13,79b	13,97a	12,71c	13,09a	13,35ab	12,65a

$$D \text{ (Duncan)} = 0,44$$

Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan).

Apéndice 9. Análisis de varianza para contenido de proteína (gr de proteína en 1.000 granos, BMS).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Coefficiente de Variación
Bloques	2	127,45	63,72	0,71 NS	
Cruzamientos	10	5.281,87	528,19	5,89 **	
Error (a)	20	1.793,09	89,65		
Parcelas	32	7.202,41			12%
Generación	1	62,64	62,64	2,83 NS	
Tratam.de selección	2	1.002,43	501,22	22,63 **	
Generación/tratam. de selección	2	311,05	155,53	7,02 **	
Cruzamiento/generación	10	446,09	44,61	2,01 *	
Cruzamiento/tratam. de selección	20	830,7	41,94	1,89 *	
Cruzamiento/generación/ tratam.de selección	20	799,52	39,98	1,81 *	
Error (b)	110	2.436,76	22,15		6,1%
Total	197	5.897,19			

** = Significativo al 1% de probabilidad

* = Significativo al 5% de probabilidad

NS = No significativo

Apéndice 10. Comparación de medias dentro de cruzamientos para contenido de proteína, por medio de la prueba Duncan ($P \leq 0,05$).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
F3 GG	4,29b	4,41ab	3,96b	4,65ab	4,54a	4,21e	4,50b	4,07c	3,69d	4,14c	3,79bc
F3 GCH	4,70c	4,39abc	3,78c	4,50bc	4,38b	4,27c	4,21c	4,30b	3,87bc	4,51b	3,67c
F3 S/S	4,99b	4,26c	4,36a	4,75a	4,32b	4,60b	4,10cd	4,48a	3,93a	4,55b	3,74c
F4 GG	5,15a	4,33abc	4,02b	4,45c	4,34b	4,49b	4,07de	4,54a	3,75cd	4,49b	4,14a
F4 GCH	3,89d	4,28bc	3,40d	4,04d	4,14c	4,10d	3,95c	3,96c	3,70d	4,42b	3,89b
F4 S/S	5,02ab	4,42a	3,94b	4,58bc	4,38b	4,79a	4,65a	4,04c	3,93ab	4,71a	4,16a

D (Duncan) = 0,13

Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$ Duncan).

Apéndice 11. Correlaciones entre las características estudiadas en el Ensayo I.

	Rendimiento	Peso 1.000 granos	Peso Hectolítrico
Peso 1.000 granos	0,59 ***		
Peso Hectolítrico	-0,02 NS	0,17 NS	
% Proteína	-0,23 *	-0,03 NS	0,03 NS
Contenido de Proteína	0,48 **	---	0,18 NS

*** = Significativo al nivel de 1‰ de probabilidad

** = Significativo al nivel de 1% de probabilidad

* = Significativo al nivel de 5% de probabilidad

NS = No significativo

Apéndice 12. Análisis de varianza para largo de ciclo a la floración
(Ensayo II).

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F
Cruzamientos	10	82,08	8,21	3,99 **
Generación	1	2,72	2,72	1,32 NS
Tratam.de selección	2	45,92	22,96	11,15 **
Cruzamiento/generación	10	23,05	2,31	1,12 NS
Cruzamiento/tratam. de selección	20	23,81	1,19	0,58 NS
Generación/tratam. de selección	2	18,29	9,14	4,44 **
Cruzamiento/generación/ tratam.de selección (Error)	20	41,3	2,06	
Total	65			

C.V. = 2,4%

** = Significativo al nivel de 1% de probabilidad

NS = No significativo

Apéndice 13. Tests de Bartlett para las varianzas de ciclo a la floración de las poblaciones estudiadas.

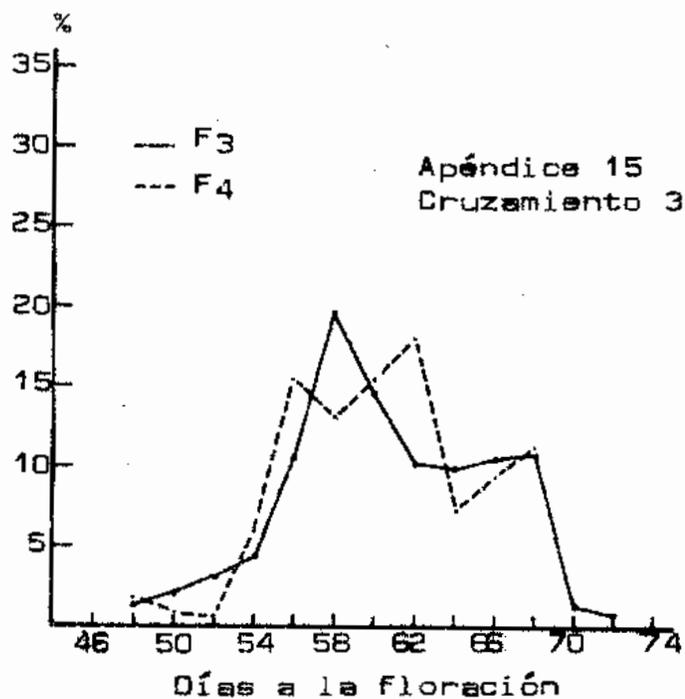
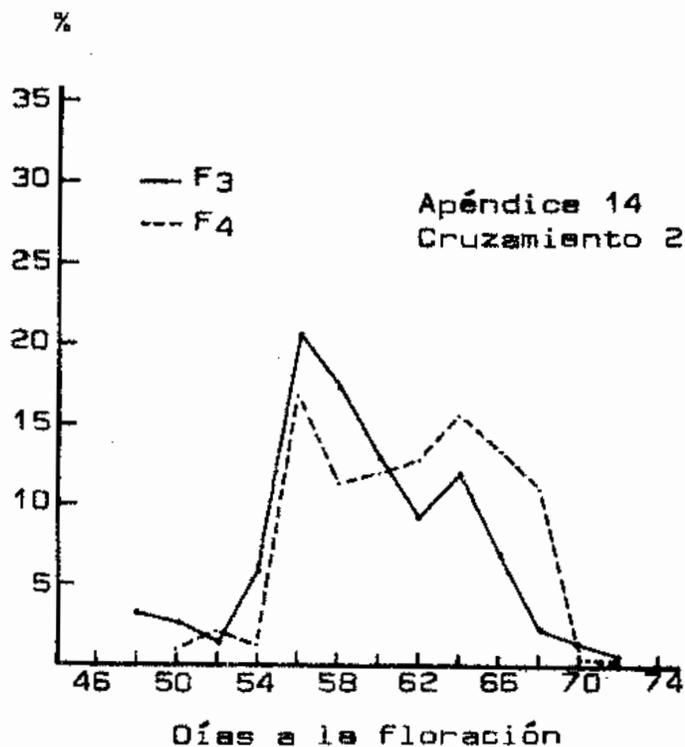
Generación	Cruzamientos comparados	χ^2
F ₃	4, 8, 10	6,27 *
	4, 8	1,81 NS
	2, 5, 6, 7	19,51 **
	2, 5, 7	7,05 NS
F ₄	4, 8, 10	25,72 **
	4, 8	1,64 NS
	2, 5, 6, 7	6,66 NS

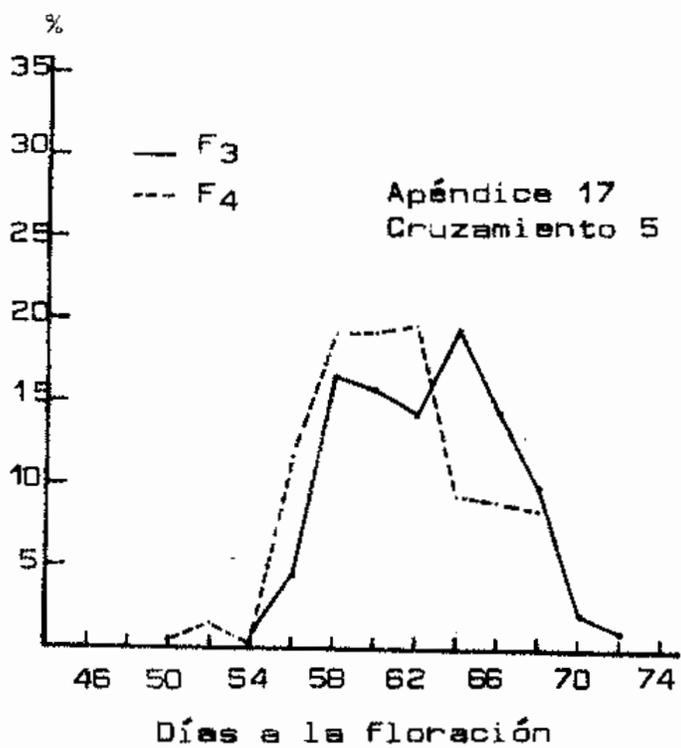
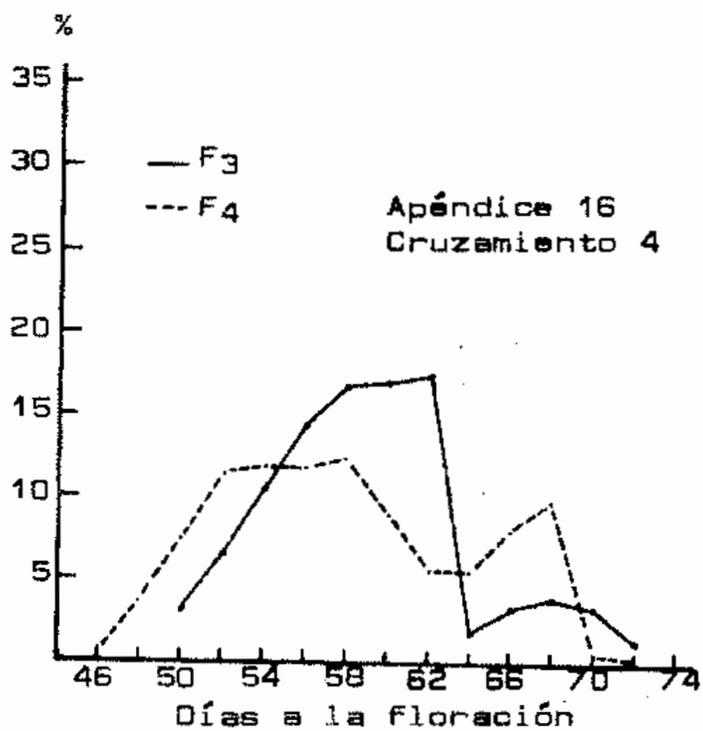
* Significativo al 5% de probabilidad

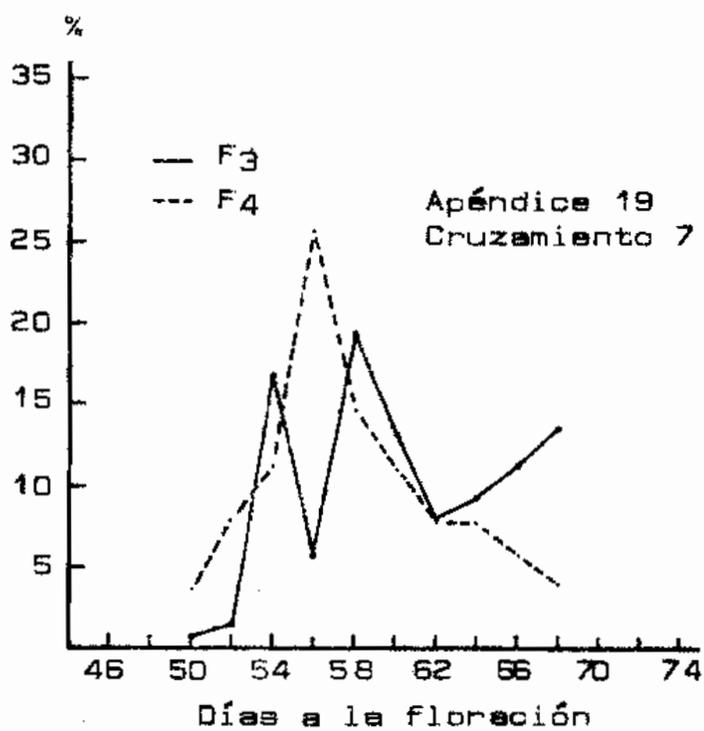
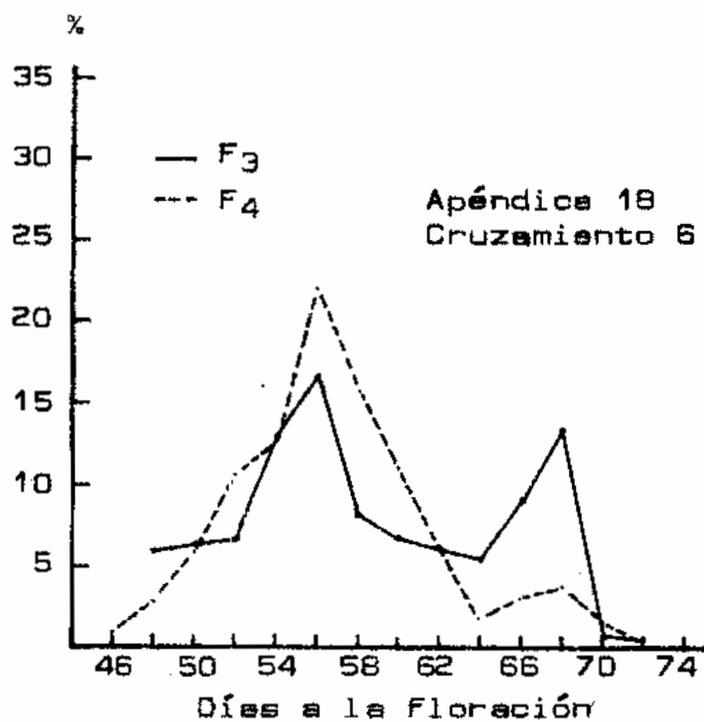
** Significativo al 1% de probabilidad

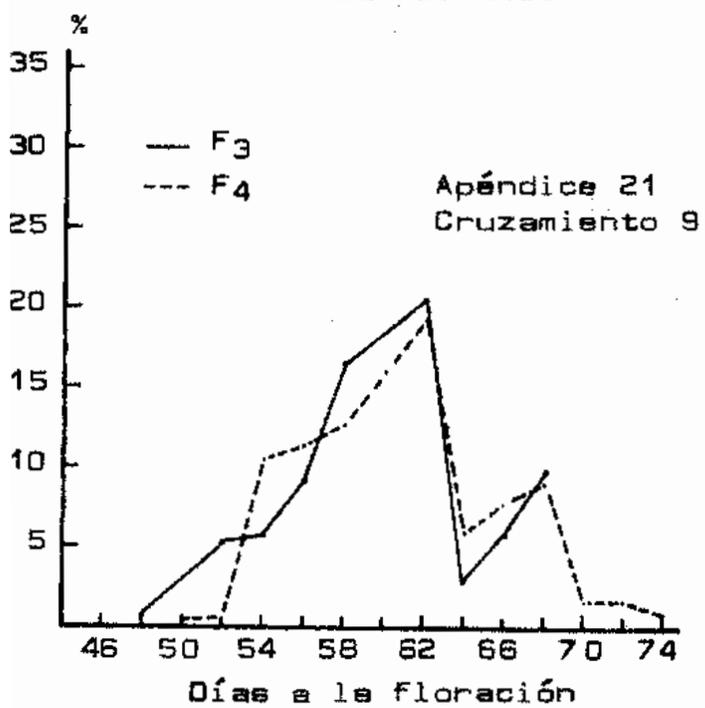
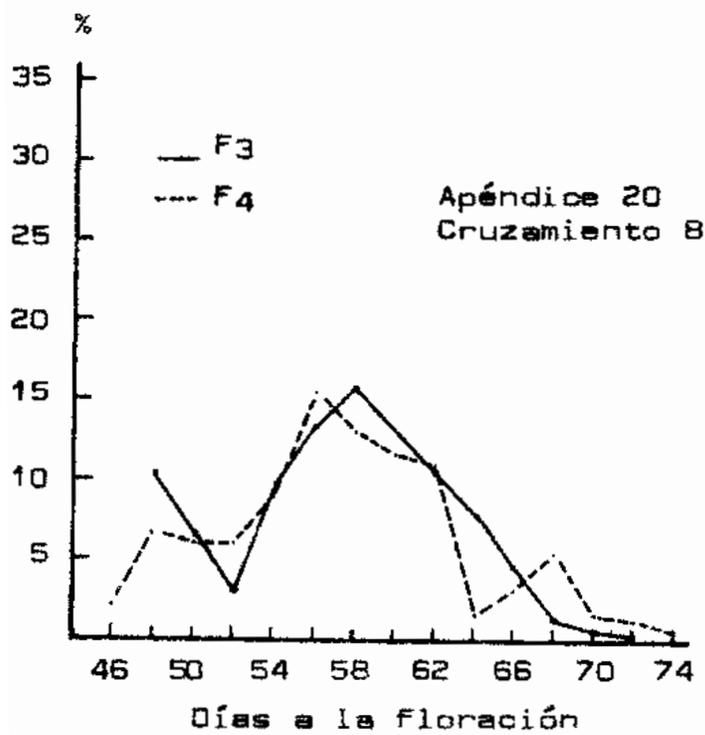
NS = No significativo

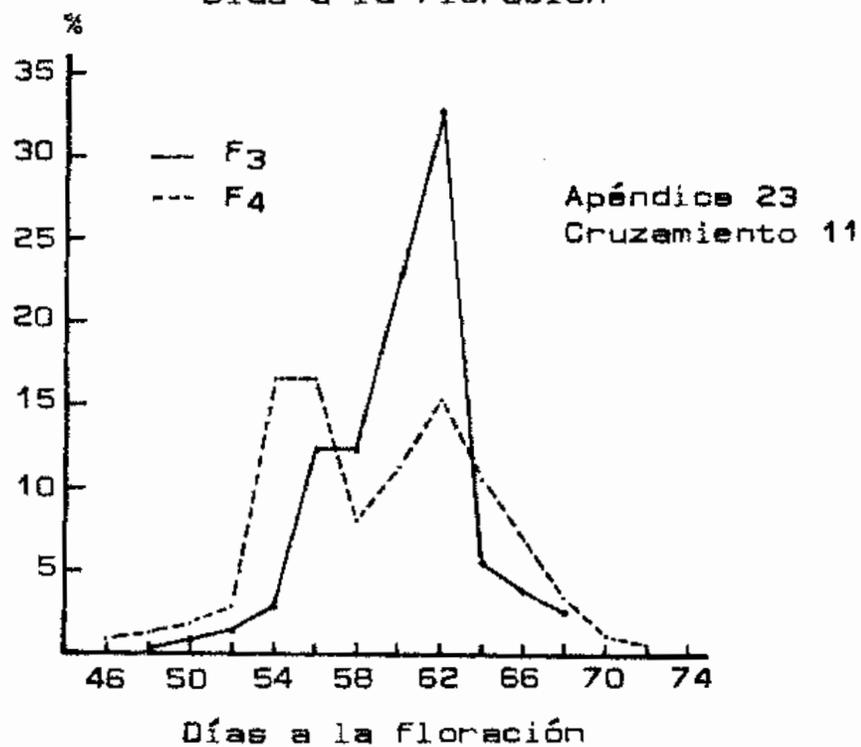
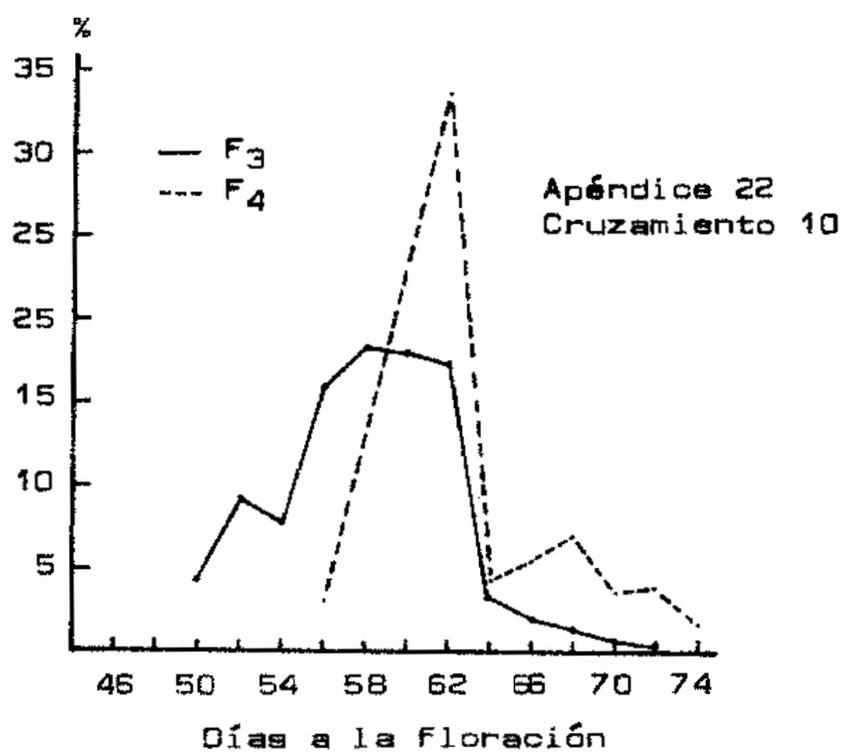
Apéndices 14-23. Distribución de frecuencia para el carácter ciclo a la floración en días, para las poblaciones F3 y F4 de 10 cruzamientos de trigo.











Apéndice 24. Largo de ciclo a la floración en días, para los padres de los cruzamientos en el ensayo II.

<u>Padres</u>	<u>Ciclo a la floración</u>
Pelón 33 c	66 días
Americano 26 n	69 días
Americano 24 d	69 días
E.Tarariras	58 días
E.Dolores	55 días
E.Dakurú	57 días