

La Serie Universitaria de la Fundación Juan March presenta resúmenes, realizados por el propio autor, de algunos estudios e investigaciones llevados a cabo por los becarios de la Fundación y aprobados por los Asesores Secretarios de los distintos Departamentos.

El texto íntegro de las Memorias correspondientes se encuentra en la Biblioteca de la Fundación (Castello, 77. Madrid-6).

La lista completa de los trabajos aprobados se presenta, en forma de fichas, en los Cuadernos Bibliográficos que publica la Fundación Juan March.

Estos trabajos abarcan las siguientes especialidades: Arquitectura y Urbanismo; Artes Plásticas; Biología; Ciencias Agrarias; Ciencias Sociales; Comunicación Social; Derecho; Economía; Filosofía; Física; Geología; Historia; Ingeniería; Literatura y Filología; Matemáticas; Medicina, Farmacia y Veterinaria; Música; Química; Teología. A ellas corresponden los colores de la cubierta.

Edición no venal de 300 ejemplares, que se reparte gratuitamente a investigadores, Bibliotecas y Centros especializados de toda España.

Este trabajo fue realizado con una Beca de España, 1975. Departamento de Ciencias Agrarias.

Fundación Juan March



FJM-Uni 35-Jou
Obtención de Series aneuploides (monosómicas y ditelosómicas) en variedades españolas de trigo común
Jouve de la Barreda, Nicolás.
1031746



Fundación Juan March (Madrid)

SERIE UNIVERSITARIA



Fundación Juan March

Obtención de Series aneuploides (monosómicas y ditelosómicas) en variedades españolas de trigo común

Nicolás Jouve de la Barreda

FJM
Uni-
35
Jou

35

Obtención de Series aneuploides en variedades españolas de trigo común/Nicolás Jouve de la Barreda.

Fundación Juan March
Serie Universitaria

35

Obtención de Series aneuploides (monosómicas y ditelosómicas) en variedades españolas de trigo común

Nicolás Jouve de la Barreda



Fundación Juan March
Castelló, 77. Teléf. 225 44 55
Madrid - 6
Fundación Juan March (Madrid)

***La Fundación Juan March no se solidariza
necesariamente con las opiniones de los
autores cuyas obras publica.***

**Depósito Legal: M-27955 - 1977
I.S.B.N. - 84 - 7075 - 060 - 7
Ibérica, Tarragona, 34. - Madrid-7**

INDICE

	Página
INTRODUCCION	1
Las series aneuploides del trigo común: tipos y obtención .	2
Monosómicos	2
Monotelosómicos	4
Ditelosómicos	4
Nulisómicos	5
Trisómicos	5
Tetrasómicos	6
Monoisosómicos	6
Aplicaciones de las series aneuploides	6
Necesidad de contar con las series aneuploides en variedades españolas y objetivos de este trabajo	8
MATERIAL Y METODOS	9
Material	9
Métodos	11
Obtención de series aneuploides	11
Métodos de trabajo	11
RESULTADOS Y DISCUSION	14
La obtención de series aneuploides	14
Consideraciones sobre el trabajo realizado	18
Perspectivas	23
Sustituciones cromosómicas intervarietales iniciadas	25
Test de deriva de univalentes	30
Detección de translocaciones	33
En "Ariana 8"	35
En "Aragón 03 y Pané 247"	39
RESUMEN	39
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	40

INTRODUCCION

Para RILEY (1974) *la práctica de la Mejora Vegetal es una tecnología, no una ciencia, en el sentido de que su propósito no es el descubrimiento de conocimientos nuevos, sino su aplicación* a la obtención de genotipos que satisfagan mejor las necesidades humanas. En este sentido, las técnicas citogenéticas aplicadas a la mejora del trigo común, *Triticum aestivum* ($2n = 42$), han sido de utilidad alternativa sustituyendo a la recombinación genética cuando no se han encontrado fuentes apropiadas de variación intraespecífica ó cuando se han agotado los recursos de su explotación por cruzamiento y selección.

Se define la aneuploidía vegetal como la condición de una planta de poseer, en su fase esporofítica, un número de cromosomas no múltiplo del que posee en su fase gametofítica, bien sea por exceso (hiperploidía) o por defecto (hipoploidía). La hiperploidía no representa pérdida de material genético, por lo que ha sido utilizada en numerosas plantas, en especial las trisomías, para análisis genéticos, tales como en tomate (RICK y BARTON, 1954), sorgo (PRICE y ROSS, 1955, 1957; SCHERTZ, 1966), maiz (RHOADES, 1952), guisante (SACCARDO y MONTI, 1969), avena (GALE y REES, 1971), ryegrass (AHLOOWALIA, 1972), etc.

La hipoploidía representa la pérdida de la información genética contenida en el cromosoma o cromosomas de menos que poseen las correspondientes formas, siendo por ello peor tolerada que la hiperploidía, no habiendo sido posible su obtención más

que en algunas especies alopoloides, en las que puede existir duplicación, triplicación, etc., de la información genética de cada cromosoma, como en trigo, tabaco, avena, etc.

LAS SERIES ANEUPLOIDES DEL TRIGO COMUN: TIPOS Y OBTENCION

Se entiende por serie aneuploide la colección de formas aneuploides correspondientes a cada término del complemento cromosómico de la especie de que se trate. En el caso del trigo común, el complemento del gametofito es de 21 cromosomas y éste es el número total de términos que constituyen las principales series aneuploides.

Veremos a continuación los tipos de series aneuploides obtenidos en *T. aestivum*, métodos de obtención y algunas características diferenciales.

MONOSOMICOS ($2n-1 = 41; 20'' + 1'$)

Formas que en su fase esporofítica poseen un cromosoma del complemento gametofítico en dosis simple y los 20 restantes en la dosis doble normal.

Para la obtención de estas formas en *T. aestivum* se han seguido varias técnicas:

- ocurrencia espontánea en descendencia de euploides (RILEY y KIMBER, 1961),
- inducción mediante tratamiento con rayos X (SEARS, 1954),
- utilización de genotipos asinápticos (SEARS, 1954),
- descendencia de cruzamientos de haploides por euploides de *T. aestivum* (SEARS, 1939, 1944),
- descendencia de cruzamientos interespecíficos de *T. aestivum* x *T. turgidum* (LOVE, 1940) y *T. aestivum* x

T. dicoccum (MATSUMURA, 1940),

- descendencia de trisómicos (SEARS, 1954),
- descendencia de otros monosómicos por "deriva de univalentes" (PERSON, 1956).

Mediante la combinación de varios de estos métodos obtuvo SEARS la primera serie monosómica completa del trigo común correspondiente al cultivar "Chinese Spring" (SEARS, 1939, 1944, 1953, 1954; SEARS y RODENHISER, 1948).

Frente a los métodos indicados utilizables ocasionalmente y que presentan dificultades de identificación y manipulación de segregantes, y una vez obtenida la primera serie monosómica en "Chinese Spring", se pueden obtener las correspondientes 21 formas monosómicas en cualquier otra variedad mediante un proceso de retrocruzamientos utilizando la nueva variedad como parental recurrente y los monosómicos de "Chinese Spring" como donantes de la condición aneuploide (UNRAU, 1950; SEARS, 1953).

Las características morfológicas, vigor y fertilidad de los monosómicos son muy similares a los de las formas euploides de las que son prácticamente indistinguibles. Son excepciones a este hecho los siguientes términos:

- mono 1A y 1D, poseen talla mas alta en "Bersee",
- mono 5A, posee espigas de forma espeltoide y es de maduración tardía en "Chinese Spring",
- mono 2A, 2B y 2D, que poseen talla un 35 % más baja y hoja bandera más ancha en "Bersee",
- mono 5D, que es de ciclo lento y maduración tardía en "Chinese Spring",

según observaciones de SEARS (1954) para "Chinese Spring" y

de LAW y WORLAND (1972) para "Bersee".

MONOTELOSOMICOS ($2n - 1 = 41$; $20'' + 1'$ telosómico)

Formas que poseen en su fase esporofítica un cromosoma del complemento reducido a un solo brazo y en dosis simple, siendo normal el resto del cariotipo. Según ésto serían teóricamente posibles dos formas por cromosoma (para brazos largo y corto, L y S, o para brazos α y β , para submetacéntricos o metacéntricos, respectivamente), pero en la práctica solo se han podido mantener 28 formas monotelosómicas de "Chinese Spring" por autofecundación.

Los monotelosómicos se producen por misdivisión durante la meiosis de formas monosómicas, con una frecuencia de un 3 % (SEARS, 1954). Sus características morfológicas y fertilidad los hacen semejantes a las formas euploides y monosómicas, si bien dependiendo de la información genética del brazo deficiente, algunas formas tienen caracteres que las aproximan más a los nulisómicos (SEARS, 1954).

DITELOSOMICOS ($2n = 42$; $20'' + 1''$ telosómico)

Formas que poseen en su fase esporofítica un par de cromosomas reducido a uno de sus brazos y los 20 restantes normales.

Se obtienen en la descendencia de monotelosómicos autofecundados con similar frecuencia (73 %) a la de obtención de disómicos en descendencia de autofecundación de monosómicos (SEARS, 1954). Poseen caracteres distintivos entre sí y con relación a los euploides de acuerdo con la importancia de la información genética del brazo ausente, no diferen-

ciándose de los nulisómicos y estando afectados diferencialmente en su fertilidad.

Otras formas aneuploides de trigo común posibles derivados de las anteriores son las siguientes:

NULISOMICOS ($2n - 2 = 40$; $20''$)

Formas que en su fase esporofítica poseen en su dosis doble normal todos los cromosomas menos uno. Exhiben características diferenciales entre sí. Basándose en las semejanzas y diferencias de los distintos monosómicos, y en la restitución del vigor y características de las formas compensadas nuli-tetrasómicas ($2n = 42 - 1_i'' + 1_j^{IV}$, siendo i y j cromosomas diferentes del complemento normal del trigo común) se identificaron los 7 grupos de homeología en que se agrupan los 21 cromosomas de los tres genomios evolutivamente afines del trigo común, utilizándose desde entonces a propuesta de SEARS (1958) la nomenclatura que junto con la original (entre paréntesis) se indica a continuación:

Grupo de homeología	Genomios		
	A	B	D
1	1A (XIV)	1B (I)	1D (XVII)
2	2A (II)	2B (XIII)	2D (XX)
3	3A (XII)	3B (III)	3D (XVI)
4	4A (IV)	4B (VIII)	4D (XV)
5	5A (IX)	5B (V)	5D (XVIII)
6	6A (VI)	6B (X)	6D (XIX)
7	7A (XI)	7B (VII)	7D (XXI)

TRISOMICOS ($2n + 1 = 43$; $20' + 1'''$)

Formas que en su fase esporofítica poseen en dosis normal todos los cromosomas menos 1 que se presenta en dosis

triple.

TETRASOMICOS ($2n + 2 = 44$; $20'' + 1^{IV}$)

Formas que en su fase esporofítica poseen un cromosoma en dosis cuádruple y el resto en dosis normal.

MONOISOSOMICOS ($2n - 1 = 41$; $20'' + 1'$ isocromosoma)

Formas que poseen en su fase esporofítica un cromosoma cuyos dos brazos son idénticos en cuanto a morfología y contenido de información genética, siendo los 20 pares restantes normales.

APLICACIONES DE LAS SERIES ANEUPLOIDES

Las formas aneuploides del trigo común tienen un doble interés:

- de un lado, permiten llevar a cabo "análisis genético", tanto para genes cualitativos (resistencia, calidad, morfología, etc.), como cuantitativos (fertilidad, talla, productividad, precocidad, etc),
- de otro lado, constituyen el material de base para la consecución de formas de "sustitución cromosómica" intervarietal o interespecífica.

Los análisis genéticos de caracteres cualitativos mediante monosómicos han sido ámpliamente utilizados en numerosas variedades de trigo común desde que SEARS (1953) y KUSPIRA y UNRAU (1959) sentaron las bases de su modo de aplicación. Se basan estos análisis en la observación y comparación de las 21 descendencias F_1 ó F_2 del cruzamiento de los 21 términos monosómicos de una variedad por otra diferencial portadora del carácter a analizar. En un monosómico crí

tico autofecundado la segregación genética variará de la normal por un doble motivo: por producirse disómicos, monosómicos y nulisómicos, con dos, una o ninguna dosis del gen analizado, y por existir una fertilidad diferencial de los gametos normales y deficientes por vías paterna y materna. El polen portador de 20 cromosomas tiene una funcionalidad del 1-10 %, mientras que en el gameto femenino es alrededor del 75 %, según estimaciones de SEARS (1954, 1958) y TSUNEWAKI (1963), lo que produce una desviación aún mayor que la esperada en condición disómica cuando se aplican pruebas de χ^2 .

La utilización de monotelocéntricos, en lugar de monosómicos, tiene la ventaja de permitir la asignación de genes a brazos cromosómicos (SEARS, 1954, 1962, 1966).

El interés de las formas de sustitución cromosómica intervarietal como método de mejora fué puesto ya en evidencia por KUSPIRA y UNRAU (1957) cuando demostraron que la sustitución de uno u otro de 7 cromosomas de la variedad "Thatcher" producía un incremento del rendimiento en esta variedad. MORRIS y colaboradores (1968), por otro lado, demostraron que la sustitución del cromosoma 4B de la variedad americana "Cheyenne" en "Chinese Spring" incrementaba la calidad harino-panadera de esta variedad.

La obtención de las 21 líneas de sustitución cromosómica de una variedad a partir de otra donante permite conocer la interacción de cada cromosoma en particular con el resto del genotipo (SEARS, et al. 1957; KUSPIRA, 1958; KUSPIRA y UNRAU, 1957; LARSON y McDONALD, 1966; LARSON, 1966; LAW, 1966; AKSEL, 1967, 1970), lo que representa un método

de análisis cuantitativo excelente, sobre todo si se llevan a cabo estudios comparativos en formas de sustitución recíproca entre dos o mas variedades (LAW y WORLAND, 1972, 1973).

El interés de las formas monosómicas ó monotelosómicas en la obtención de líneas de sustitución cromosómica interespecífica ó intergenética es evidente, dada la existencia de variedades de trigo comercializadas portadoras de sustituciones: "Zorba" (ZELLER y FISCHBECK, 1971), "Salzmunde 14/44" y "Wei que substitution" (ZELLER, 1973), que poseen el par 1B sustituido por el 1R de *Secale cereale*, o como la "Blaukorn" con el cromosoma 4A sustituido por el 5R (ZELLER y BAYER, 1973).

NECESIDAD DE CONTAR CON LAS SERIES ANEUPLOIDES EN VARIEDADES ESPAÑOLAS Y OBJETIVOS DE ESTE TRABAJO.

Es necesario resaltar la importancia de contar con las series monosómicas y ditelosómicas en variedades bien adaptadas a condiciones locales de cultivo, como requisito indispensable para intentar su mejora por métodos citogenéticos, especialmente por sustitución cromosómica. Como consecuencia de esta necesidad, a partir de 1967, funciona en Europa una organización denominada E.W.A.C. (European Wheat Aneuploidy Cooperative), que coordina trabajos de numerosos citogenéticos de diversos países para la consecución de formas aneuploides en variedades locales bien adaptadas. En la actualidad se han producido o se están produciendo series monosómicas en un medio centenar de variedades europeas en Alemania, Bulgaria, Dinamarca, Grecia, Holanda, Hungría, Inglaterra, Italia, Rumanía, Rusia, Suecia, Suiza y Yugoslavia.

En España no se han comenzado aún trabajos de obtención de formas de sustitución cromosómica intervarietal a partir de monosómicos, por no contar hasta el momento con series monosómicas en variedades propias. El objetivo de este trabajo es el de iniciar la obtención de las series monosómicas y monotelosómicas y a partir de ellas de las nulisómicas y ditelosómicas en tres variedades españolas, como material de partida para su mejora por sustitución cromosómica intervarietal, conocimiento de efectos aditivos de los cromosomas en particular y análisis genéticos en las variedades indicadas, todo ello dentro del marco del programa de obtención y utilización de aneuploides propuesto por la E.W.A.C.

MATERIAL Y METODOS

MATERIAL

El material vegetal de partida lo constituyen las siguientes formas:

ANEUPLOIDES (donantes). Variedad "Chinese Spring": 21 formas monosómicas y 21 formas ditelosómicas. Las muestras fueron cedidas por el Dr. SEARS y por el Dr. LAW.

CULTIVARES ESPAÑOLES (recurrentes). Las variedades "Aragón 03", "Ariana 8" y "Pané 247". Muestras procedentes del Departamento de Cereales y Leguminosas del INIA.

En la selección de las tres variedades cultivadas españolas de entre una amplia gama de cultivares indígenas, de

los que nuestro país posee una gran riqueza, se han seguido criterios de importancia agrícola, características agronómicas, y preferencias de los agricultores

"Aragón 03", es una variedad de gran cultivo habiendo sido y siguiendo siendo la de mayor producción y difusión. Se cultiva preferentemente en las zonas trigueras de Castilla la Vieja y valle del Ebro. Es una variedad de gran rendimiento y de ciclo largo, además de otras características distintivas posee grano de color rojo, espiga fusiforme con aristas y glumas rojas y talla alta, de 98,2-129,2 cm. (datos de SANCHEZ-MONGE, 1957), en las condiciones de los ensayos.

"Ariana 8", es una variedad bien adaptada a todas las zonas trigueras del país, posee un buen rendimiento, una excelente calidad y ciclo corto. El grano es blanco, la espiga laxa, fusiforme y sin aristas y con glumas blancas, la talla similar a la de "Aragón 03".

"Pané 247", es una variedad muy cultivada en la zona baja del valle del Ebro. Se caracteriza por su gran rendimiento. Es de calidad inferior a "Ariana 8" y de ciclo mas largo que el de esta variedad pero más corto que el de "Aragón 03". Es susceptible a la roya amarilla. Su grano es amarillo y la espiga oblongo-piramidal con glumas rojas y mocha, su talla es de 113,3 cm (datos de SANCHEZ-MONGE, 1957).

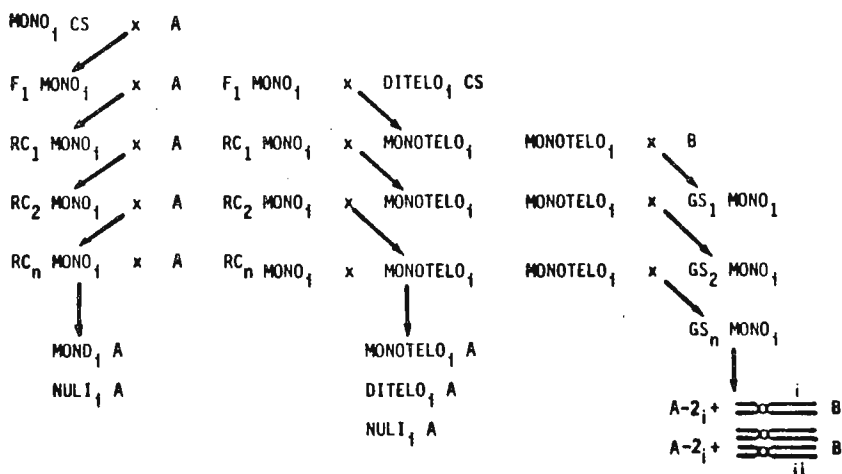
Para el comienzo de un programa de sustituciones cromosómicas con el fin de mejorar las características desfavorables de estos cultivares españoles se dispone de una amplia gama de donantes cromosomicos de diversa procedencia. Los utilizados en esta parte inicial del trabajo son los siguientes: "Nap Hall/Atlas 66", con genes para calidad harinera en el cromosoma 5D; "Cheyenne", idem; "Maris Hobbit", con un gen para enanismo en el 4D; "Thatcher", con genes

para resistencia a la roya amarilla en el 2B.

MÉTODOS

Obtención de las series aneuploides

Se ha seguido el método propuesto por LAW y WORLAND (1972), que se esquematiza en la siguiente figura, y que permite la obtención en "tandem" de las formas monosómicas y monotelosómicas de la variedad deseada ($A = \text{"Aragón 03", "Ariana 8" ó "Pané 247"}\text{"}$), a partir de los correspondientes términos de "Chinese Spring" (CS), y de sustituciones cromosómicas utilizando los donantes seleccionados (B) que se introducen en el esquema a partir del segundo ciclo, en combinación con los monotelosómicos que se utilizan como marcadores citológicos.



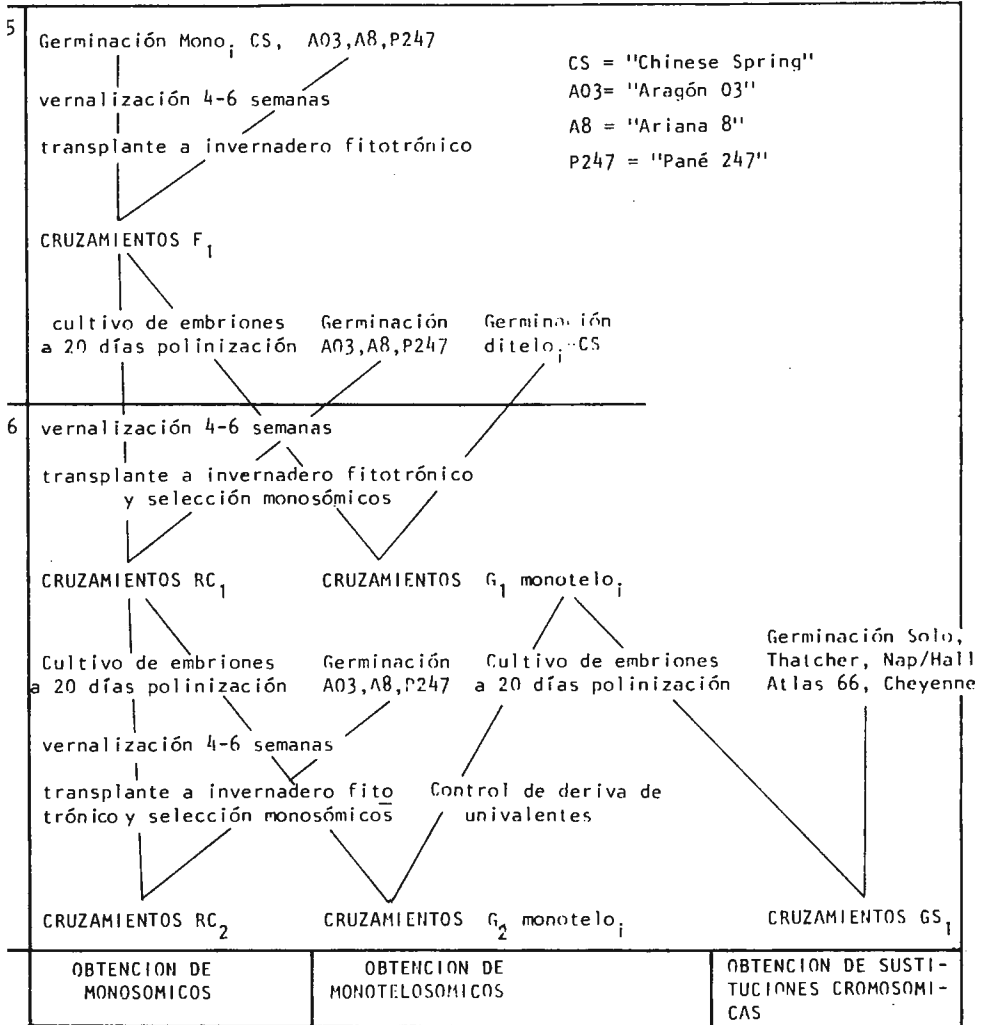
Métodos de trabajo

Las técnicas que se describen a continuación corresponden al trabajo realizado en tres ciclos llevados a cabo para

la consecución de las seis series aneuploides que se preten de obtener y las cinco formas de sustitución intervarietal en marcha, lo que en conjunto queda reseñado en el esquema de la página 13.

Para conseguir la obtención de las formas aneuploides en un período razonable de tiempo se ha procedido a la adaptación de técnicas en las instalaciones del Departamento de Genética de la E.T.S.I. Agrónomos de Madrid con el fin de acelerar los ciclos de desarrollo hasta obtener 3 generaciones en un año. En síntesis las técnicas consisten en la utilización de cámaras de vernalización, y cámara o invernadero para desarrollo vegetal hasta floración, equipados con dispositivos de regulación de luz, temperatura y humedad, combinado con cultivos "in vitro" de embriones de 21-25 días de edad utilizando el medio artificial de KALTSIKES (1974), para salvar el largo periodo de latencia del grano entre generaciones.

Los cruzamientos se han realizado manualmente mediante la castración de flores laterales de espiguillas centrales de espigas principales, estirpando las anteras con pinzas finas, cuidando de no dañar los pistilos. A continuación se dan unos cortes a las cubiertas florales por encima de los estigmas. Tras ésto se embolsan las espigas emasculadas cubriéndolas con bolsas de celofán numeradas. Las espigas de las formas polinizadoras se toman cuando las anteras se encuentran a punto de dehiscencia, practicándose unos cortes a las flores de forma que queden partidas las anteras. Las espigas así preparadas se introducen boca abajo en las bol-



sas de las espigas castradas. Mediante una agitación fuerte se crea una nube de polen que cubre los estigmas receptivos de las flores a polinizar. A continuación se cierran las bolsas de celofán.

Para el recuento cromosómico y observación de asociaciones meióticas críticas en los trabajos de selección de aneuploides y detección de "deriva de univalentes" se ha lle-
vado a cabo el método de tinción Feulgen, mediante coloración con fucsina leucobásica tras hidrólisis ácida en clorhídrico 1N, a 60° C durante 12 minutos.

RESULTADOS Y DISCUSION

LA OBTENCION DE SERIES ANEUPLOIDES

En los cuadros 1 a 3 se registran los resultados de la obtención de descendencias en los cruzamientos realizados en los tres ciclos de que consta este trabajo. Los signos + que aparecen en estos cuadros corresponden a materiales de los que no habiéndose obtenido descendencia en los primeros cruzamientos se ha realizado una repetición. El subíndice indica el número de plantas de que proceden las descendencias, o el de plantas seleccionadas para próximos cruzamien-
tos. Comentaremos brevemente a continuación los resultados obtenidos para cada material.

"Aragón 03" (Cuadro 1).- Para esta variedad se ha al-
canzado la segunda generación de retrocruzamientos en una forma monosómica correspondiente al término 5D (Mono 5D "Chi

Término de la serie aneuploide	F ₁		RC ₁		RC ₂		F ₁ x ditelo		RC ₁ x monotelo		F ₂
	Flores polinizadas	Grano obtenido	Flores polinizadas	Grano obtenido	Flores polinizadas	Grano obtenido	Flores polinizadas	Grano obtenido	Flores polinizadas	Grano obtenido	
1A	24	8	180	60 ₃		+ ₃	62	9 ₁		+ ₃	60
2A	32	17		+ ₂				+ ₂			+ ₂
3A	34	13	46	31 ₂		+ ₃		+ ₃			+ ₂
4A	25	18	26	7 ₁		+ ₃		+ ₃			+ ₂
5A	18	18		+ ₃				+ ₃			+ ₃
6A	24	6		+ ₁				+ ₁			+ ₁
7A	54	18	46	10 ₁		+ ₃					54
1B	66	45		+ ₂				+ ₂			+ ₂
2B	8	3		+ ₁				+ ₁			+ ₁
3B	86	54	132	88 ₂		+ ₃	62	25 ₁		+ ₃	93
4B	34	4		+ ₂			94	29 ₂		+ ₃	22
5B	28	19		+ ₁				+ ₁			+ ₁
6B	26	15		+ ₃				+ ₃			+ ₃
7B	61	18		+ ₁				+ ₁			+ ₁
1D	55	13	62	24 ₁		+ ₃		+ ₃			19
2D		+ ₃									
3D	32	15		+ ₁				+ ₁			+ ₁
4D	14	11		+ ₂				+ ₂			+ ₂
5D	38	12	20	5	20	10 ₁	26	21 ₁	40	12 ₂	66
6D	16	13		+ ₃				+ ₃			+ ₃
7D	128	87		+ ₂				+ ₂			+ ₂

Fertilidad floral media en cruzamiento en las condiciones de aceleración de generaciones para:

F₁ = 51,6 % (datos de 20 términos)

RC₁ = 45,9 % (datos de 7 términos)

CUADRO 1.- Resultados de la obtención de descendencias para la obtención de monosómicos (F₁, RC₁ y RC₂) y monotelosómicos (F₁ x ditelo y RC₁ x monotelo), y F₂ en "Aragón 03".

nese Spring" x "Aragón 03"³). Se dispone de plantas RC_1 para la próxima obtención de 6 RC_2 para los términos 1A, 3A, 4A, 7A, 3B y 1B.

Se dispone igualmente de 4 descendencias monotelosómicas de primera generación y obtención de ditelosómicos correspondientes a los términos 1A, 3B, 4B y 5D, y del monotelosómico 5D de la segunda, y de plantas monosómicas de la F_1 de los restantes términos, junto con sus respectivos ditelosómicos de "Chinese Spring" para la obtención de las correspondientes formas monotelosómicas.

El retraso en una generación en la obtención de gran parte de los términos monosómicos y ditelosómicos para "Aragón 03", con respecto a "Ariana 8" y "Pané 247", es debido a su ciclo más invernal, que aún en las condiciones de aceleración de generaciones a que están sometidas se reduce hasta 13 semanas frente a las 11 semanas del ciclo de los otros dos cultivares españoles utilizados.

"Ariana 8" (Cuadro 2).— Se dispone ya de la descendencia de 20 términos de la serie monosómica, correspondientes a la segunda generación de retrocruzamiento. Para el término 3A se dispondrá en breve de la primera generación de retrocruzamiento.

Se ha obtenido semilla de primera generación de obtención de monotelosómicos para 11 términos de la serie: 4A, 5A, 6A, 2B, 5B, 7B, 1D, 3D, 4D, 6D y 7D, y se ha repetido una siembra de otras 8 F_1 y de sus correspondientes formas ditelosómicas de "Chinese Spring" para su obtención en breve.

Término de la serie aneuploide	F ₁		RC ₁		RC ₂		F ₁ x ditelo		F ₂
	Flores polinizadas	Grano obtenido	Flores polinizadas	Grano obtenido	Flores polinizadas	Grano obtenido	Flores polinizadas	Grano obtenido	
1A	53	21	30	26 ₁	48	18 ₁		+ ₁	+ ₁
2A	76	32	85	54		+ ₁		+ ₁	22
3A	96	48		+ ₂				+ ₂	+ ₂
4A	168	92	28	162		+ ₃	38	11 ₁	36
5A	60	32	128	53 ₁	64	32 ₂	40	17 ₁	41
6A	84	42	78	20 ₂		+ ₃	42	23 ₁	22
7A	66	48	252	156		+ ₃		+ ₂	112
1B	74	23	22	15 ₁	48	22 ₃		+ ₃	+ ₁
2B	80	44	88	35 ₁		+ ₃	40	22 ₂	77
3B	52	29	32	14 ₂		+ ₃			8
4B	70	5	143	78 ₃	44	16 ₂			19
5B	166	105	160	112 ₂	62	30 ₂	24	8 ₂	12
6B	59	31	371	201 ₆		+ ₃		+ ₂	89
7B	96	58	181	113 ₁		+ ₃	26	6 ₁	114
1D	130	45	122	634		+ ₃	22	13 ₁	30
2D	56	40	52	14 ₁		+ ₃		+ ₁	+ ₁
3D	101	39	80	23 ₂	68	26	84	23 ₂	204
4D	110	36	94	36		+ ₃	44	5	79
5D	48	9	86	59 ₃		+ ₃			202
6D	76	30	230	139 ₆	74	22 ₂	21	2 ₁	144
7D	48	21	86	46 ₁	120	42 ₂	52	27 ₂	13

Fertilidad floral media en cruzamientos en las condiciones de aceleración de generaciones para:

$$\begin{aligned}
 F_1 &= 46,0 \% \text{ (datos de 21 términos)} \\
 RC_1 &= 52,0 \% \text{ (datos de 20 términos)} \\
 RC_2 &= 40,1 \% \text{ (datos de 8 términos)} \\
 F_1 \times \text{ditelo} &= 36,1 \% \text{ (datos de 11 términos)}
 \end{aligned}$$

CUADRO 2.- Resultados de la obtención de descendencias para la obtención de monosómicos (F₁, RC₁ y RC₂) y monotelosómicos (F₁ x ditelo) y F₂ en "Ariana 8".

Fundación Juan March (Madrid)

"Pané 247" (Cuadro 3).— Se ha alcanzado la RC_2 monosómica o se está próximo a alcanzarla para 17 términos de la serie disponiéndose de descendencia de RC_1 en los 4 términos restantes: 4A, 6B, 2D y 7D.

Se dispone además de 13 descendencias de primera generación de obtención de ditelosómicos (2° ciclo), correspondientes a los términos: 1A, 2A, 3A, 4A, 6A, 1B, 2B, 4B, 7B, 3D, 4D, 5D y 6D, y de 3 descendencias monotelosómicas de segunda generación, correspondientes a los términos: 2B, 4D y 5D. En breve se obtendrá descendencia de primera generación monotelosómica de otros cuatro términos: 3B, 6B, 2D y 7D.

CONSIDERACIONES SOBRE EL TRABAJO REALIZADO

El desfase que se observa en la marcha de la obtención de las series aneuploides para diversos términos tiene un doble origen. De un lado, como ya hemos señalado, de los 3 cultivares españoles utilizados, "Aragón 03" es de ciclo más largo, lo que motiva su retraso en prácticamente un ciclo respecto a la marcha del trabajo en los cultivares "Ariana 8" y "Pané 247". Por otra parte, la diferencia de éxito en la consecución de formas monosómicas y monotelosómicas es achacable a las diferencias de viabilidad de los gametos deficientes en un cromosoma completo o en un brazo cromosómico, respecto a gametos con dotación genética equilibrada. Interesa resaltar aquí la viabilidad de los gametos femeninos deficientes en un cromosoma, y la de los masculinos deficientes en un brazo, por utilizarse las formas monosómicas y monotelosómicas, respectivamente, como parental femenino y masculino, en el pro

Término de la serie aneuploide	F ₁		RC ₁		RC ₂		F ₁ x ditelo		RC ₁ x monotelo		F ₂
	Flores polinizadas	Grano obtenido	Flores polinizadas	Grano obtenido	Flores polinizadas	Grano obtenido	Flores polinizadas	Grano obtenido	Flores polinizadas	Grano obtenido	
1A	40	13	34	23 ₁		+ ₃	30	1 ₁		+ ₁	17
2A	85	22	168	44 ₄		+ ₃	44	4 ₁		+ ₂	46
3A	16	2	124	95 ₅	52	26 ₂	32	2 ₁		+ ₂	95
4A	56	43	68	37 ₂			44	26 ₂		+ ₃	20
5A	32	18	120	93 ₃	56	18 ₃					410
6A	31	5	92	19 ₁		+ ₃	34	29 ₁		+ ₁	76
7A	24	19	186	75 ₂	52	22 ₃					+ ₃
1B	31	21	150	85 ₃		+ ₃	66	28 ₂		+ ₃	98
2B	31	22	60	48 ₂	18	10 ₁	24	3 ₁	36	12	62
3B	28	23		+ ₂		+ ₃		+ ₂			+ ₂
4B	64	38	83	39 ₂	34	17 ₂	28	1 ₁			115
5B	56	19	192	157 ₄	50	30 ₃					54
6B	22	18		+ ₂				+ ₂			+ ₂
7B	94	31	100	5 ₁		+ ₃	46	7 ₁		+ ₂	292
1D	46	13	58	41 ₁		+ ₃					
2D		+ ₃		+ ₃				+ ₂			+ ₃
3D	59	26	135	78 ₂		+ ₃	33	10 ₂		+ ₄	143
4D	72	64	74	23 ₂	100	49 ₃	32	2 ₁	54	22	+ ₂
5D	66	37	124	75 ₄	26	14 ₁	76	22 ₂	58	20	372
6D	18	9	94	70 ₃		+ ₃	46	20 ₁		+ ₂	26
7D	32	13		+ ₂				+ ₂			+ ₂

Fertilidad floral media en cruzamientos en las condiciones de aceleración de generaciones para:

F₁ = 51,3 % (datos de 20 términos)

RC₁ = 54,6 % (datos de 17 términos)

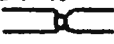
RC₂ = 49,1 % (datos de 8 términos)

F₁ x ditelo = 26,6 % (datos de 13 términos)

CUADRO 3.- Resultados de la obtención de descendencias para la obtención de monosómicos (F₁, RC₁ y RC₂) y monotelosómicos (F₁ x ditelo y RC₁ x monotelo), y F₂ en "Pané 247".

ceso de retrocruzamientos recurrentes para la obtención de monosómicos y monotelosómicos.

Según estimaciones de SEARS (1954, 1958) la deficiencia cromosómica es peor tolerada por vía masculina, con una funcionalidad relativa de tan solo un 4 %, que por vía femenina, un 75 %; existiendo una oscilación del 1 al 10 % en la transmisibilidad de la deficiencia a través del polen, y del 61-84 % a través del saco embrionario (TSUNEWAKI, 1963). Según las estimaciones medias de los autores citados un 73 % de la descendencia de un monosómico autofecundado será monosómica:

♀ \ ♂		
	96 % $20^I +$ 	4 % 20^I
25 % $20^I +$ 	24 %  $20^{II} +$  DISOMICOS	1 % $20^{II} +$  MONOSOMICOS
75 % 20^I	72 %  $20^{II} +$ MONOSOMICOS	3 % 20^{II} NULISOMICOS

En el Cuadro 4 se registran los resultados de los números cromosómicos observados en las descendencias manejadas en este trabajo, englobándose los datos de diferentes términos de las series monosómicas en marcha, independientemente de las variedades de que se trate. En las dos generaciones estudiadas (F_1 y RC_1) los porcentajes de monosómicos y disómicos se aproximan a las estimadas por los autores antes citados, sin que e

xista significación en las correspondientes pruebas de χ^2 .

La diferente viabilidad gamética en megasporogénesis y microsporogénesis con deficiencias cromosómicas se explica por certificación gamética masculina, ya que los gametos con 20 cromosomas compiten con desventaja con los de 21 cromosomas una vez depositados sobre los estigmas. Por el lado femenino, no obstante, no parece perderse ningún gameto con 20 cromosomas, no existiendo una explicación satisfactoria sobre su receptividad preferencial respecto a gametos de 21 cromosomas, genéticamente equilibrados (TSUNEWAKI, 1963).

En general, en la obtención de monosómicos, y dado que los parentales deficientes en un cromosoma en las tres generaciones desarrolladas han sido los femeninos, han predominado formas monosómicas frente a disómicas en una proporción de 3:1 no representando un problema la transmisión diferencial de la condición monosómica en la marcha del trabajo bajo las condiciones en que se está llevando a cabo.

En el caso de los ditelosómicos, utilizados como machos en el primer cruzamiento de obtención de monotelosómicos, la viabilidad del polen portador de deficiencias en un brazo cromosómico es tolerado de forma diferente según el término de la serie de que se trate. En el Cuadro 5 se registran los resultados obtenidos sobre fertilidad floral en autofecundación de 18 términos de la serie ditelosómica de "Chinese Spring", tomando como muestra dos espigas principales de 3 plantas de cada término reseñado. Estos resultados explican el hecho de que algunos de los cruzamientos en que las formas ditelosómicas eran polinizadoras hayan dado menor proporción de semilla cuajada

MATERIAL		N° de cromosomas						TOTAL	χ^2 compa- rando 42:41=1:3
		40	41	41+1 telo	42	42+1 telos	43		
F_1 mono _i "CS"x"A"	N° plantas	2	129	2	34	1	3	171	1.59 ⁻
	%	1	75.4	1	19.9	0.5	1.75		
RC_1 mono _i "CS"x"A" ²	N° plantas	0	126	2	36	2	2	168	0.40 ⁻
	%	0	75.0	1.2	21.4	1.2	1.2		

CUADRO 4.- *Números cromosómicos observados en descendencias F_1 y RC_1 en la obtención de las series monosómicas.*

Fertilidad floral en autofecundación	Términos ditelosómicos de "Chinese Spring"
Mayor del 80 %	1A, 5A, 1B, 3B, 7B y 5D
Entre 50 % y 80 %	3A, 5B y 3D
Entre 25 % y 50 %	6A, 4B, 4D y 6D
Menor del 25 %	2A, 4A, 2B, 6B y 2D

CUADRO 5.- *Datos de fertilidad floral en autofecundación de formas ditelosómicas de "Chinese Spring".*

que en otras descendencias,

PERSPECTIVAS

Dado el interés de las series aneuploides para la obtención de sustituciones cromosómicas intervarietales que mejoren algunas de las características desfavorables de las variedades españolas seleccionadas, y dado el retraso de este trabajo con relación al realizado en otros países, hemos procurado desarrollar los ciclos vegetativos en el tiempo mínimo posible mediante las técnicas descritas en Métodos, llegando a dejar reducido a unas 11-13 semanas, según variedad, el tiempo total, desde germinación hasta floración.

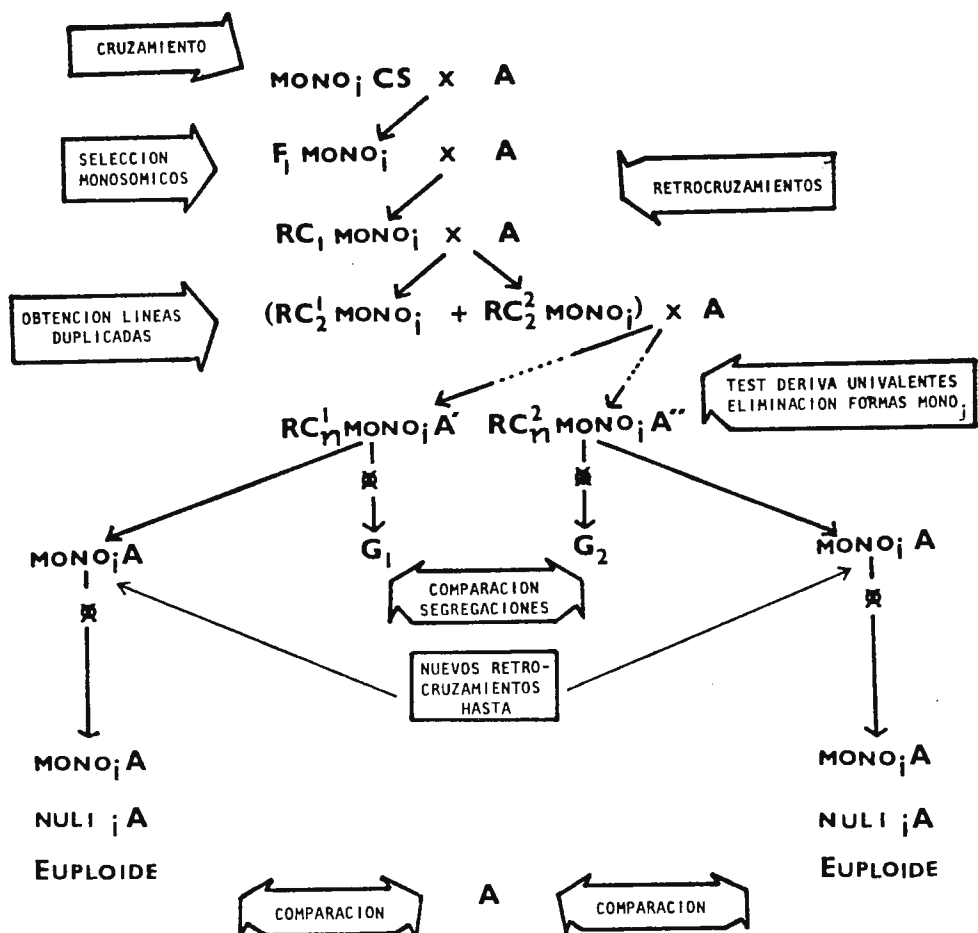
La reducción del ciclo, y el forzamiento del desarrollo en condiciones fitotrónicas da por contrapartida los resultados siguientes:

- menor vigor de las plantas, que ahijan menos y producen menor número de flores por espiga, y
- disminución de la fertilidad floral.

La reducción de los caracteres de productividad no representa un problema importante para la marcha del trabajo, por obtenerse niveles de cruzabilidad próximos al 50 % (ver al pie de los Cuadros 1 a 3) en formas monosómicas por normales, obteniéndose suficiente cantidad de semilla cuajada en la mayoría de los cruzamientos practicados. Los porcentajes de éxito en cruzamientos que utilizan formas ditelosómicas como polinizadores es algo inferior, próximo al 30 %, pero también suficiente. Estos datos son importantes respecto al trabajo a realizar en el futuro, pudiendo concluirse que las condiciones en que se llevan a cabo los cruzamientos son buenas,

si bién es conveniente aumentar el número de flores polinizadas en la obtención de descendencias monotelosómicas.

En la siguiente figura se indican las operaciones que se llevarán a cabo durante el transcurso de la obtención de los monosómicos, que constituyen las formas más urgentes por ser las de más inmediata aplicación en trabajos de mejora del trigo común. Las operaciones indicadas son las que se reseñan a continuación de la figura:



- obtención de líneas duplicadas a partir de la descendencia del primer retrocruzamiento, para paliar la posible pérdida de un término de la serie por "deriva de univalentes",
- estudio de "deriva de univalentes" en las formas monotelosómicas obtenidas paralelamente (ya efectuado en la primera generación como comentaremos más adelante),
- comparación entre sí de las descendencias de autofecundación de las líneas duplicadas de cada término de la serie, a partir de la cuarta ó quinta generación, con el fin de evaluar el grado de heterocigosis residual y la necesidad de hacer más retrocruzamientos en su caso,
- comparación final de las formas euploides obtenidas en la autofecundación de los monosómicos, una vez alcanzada la RC_6-RC_8 , con cada variedad española de partida.

El interés de mantener líneas duplicadas para minimizar el efecto de pérdida de términos de la serie aneuploide por "deriva de univalentes", y evaluar el grado de introgressión génica de "Chinese Spring" en las variedades recurrentes fué ampliamente sugerido por LAW (1968).

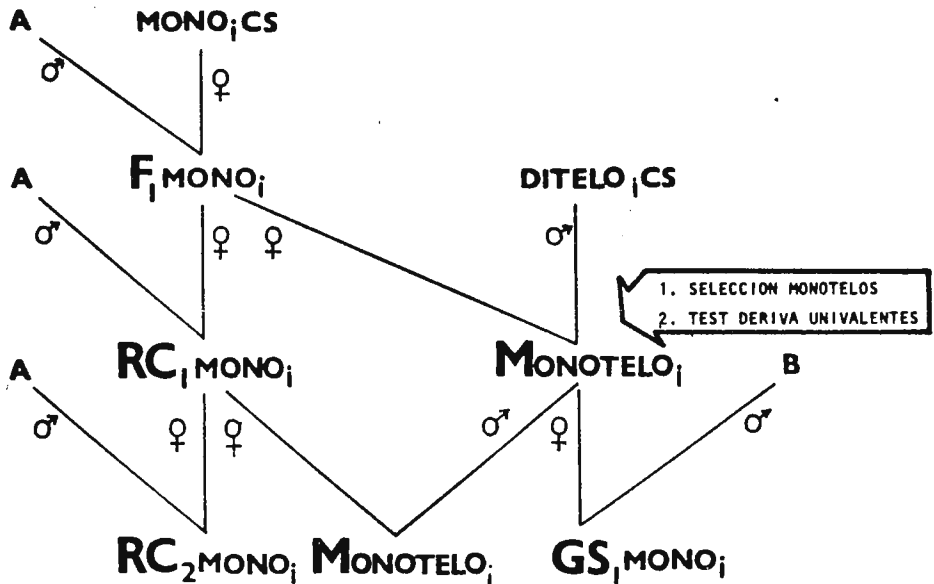
El trabajo desarrollado hasta el momento, con las precauciones indicadas en los párrafos anteriores a aplicar en sucesivas generaciones, permite prever la obtención de las series aneuploides monosómicas y monotelosómicas en un periodo de dos años.

SUSTITUCIONES CROMOSOMICAS INTERVARIETALES INICIADAS

En el tercer ciclo de los desarrollados en este trabajo, y contando ya con algunas formas monotelosómicas obtenidas en el segundo, se ha procedido a la obtención de desden -

dencia de primera generación de sustitución cromosómica inter-varietal. Se trata de cambiar determinados cromosomas de las variedades españolas por los correspondientes a algunas de las variedades donantes seleccionadas portadoras en los cromosomas sustituyentes de genes más favorables que los correspondientes a nuestras variedades. Las sustituciones cromosómicas inicia - das, junto con los resultados obtenidos en los cruzamientos de la primera generación se registran en el Cuadro 6.

La obtención de sustituciones cromosómicas intervarie - tales se realiza en "tandem" con la de monosómicos y monotelosómicos (ver esquema de la página 11), lo que implica la serie de operaciones que se registran en el siguiente esquema:



estas operaciones se han de ir repitiendo en cada generación de obtención de las sustituciones cromosómicas intervarietales.

M A T E R I A L		Nº de plantas	Nº de flores polinizadas	Nº de granos obtenidos	test en deriva de univalentes
{Monotelo 5D (mono 5D "CS" x "A03") x ditelo 5D "CS"}	x "Nap Hall/Atlas 66"	2	38	20	-
{Monotelo 2B (mono 2B "CS" x "P247") x ditelo 2B "CS"}	x "Thatcher"	2	44	31	-
{Monotelo 4D (mono 4D "CS" x "P247") x ditelo 4D "CS"}	x "Maris Hobbitt"	2	80	42	-
{Monotelo 5D (mono 5D "CS" x "P247") x ditelo 5D "CS"}	x "Nap Hall/Atlas 66"	2	38	24	-
{Monotelo 5D (mono 5D "CS" x "P247") x ditelo 5D "CS"}	x "Cheyenne"	2	80	34	-

CUADRO 6.- Resultados de la obtención de descendencias de primera generación de sustitución cromosómica intervarietal y test de deriva de univalentes.

Uno de los inconvenientes de las variedades españolas utilizadas en la obtención de las series aneuploides es el hecho de poseer una talla excesiva, que las hace competir en desventaja con variedades enanas importadas, por su mayor susceptibilidad al encamado. Mediante la sustitución del cromosoma o cromosomas portadores de genes que regulen el carácter "talla de la planta", por otro u otros de variedades seleccionadas portadoras de genes para talla enana o semienana, se podrán obtener formas resistentes al encamado y que aprovechen grandes dosis de abonado nitrogenado, con el consiguiente aumento de productividad.

Algunas de las variedades de talla baja comercializadas en otros países poseen la información genética para la regulación de dicho carácter repartida en varios cromosomas, lo que ha sido demostrado mediante análisis genético utilizando aneuploides. Así, ALLAN y VOGEL (1963) determinaron que en 11 cromosomas de la variedad "Norin 10/Brevor 14" se localizan genes que comparten la regulación de la talla, si bien, recientemente se han localizado en dicha variedad dos genes más importantes derivados de la variedad original "Norin 10", que son los *Rht1* y *Rht2*, con loci en los cromosomas 4A y 4D, respectivamente (GALE et al., 1975; LAW, 1976, comunicación personal). La variedad enana "Olesson Dwarf" lleva los mismos genes, mientras que otras también derivadas de "Norin 10" poseen únicamente uno de dichos genes. Así, "Maris Fundin" y "Maris Hobbit" poseen el gen *Rht2* localizado en el cromosoma 4D (GALE et al., 1975). La variedad "Solo" debe su semienanismo a genes repartidos por varios cromosomas, influyendo con mayor expresión en la reducción de la talla los genes localizados en los cromosomas

Fundación Juan March (Madrid)

mas 2A y 4B (BAIER y ZELLER, 1974).

Los análisis genéticos para el carácter "enanismo" mediante el estudio de la F_2 de cruzamientos de formas euploides por monosómicos, han demostrado que salvo para genes de la importancia de los reseñados en el apartado anterior, el carácter está regulado por gran cantidad de genes menores con efectos epistáticos amplios (CHAUDHRY, 1973), por lo que la sustitución cromosómica intervarietal para la obtención de formas enanas ó semienanas de trigo común se ha de intentar utilizando donantes cromosómicos del tipo de los indicados anteriormente. Esta es la razón por la que se ha utilizado "Maris Hobbit", en primer lugar, y se prevee la utilización de la propia "Norin 10/Brevor 14", así como "Ciano" y "Era" (gen de enanismo en el cromosoma 4D), en próximos cruzamientos para la obtención de versiones de talla reducida de las tres variedades españolas utilizadas en este trabajo.

La mejora de la calidad de "Aragón 03" y "Pané 247", mediante sustitución cromosómica intervarietal se ha iniciado en este trabajo mediante la obtención de la primera generación de sustitución, utilizando como donante el cromosoma 5D de "Cheyenne" y "Nap Hall/Atlas 66", portadores de información genética para buena calidad harino-panadera (MORRIS et al., 1966, 1968; WELSH et al., 1968; MATTERN et al., 1973; DOEKES y BELDE ROK, 1976).

Para la mejora de la resistencia a la roya amarilla, *Puccinia striiformis*, se han seleccionado como donantes, la variedad "Thatcher", que posee el gen *Yr7* en el cromosoma 2B (MA CER, 1966), y la "Compair", portadora del gen *Yr8* en el cromo-

soma 2D (RILEY et al., 1968 a y b), habiéndose obtenido ya una primera generación de sustitución utilizando como donante la primera de las variedades citadas.

TEST DE DERIVA DE UNIVALENTES

El test de "deriva de univalentes", término introducido por PERSON (1956), se utiliza para detectar el posible cambio de un término de una serie monosómica por otro durante el proceso de su obtención. Esta prueba puede realizarse, como veremos a continuación, mediante la observación de asociaciones cromosómicas críticas en apareamiento meiótico de las formas monotelosómicas, cuando éstas se obtienen en "tandem" con las monosómicas (ver figura de la pág. 24).

La "deriva de univalentes" constituye una fuente persistente de error en la obtención de monosómicos por retrocruzamientos recurrentes, siendo por lo tanto necesario su detección periódica durante el curso de la misma. Dicho fenómeno invalida a la planta monotelosómica afectada para su inclusión en los cruzamientos de obtención de una nueva generación monotelosómica y de sustitución cromosómica.

El fenómeno citológico por el que se produce la "deriva de univalentes" implica una asinapsis o una desinapsis parcial en la meiosis de las plantas monosómicas utilizadas como parental femenino durante los retrocruzamientos recurrentes, de tal forma que junto a gametos de constitución cromosómica correcta ($21^I - i$), se produzcan otros deficientes para un cromosoma diferente ($21^I - j$).

La evaluación de las consecuencias de la "deriva de univalentes" durante el curso de obtención de una serie monosómica fue estimada cuantitativamente por ROBBELEN (1968) en el desarrollo de la misma para la variedad "Wachtel", al observar en la F_1 de $mono_1$ "Chinese Spring" x "Wachtel" una reducción del apareamiento, que se manifestaba con la aparición de más de un univalente en más del 70 % de las CMP. Como consecuencia de lo anterior, en las formas obtenidas por ROBBELEN para "Wachtel", el 30 % habían sufrido "deriva de univalentes", de las cuales un 55 % tuvo su ocurrencia en la gametogénesis de las F_1 monosómicas, un 30 % en RC_1 monosómicas, y el resto en generaciones posteriores del proceso de retrocruzamientos recurrentes. Los datos de ROBBELEN demuestran que la frecuencia de la "deriva de univalentes" está correlacionada con la de incidencia de desinapsis durante la meiosis. Ahondan en esta conclusión los resultados de LAW y WORLAND (1972), quienes observaron el mismo fenómeno en monosómicos obtenidos en el Plant Breeding Institute (Cambridge), para las variedades "Bersee", "Capelle Desprez", y "Koga II" con dos, cuatro ó tres derivas de los respectivos 21 términos en desarrollo. Las tres variedades citadas mostraron un apareamiento meiótico más elevado en híbridos con "Chinese Spring" que "Wachtel".

La deriva puede ser más elevada en monosómicos para términos completos de la serie monosómica, según demostraron JOSHI et al. (1970), a partir de descendencias aneuploides de monosómicos para los términos 1B, 4B, 6B, 2D y 4D de "Chinese Spring".

La "deriva de univalentes" ha sido negativa en las 8 plantas monotelosómicas manejadas en los cruzamientos realizados en este trabajo hasta el momento, correspondientes a formas de obtención de aneuploides en el término 5D de "Aragón 03", y las seis restantes a los términos 2B, 4D y 5D de "Pané 247" según se registra en el cuadro 7. Para la detección se realizaron observaciones del apareamiento meiótico en formas monotelosómicas derivadas de cruzamientos del tipo (F_1 mono_i "CS" x "A") por ditelo_i "CS" que dará lugar a las descendencias que se indican a continuación, tomando en consideración para el parental femenino la formación de gametos con 20 y 21 cromosomas y en los primeros las dos posibilidades alternativas, con o sin deriva de univalentes:

♂ / ♀	(20^{I-i+j}) - - -	(20^{I+i-j}) - - -	(21^I) - + -
$19^I +$ - + - (20^{I+1}telo)	$19^{II} +$ - + $20^{II} + 1^I \text{telo}$	$19^{II} +$ + - $20^{II} + 1^{II} \text{het} + 1^I$	$19^{II} +$ + $20^{II} + 1^{II} \text{het}$
	A	B	

La discusión entre las plantas A y B, monosómico correcto y producido por deriva, respectivamente, ha sido detectada, para las 8 plantas analizadas, en el apareamiento meiótico, observando para cada una la configuración crítica A (20 bivalentes + 1 univalentes telocéntrico).

DETECCION DE TRANSLOCACIONES

La importancia de los intercambios cromosómicos en la evolución del trigo, tanto tetraploide como hexaploide, fueron puestas en evidencia por RILEY y colaboradores (1967), a nivel de subespecies, y posteriormente demostrada para numerosos cultivares. Por otro lado, las complicaciones que surgen en el proceso de obtención de un juego de monosómicos en una variedad cultivada a partir del existente en otra, cuando entre ambas existen translocaciones recíprocas, fueron demostradas por SEARS (1953) y UNRAU et al. (1956).

En la F_1 entre las dos variedades se producirá una asociación crítica en primera metafase (MI), consistente en un cuadrivalente, cuando exista una translocación recíproca, o asociaciones más complejas cuando las variedades se diferencien en más de una translocación. En la obtención de las formas monosómicas, para muchas de las líneas de retrocruzamiento, la translocación se hará homocigótica rápidamente y por consiguiente no representará un problema. Para el híbrido estructural monosómico para el cromosoma implicado en la translocación, se formará una asociación meiótica crítica consistente en un trivalente. La coorientación y disyunción de esta asociación es crítica para la consecución del monosómico correspondiente. Para una coorientación alternada, los gametos de 20 cromosomas poseerán el cromosoma de la variedad receptora, y los de 21 ambos cromosomas portadores de translocación de la variedad donante. En cada generación monosómica de retrocruzamiento posterior se repetirá el mis

mo hecho, por lo que sería imposible obtener los términos monosómicos de la variedad donante para los dos cromosomas implicados en la translocación. No obstante, si la translocación no es muy importante, se produce con relativa frecuencia desinapsis, que da lugar a tres univalentes, en lugar de un trivalente, con la frecuencia lo relativamente alta como para que entre los gametos de 20 cromosomas aparezcan algunos portadores de uno u otro de los cromosomas implicados en la translocación, y consiguientemente sea posible la consecución de los correspondientes monosómicos.

Las líneas monosómicas ofrecen la posibilidad de detectar los intercambios cromosómicos intervarietales, soliendo utilizarse las de la variedad "Chinese Spring", por su constitución cromosómica primitiva, como modelo de referencia. Para ello, y una vez detectada en la meiosis del híbrido intervarietal la existencia del intercambio, se procede a la obtención de las 21 descendencias monosómicas de aquella variedad por "Chinese Spring" y a su análisis meiótico. En 20 formas aparecerá de nuevo el cuadrivalente con la misma frecuencia que en las F_1 disómicas, y en una aparecerá un trivalente, asociación crítica demostrativa del cromosoma implicado en la translocación.

También se han utilizado ditelosómicos y monotelosómicos, con el fin de detectar el brazo cromosómico implicado en la translocación, e incluso se han utilizado doble-monotelosómicos que permiten una mayor precisión en la localización de la parte del cromosoma o cromosomas implicados en el intercambio (LARSEN, 1973; LINDE-LAURSEN, 1974; LINDE-LAURSEN y

LARSEN, 1974). En el cuadro 7 se registra una revisión de las principales translocaciones localizadas en distintas variedades de *T. aestivum*.

En "Ariana 8"

En el Cuadro 8 se registran los resultados de la observación del apareamiento meiótico en 64 CMP en primera metafase de plantas euploides obtenidas por hibridación entre "Chinese Spring" y "Ariana 8".

Entre las configuraciones meióticas que se observan, un 18'8 % de las CMP presentan una asociación de cuatro cromosomas, y un 65'5 % presentan 2 ó 4 univalentes. Respecto al cuadrivalente observado, cuando es abierto y coorienta alternadamente, se aprecia una mayor proximidad de los centrómeros internos de la cadena, que entre cada uno de ellos y los extremos.

Entre las CMP con univalentes que se observan, aparecen con relativa frecuencia (34'3 % del total), asociaciones secundarias de dos largos, con zonas terminales asociadas.

Estos resultados, parecen indicar la existencia de una translocación recíproca diferencial entre "Ariana 8" y "Chinese Spring", aceptada como modelo de referencia en la evolución cariotípica del trigo común por su constitución cromosómica primitiva (RILEY et al., 1967).

La mayor proximidad de los centrómeros internos en cuadrivalentes abiertos de coorientación alternada parece indicar la existencia de diferencias de tamaño de los brazos

VARIEDAD	CROMOSOMAS IMPLICADOS EN TRANSLOCACION	Nº DE INTERCAMBIOS	REFERENCIAS
<u>ssp. Compactum</u> (Poso)	5B-7B	1	SEARS, 1953
Indian	3B-7B	1	"
Thatcher	4A-6B	1	"
S 615	2B-3B, 4A-6B	2	LARSON, 1954
Sonora	3A-7B	1	BAKER and McINTOSH, 1966
S 2303	4A-1B	1	"
Eligulate	4A-6A-7B	2	"
Holdfast	3B-3D	1	RILEY et al., 1967
Cappelle-Desprez	3B-3D, 5B ^L -7B ^L	2	RILEY et al., 1967; LINDE-LAURSEN and LARSEN, 1974
Wachtel	1D-6D	1	ROBBELEN, 1968
Poros	7B-2D	1	METTIN, 1969
Vilmorin 27	5B-7B	1	THE and BAKER, 1970
Bersee	5B-7B	1	LAW, 1971
Hybride du Jonc gois	5B-7B, 3B-3D	2	"
Zuchter	1B-1R	1	ZELLER and SASTROSUMAR- JO, 1972
Maris Ensign	7B-2D	1	LARSEN, 1973
W1007/53	3A, 2B y 2 no identi- ficas	2	ZELLER, 1973
Blaukorn	1A, 2A, 5A, 6A, 3B, 7B, 1D, 3D, 6D, 7D	5	ZELLER and BAIER, 1973
Starke	7A-7D	1	LINDE-LAURSEN, 1974
Solo	5B-7B, 7A-7D y 2A-4D	3	BAIER, ZELLER and FISCHBECK, 1974.

CUADRO 7.- *Intercambios cromosómicos identificados en algunas formas de T. aestivum L.*

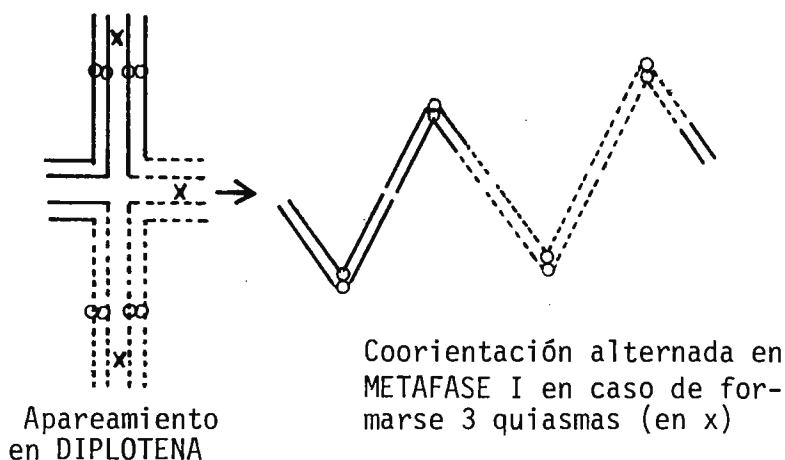
UNIVALENTES			BIVALENTES				CUADRIVALENTES				QUIASMAS	
												
Nº medio	límites		Nº medio	límites	Nº medio	límites	Nº medio	límites	Nº medio	límites	Nº medio	límites
0.2	0-4	5.7	4-9	10.8	5-12	3.2	2-7	0.03	0-1	0.15	0-1	31-40

Configuraciones	Nº de células	%
21"	10	15,7
20" + 2' - -	12	18,7
20" + 2' 	16	25
19" + 2' () + 2' - -	10	15,6 (univalentes)
19" + 4' 	4	6,2
19" + 1' 	2	3,2
19" + 1' 	10.	15,6

CUADRO 8.- Configuraciones cromosómicas y apareamiento en MI de plantas F_1 de "Chinese Spring" x "Ariana 8".

cromosómicos que han intervenido en la translocación con respecto a los otros brazos de los cromosomas implicados.

En el siguiente esquema se representa la constitución cromosómica hipotética de la translocación detectada, y el comportamiento meiótico en el caso de que los 4 cromosomas afectados aparezcan eficazmente en sus zonas homólogas y constituyan una asociación de 4 cromosomas.



La detección de translocaciones recíprocas intervarietales en variedades de trigo común puede tener importancia por inducir errores o "deriva de univalentes", cuando la asinapsis parcial producida es importante (SEARS, 1953; RILEY et al., 1967; ROBBELEN, 1968; BAYER et al., 1974). La detección de una translocación en "Ariana 8" implica la necesidad de llevar a cabo el estudio de su localización mediante la observación meiótica de las 21 formas F_1 mono_i "Chinese Spring" x "Ariana 8", lo que permitirá conocer la constitución cromosómica de esta variedad respecto a otras portadoras

de translocaciones y evaluar su importancia en el proceso de obtención de series aneuploides para esta variedad.

En "Aragón 03" y "Pané 247"

Aunque no se han contabilizado datos de comportamiento meiótico en ambas variedades existe probablemente una translocación con respecto a "Chinese Spring", por observarse asociación de cuatro cromosomas y presencia de univalentes con relativa frecuencia en los híbridos intervarietales. El estudio de la localización de los intercambios cromosómicos en estas variedades se realizarán al mismo tiempo que el de "Ariana 8".

. RESUMEN

Dada la necesidad de contar con series aneuploides en variedades adaptadas a nuestras condiciones de cultivo, este trabajo representa el inicio de la obtención de series monosómicas y monotelosómicas en "Aragón 03", "Ariana 8" y "Pané 247", como material de base para la mejora por sustitución cromosómica intervarietal, dentro del marco de los programas de la European Wheat Aneuploidy Cooperative.

El trabajo desarrollado cubre 3 ciclos, siguiéndose el método de obtención por retrocruzamientos recurrentes en "tandem" (LAW y WORLAND, 1972), partiendo de series aneuploides de "Chinese Spring", contándose ya con descendencia de tercera generación de retrocruzamiento (para obtención de

monosómicos), segunda monotelosómica, y primera de sustitución cromosómica para el término 5D de "Aragón 03", y los términos 2B, 4D y 5D de "Pané 247", a sustituir por los correspondientes a "Cheyenne" y "Nap Hall/Atlas 66" (5D portador de genes de calidad harino-panadera), "Thatcher" (2B portador de un gen para resistencia a la roya amarilla) y "Marris Hobbit" (4D portador de un gen de semi-enanismo).

En ocho plantas monotelosómicas analizadas no se observó "deriva de univalentes". Las tres variedades españolas parecen diferenciarse en una translocación respecto a la estructura cromosómica de "Chinese Spring".

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AHLOWALIA, B.S. 1972. Trisomics and aneuploids of ryegrass. Theor. and App. Genet., 42:363-367.
- AKSEL, R. 1967. Quantitative genetic analysis of characters in wheat using chromosome substitution lines (theoretical consideration). Genetics, 57:195-211.
- AKSEL, R. 1970. Genetic properties of chromosomes 4A of Timstein and 7D of Thatcher wheat varieties with respect to certain quantitative characters. Analele Stiintifice, Univ. "Al. I. Cuza", 16:213-220.
- ALLAN, R.E. and VOGEL, O.A. 1963. F₂ monosomic analysis of culm length in wheat crosses involving semi-dwarf Norin 10-Brevor 14 and the Chinese Spring series. Crop. Sci., 3:538-540.
- BAIER, A.C. and ZELLER, F.J. 1974. Monosomic analysis of some of the characters of the semi-dwarf wheat "Solo". E.W.A.C. Newsletter, 4:40-42.

- BAIER, A.C., ZELLER, F.J. and FISCHBECK, G. 1974. Identification of three chromosomal interchanges in common wheat, *Triticum aestivum* L. Can. J. Genet. Cytol., 16:349-354.
- BAKER, E.P. and McINTOSH, R.A. 1966. Chromosome translocation identified in varieties of common wheat. Can. J. Genet. Cytol., 8:592-599.
- CHAUDHRY, A.S. 1973. A genetic and cytogenetic study of height in wheat. Doct. Thesis, Univ. of Cambridge.
- DOEKES, G.J. and BELDEROK, B. 1976. Kernel hardness and baking quality of wheat. A genetic analysis using chromosome substitution lines. Euphytica, 25:565-576.
- GALE, M.D. and REES, H. 1971. The production and assay of segmental substitution lines in Barley. Genet. Res., 17:245-256.
- GALE, M.D., LAW, C.N. and WORLAND, A.J. 1975. The chromosomal location of a major dwarfing gene from "Norin 10" in new british semi-dwarf wheats. Heredity, 35:417-421.
- JOSHI, B.C., SAWHNEY, R.N., SINGH, D. and KUMAR, S. 1970. Genetic control of bipolar segregation of homologous chromosomes and integrity of the centromere in *Triticum*. Caryologia, 23:359-362.
- KALTSIKES, P.J. 1974. Methods for *Triticale* production. Z. Pflanzenzücht., 71:264-286.
- KUSPIRA, J. 1958. Chromosome substitution lines. Proc. Genet. Soc. Can., 3:33-36.
- KUSPIRA, J. and UNRAU, J. 1957. Genetic analysis of certain characters in wheat using whole chromosome substitution lines. Can. J. Pl. Sci., 37:300-326.
- KUSPIRA, J. and UNRAU, J. 1959. Theoretical ratios and tables to facilitate genetic studies with aneuploids. Can. J. Genet. Cytol., 1:267-312.
- LARSEN, J. 1973. The role of chromosomal interchanges in the evolution of hexaploid wheat, *Triticum aestivum*. Proc. 4th Int. Wheat Genet. Symp., 87-93.

- LARSON, R.I. 1966. Aneuploid analysis of quantitative characters in wheat. Proc. 2nd Int. Wheat Genet. Symp., 2: 345-354.
- LARSON, R.I. and MacDONALD, M.D. 1966. Cytogenetics of solid stem in common wheat.V. Lines of S-615 with whole chromosome substitution from apex. Can. J. Genet. Cytol., 8:64-70.
- LAW, C.N. 1966. The location of genetic factors affecting a quantitative character in wheat. Genetics, 53: 487-488.
- LAW, C.N. 1968. The development and use of intervarietal chromosome substitutions. E.W.A.C. Newsletter, 1: 22-23.
- LAW, C.N. 1971. E.W.A.C. Newsletter, 3:45-46.
- LAW, C.N. and WORLAND, A.J. 1972. Aneuploidy in wheat and its uses in genetic analysis. Plant Breeding Institute . Annual Report.
- LAW, C.N. and WORLAND, A.J. 1973. Chromosome substitutions and their use in the analysis and prediction of wheat varietal performance. Proc. 4th Int. Wheat Genet. Symp., 41-49.
- LOVE, R.M. 1940. Chromosome number and behaviour in a plant breeder's sample of pentaploid wheat hybrid derivatives. Can. J. Res., C18:415-434.
- LINDE-LAURSEN, I. 1974. The use of diheterotelosomics to identify translocations in hexaploid wheat. Third. E.W.A.C. Conference, Novi Sad.
- LINDE-LAURSEN, I. and LARSEN, J. 1974. The use of double-monotelodisomics to identify translocations in *Triticum aestivum*. Hereditas, 78:245-250.
- MAAN, S. and LUCKEN, K.A. 1966. Development and use of an aneuploid set of male-sterile Chinese Spring Wheat in *Triticum timopheevi* Zhuk. cytoplasmic. Can. J. Genet. Cytol., 8:398-403.
- MACER, R.C.F. 1966. The normal and monosomic genetic analysis of stripe rust (*Puccinia striiformis*) resistance in wheat. Proc. 2nd Int. Wheat Genet. Symp., Hereditas Suppl., 2:172-182.

- MATSUMURA, S. 1940. Weitere untersuchungen uber die penta - ploiden Triticum-Bastarde. X. Jap. J. Bot., 10: 477-487.
- MATTERN, P.J., MORRIS, J.W., SCHMIDT, J.W. and JOHNSON, V.A. 1973. Locations of genes for kernel properties in the wheat variety Cheyenne using substitution lines. Crop Sci., 6:119-122.
- METTIN, D. 1969. E.W.A.C. Newsletter, 2:31-35.
- MORRIS, R., SCHMIDT, J.N., MATTERN, P.J., and JOHNSON, V.A. 1968. Chromosomal location of genes for flour quality in the wheat variety Cheyenne using substitution lines. Crop Sci., 6:119-122.
- MORRIS, R., SCHMIDT, J.N., MATTERN, P.J., and JOHNSON, V.A. 1968. Quality tests on six substitution lines involving Cheyenne wheat chromosomes. Crop Sci., 8:121-123.
- PERSON, C. 1956. Some aspects of monosomic wheat breeding. Can. J. Bot., 34:60-70.
- PRICE, M.E. and ROSS, W.M. 1955. The occurrence of trisomic and other aneuploids in a cross of triploid x diploid *Sorghum vulgare*, Agron. J., 47:591-592.
- PRICE, M.E. and ROSS, W.M. 1957. Cytological study of a triploid x diploid cross of *Sorghum vulgare* Pers. Agron. J., 49:237-240.
- RHOADES, M.M. 1952. The effect of the bronze locus on anthocyanin formation in maize. Am. Nat., 86:105-108.
- RICK, E.M. and BARTON, D.W. 1954. Cytological and genetical identification of the primary trisomics of the tomato. Genetics, 39:640-666.
- RILEY, R. and KIMBER, G. 1961. Aneuploids and the cytogenetics structure of wheat varietal population. Heredity, 16:275-290.
- RILEY, R., COUCOLI, H. and CHAPMAN, V. 1967. Chromosomal interchanges and the phylogeny of wheat. Heredity, 22:233-248.
- RILEY, R., CHAPMAN, H. and JOHNSON, R. 1968 a. Introduction of yellow rust resistance of *Aegilops comosa* into wheat by genetically induced homoeologous recombination. Nature, 217:383-384.

- RILEY, R., CHAPMAN, V. and JOHNSON, R. 1968 b. The incorporation of alien disease resistance in wheat by genetic interference with the regulation of meiotic chromosome synapsis. *Genet. Res.*, 12:199-219.
- ROBBELEN, Von G. 1968. Desynapsis als fehlerquelle bei der aufstellung von monosomen-sortimenten des weizens. *Z. Pflanzenzüchtg.*, 60:1-18.
- SACCARDO, F. e MONTI, L.M. 1969. Isolamento di trisomici in pisello. *Soc. Ital. Genet. Agr.*
- SANCHEZ-MONGE, E. 1957. Catálogo genético de trigos españoles. *Min. Agricultura, Madrid.*
- SCHERTZ, K.F. 1966. Morphological and cytological characteristics of five trisomic of *Sorghum vulgare* Pers. *Crop Sci.*, 6:519-523.
- SEARS, E.R. 1939. Cytogenetic studies with polyploid species of wheat. I. Chromosomal aberration in the progeny of a haploid of *Triticum vulgare*. *Genetics*, 24:509-523.
- SEARS, E.R. 1944. Cytogenetic studies with polyploid species of wheat. II. Additional chromosomal aberration in *Triticum vulgare*. *Genetics*, 29:232-246.
- SEARS, E.R. 1953. Nullisomic analysis in common wheat. *Aus. Naturalist.*, 87:245-252.
- SEARS, E.R. 1954. The aneuploids of common wheat. *Missouri Agr. Expt. Sta. Research Bull.* 572.
- SEARS, E.R. 1958. The aneuploids of common wheat. *Proc. 1st Int. Wheat Genet. Symp.*: 221-229.
- SEARS, E.R. 1962. The use of telocentric chromosome in linkage mapping. *Genetics*, 47:983.
- SEARS, E.R. 1966. Chromosome mapping with the aid of telocentrics. *Hereditas*, supp. 2:529.
- SEARS, E.R. and RODENHISER, H.A. 1948. Nullisomic analysis of stem-rust resistance in *Triticum vulgare* var. *Timsteim*. *Genetics*, 33:123-124.
- SEARS, E.R., LOEGERING, W.O. and RODENHISER, H.A. 1957. Identification of chromosome carrying genes for stem rust resistance in four varieties of wheat. *Agron. J.*, 49:208-212.

- THE, T.T. and BAKER, E.P. 1970. Homoeologous relationships between *Agropyron intermedium* chromosomes and wheat. Wheat Inf. Serv., 31:29-31.
- TSUNEWAKI, K. 1963. The transmission of the monosomic condition in a wheat variety, Chinese Spring. II. A critical analysis of nine years record. Japan. J. Genet., 38:270-271.
- UNRAU, J. 1950. The use of monosomes and nullisomes in cytogenetic studies of common wheat. Sci. Agr., 30:66-89.
- UNRAU, J., PERSON, C. and KUSPIRA, J. 1956. Chromosomes substitution in hexaploid wheat. Can. J. Bot., 34: 629-640.
- WELSH, J.R., WATSON, C.A. and GREEN, C.W. 1968. Chromosomal control of flour properties in three substitution sets of common wheat (*Triticum aestivum* L.). Crop Sci., 8:81-82.
- ZELLER, F.J. 1973. 1B/1R wheat-rye chromosome substitutions and translocations. Proc. 4th Int. Wheat Genet. Symp., 209-222.
- ZELLER, F.J. and FISCHBECK, G. 1931. Cytologische untersuchungen zur identifizierung des fremd chromosomes in der weizensorte Zorba (W 565). Z. Pflanzenzücht. 66:260-265.
- ZELLER, F.J., and SASTROSUMARJO, S. 1972. Zur cytologie der weizensorte weique (*T. aestivum* L.). Z. Pflanzenzücht., 68:312-321.
- ZELLER, F.J. and BAIER, A.C. 1973. Substitution des weizenchromosomenpaares 4A durch das Roggenchromosomenpaar 5R in dem weihenstephaner weizenstamm W 70 a 86 (Blaukorn). Z. Pflanzenzücht., 70:1-10.



FUNDACION JUAN MARCH

SERIE UNIVERSITARIA

Títulos Publicados:

- 1.— *Semántica del lenguaje religioso* / A. Fierro
(Teología. España, 1973)
- 2.— *Calculador en una operación de rectificación discontinua*/A. Mulet
(Química. Extranjero, 1974)
- 3.— *Skarns en el batolito de Santa Olalla*/F. Velasco
(Geología. España, 1974)
- 4.— *Combustión de compuestos oxigenados*/J.M. Santiuste
(Química. España, 1974)
- 5.— *Películas ferromagnéticas a baja temperatura*/José Luis Vicent López
(Física. España, 1974)
- 6.— *Flujo inestable de los polímeros fundidos*/José Alemán Vega
(Ingeniería. Extranjero, 1975)
- 7.— *Mantenimiento del hígado dador in vitro en cirugía experimental*
José Antonio Salva Lacombe (Medicina, Farmacia y Veterinaria. España, 1973)
- 8.— *Estructuras algebraicas de los sistemas lógicos deductivos*/José Plá Carrera
(Matemáticas. España, 1974)
- 9.— *El fenómeno de inercia en la renovación de la estructura urbana.*
Francisco Fernández-Longoria Pinazo (Urbanización del Plan Europa 2.000
a través de la Fundación Europea de la Cultura)
- 10.— *El teatro español en Francia (1935–1973)* / F. Torres Monreal
(Literatura y Filología. Extranjero, 1971)
- 11.— *Simulación electrónica del aparato vestibular*/J.M. Drake Moyano
(Métodos Físicos aplicados a la Biología. España, 1974)
- 12.— *Estructura de los libros españoles de caballerías en el siglo XVI.*
Federico Francisco Curto Herrero (Literatura y Filología. España, 1972)
- 13.— *Estudio geomorfológico del Macizo Central de Gredos*
M. Paloma Fernández García (Geología. España, 1975)
- 14.— *La obra gramatical de Abraham Ibn ^c Ezra*/Carlos del Valle Rodríguez
(Literatura y Filología. Extranjero, 1970)

- 15.— *Evaluación de Proyectos de Inversión en una Empresa de producción y distribución de Energía Eléctrica.*
Felipe Ruíz López (Ingeniería. Extranjero, 1974)
- 16.— *El significado teórico de los términos descriptivos/Carlos Solís Santos*
(Filosofía. España, 1973)
- 17.— *Encaje de los modelos econométricos en el enfoque objetivos-instrumentos relativos de política económica./ Gumersindo Ruíz Bravo*
(Sociología. España, 1971)
- 18.— *La imaginación natural (estudio sobre la literatura fantástica norteamericana). / Pedro García Montalvo*
(Literatura y Filología. Extranjero, 1974)
- 19.— *Estudio sobre la hormona Natriurética. / Andrés Purroy Unanua*
(Medicina, Farmacia y Veterinaria. Extranjero, 1973)
- 20.— *Análisis farmacológico de las acciones miocárdicas de bloqueantes Beta-Adrenérgicos./ José Salvador Serrano Molina*
(Medicina, Farmacia y Veterinaria. España, 1970)
- 21.— *El hombre y el diseño industrial./Miguel Durán-Lóriga*
(Artes Plásticas. España, 1974)
- 22.— *Algunos tópicos sobre teoría de la información./ Antonio Pascual Acosta*
(Matemáticas. España, 1975)
- 23.— *Un modelo simple estático. Aplicación a Santiago de Chile*
Manuel Bastarache Alfaro (Arquitectura y Urbanismo. Extranjero, 1973)
- 24.— *Moderna teoría de control: método adaptativo-predictivo*
Teoría y realizaciones. /Juan Manuel Martín Sánchez
(Ingeniería. España, 1973)
- 25.— *Neurobiología (I Semana de Biología. Conferencias-coloquio sobre Investigaciones biológicas 1977)*
- 26.— *Genética (I Semana de Biología. Conferencias-coloquio sobre Investigaciones biológicas 1977)*
- 27.— *Genética (I Semana de Biología. Conferencias-coloquio sobre Investigaciones biológicas 1977)*
- 28.— *Investigación y desarrollo de un analizador diferencial digital (A.D.D.) para control en tiempo real. /Vicente Zugasti Arbizu*
(Física. España, 1975)
- 29.— *Transferencia de carga en aleaciones binarias./ Julio A. Alonso*
(Física. Extranjero, 1975)
- 30.— *Estabilidad de osciladores no sinusoidales en el rango de microondas. / José Luis Sebastian Franco.*
(Física. Extranjero, 1974)

- 31.— *Estudio de los transistores FET de microondas en puerta común.* Juan Zapata Ferrer. (Ingeniería. Extranjero, 1975).
- 32.— *Estudio sobre la moral de Epicuro y el Aristóteles esotérico.* / Eduardo Acosta Mendez (Filosofía. España, 1973)
- 33.— *Las Bauxitas Españolas como mena de aluminio.* / Salvador Ordoñez Delgado (Geología. España, 1975).
- 34.— *Los grupos profesionales en la prestación de trabajo: Obreros y empleados.* / Federico Durán López (Derecho. España, 1975).

