

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTIFICAS

ANALES
DE LA
ESTACION EXPERIMENTAL
DE AULA DEI



VOL. 2 - N.º 2

1951

ANALES DE LA ESTACION EXPERIMENTAL DE AULA DEI

*

VOL. 2 - N.º 2

1951

INDICE

Páginas

CITOLOGIA Y GENETICA

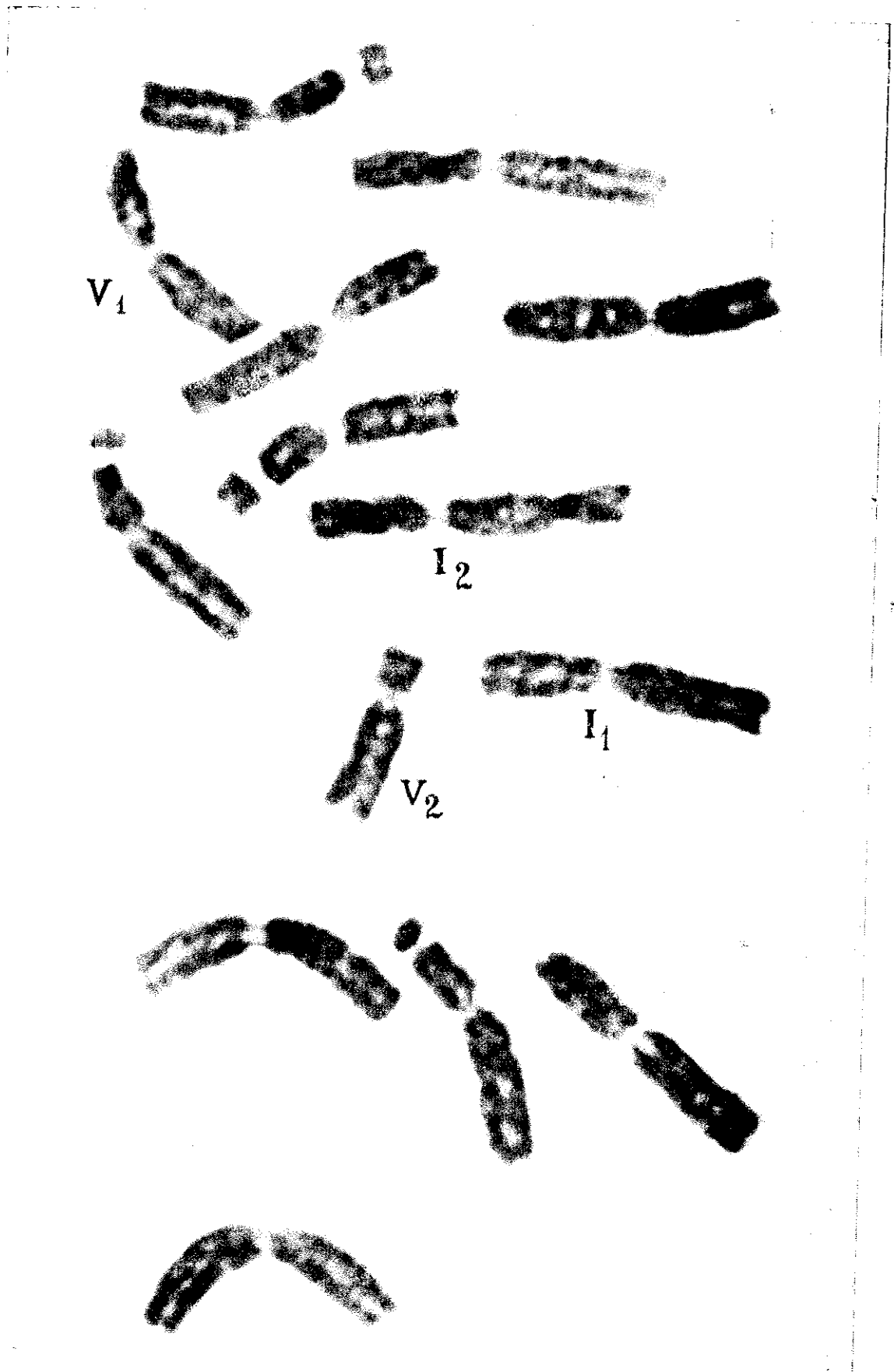
- TJIO, J. H. and HAGBERG, A.—Cytological studies on some X-ray mutants of barley. (Resumen en español: *Estudios citológicos sobre algunos mutantes por rayos X, de cebada*) ... 149
- SÁNCHEZ-MONGE, E.—The stability of isochromosomes. (Resumen en español: *Estabilidad de los isocromosomas*) ... 168
- LORENZO-ANDREU, A.—Acción de varias sales alcalinas sobre la división celular en *Allium Cepa*. (English Summary: *Action of some alkaline salts on mitosis in Allium Cepa root tips*) ... 174
- TJIO, J. H.—Chromosome fragmentation by pyrogallol in *Vicia Faba*. (Resumen en español: *Fragmentación cromosómica en Vicia Faba por acción del pirogalol*) ... 187
- LORENZO-ANDREU, A.—Cromosomas de plantas de la estepa de Aragón. III. (English Summary: *A cytological study of some plants from the steppe of Aragón. III*) ... 195

MEJORA

- ANGULO-BUSQUETS, M.—Ensayos con híbridos americanos de maíz en 1950. (English Summary: *Further trials with american hybrid maize in 1950*) ... 204
- SÁNCHEZ-MONGE, E. y VILLENA, L. M.—Variedades de barba lisa entre los trigos españoles. (English Summary: *Smooth-awned wheats among the spanish varieties*) ... 210

APENDICE

- SÁNCHEZ-MONGE, E.—Glosario de términos de Genética y Citogenética. Nuevos términos y usos. I. ... 211



Frontispiece: Root tip squash showing metaphase chromosomes of F_1 hybrid between Golden barley and its X-ray mutant *erectoides* 7. Chromosome I_1 and V_1 are of Golden barley whereas I_2 and V_2 are of *erectoides* 7.

CYTOLOGICAL STUDIES ON SOME X-RAY MUTANTS OF BARLEY

By JOE HIN TJIO and ARNE HAGBERG

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza, Spain and Institute of Genetics, Svalöf, Sweden

I. INTRODUCTION

THAT X-rays can produce hereditary changes—mutations—is known already from the investigations of MULLER and STADLER, carried out at the end of the twenties. About 1930 NILSSON-EHLE and GUSTAFSSON started to apply X-ray treatment for practical plant breeding purposes among others in Golden barley. This variety is a pure line derived from an old Gotland indigenous variety (TEDIN 1913). It is practically 100 per cent homozygous and true breeding. Thus all aberrant types appearing after X-ray treatment of kernels of this line could be taken as mutations. In the second generation (X_2) of the first experiments after the treatment, a number of viable mutants were found of which in eleven cases the density of the spike was affected. These mutants were called *erectoides* and numbered from 1 to 11. Subsequently however, it was found that mutations of this kind seemed to be rather common. Some 40 *erectoides* mutants have been thus far recorded. A review of this work has been given by GUSTAFSSON (1947).

Many problems connected with the mutations are of great interest for instance: *What has happened cytologically in these mutants? Why especially are these erectoides mutations so common? And lastly: What is the behaviour of the mutants in respect to general vitality and single characters in heterozygous as well as homozygous conditions?* The present paper is an attempt to try to connect the properties «*erectoides* 1» and «*erectoides* 7» with pure cytological data in order to get a first approach to the mapping of the barley chromosomes. No such map is thus far known to us for barley, although many characters have been studied (ROBERTSON *et al*, 1941).

In a preliminary paper a short account has been given previously by the authors (HAGBERG and TJIO, 1950) on the localization of the translocation point of *erectoides* 7. New data have been gathered about it, which will be included in this paper.

II. MATERIAL AND METHOD

The material for these studies was kindly put at our disposal by prof. GUSTAFSSON. It consists of Golden barley, *erectoides* 1 and 7, while F_1 -hybrids were obtained from the reciprocal crosses *erectoides* 7 $\times$ Golden barley. Hereafter the following abbreviations will be used: G. b. for Golden barley, *er.* 1 for *erectoides* 1 and *er.* 7 for

erectoides 7. As has been mentioned before, the mutants have been derived from the X_2 progeny of the first experiments with X-ray treatment carried out at Svalöv. They have been isolated for more than 10 generations.

For the degree of fertility the frequency of good pollen and seed set is taken. Pollen fertility is determined from aceto carmine-glycerine preparations. Fruit set is determined from the percentage of normally developed kernels on the total amount of florets found on the full grown spikes.

For meiosis studies whole spikes were fixed in CARNOY (3:1) for 3-4 hours and kept in 70 per cent alcohol. FEULGEN smear preparations were made. The somatic chromosomes were studied from orcein smear preparations, made according to the oxyquinoline method (TJIO and LEVAN, 1950). This method proved to be very suitable for getting excellent analysable metaphase plates. Chromosome measurements were made of the following number of metaphase plates: 31 metaphases of G. b., 10 metaphases of *er.* 1, 27 metaphases of *er.* 7 and 4 metaphases of F_1 hybrid *er.* 7 $\times$ G. b. Measurements were made from drawings of single chromosomes which are drawn in the following way. The chromosomes in a metaphase plate are numbered. Each chromosome is then moved to the center of the microscopic field and drawn separately with great care. In this way the amount of errors is limited.

III. SOME CYTO-GENETIC DATA

HAGBERG (unpublished) has since 1946 carried out a series of cyto-genetic studies on the present material. Some of his data connected with our problem therefore will be given here.

Several crosses have been made between G. b. and its *erectoides* mutants, especially to study the effect of dominance relations (superdominance, see GUSTAFSSON *et al.*, 1950) and the possible existence of single factorial heterosis in the F_1 hybrids of the respective combinations. For this purpose the vitality character as well as the fertility (both pollen and seed set) were determined. Table 1 shows the fertility frequencies for the years 1948 and 1949.

TABLE 1. *Per cent fruit set and good pollen of Golden barley, erectoides 1, erectoides 7 and F_1 hybrids during 1948 and 1949.*

Genotype	Per cent good pollen		Per cent fruit set	
	1948	1949	1948	1949
Golden barley	93	98	97	90
<i>Erectoides</i> 1	92	99	97	88
<i>Erectoides</i> 7	96	98	96	85
F_1 hybrid <i>er.</i> 1 $\times$ G. b.	86	93	83	77
» » <i>er.</i> 7 $\times$ G. b.	82	85	76	72
» » <i>er.</i> 1 $\times$ <i>er.</i> 7	—	78	—	56

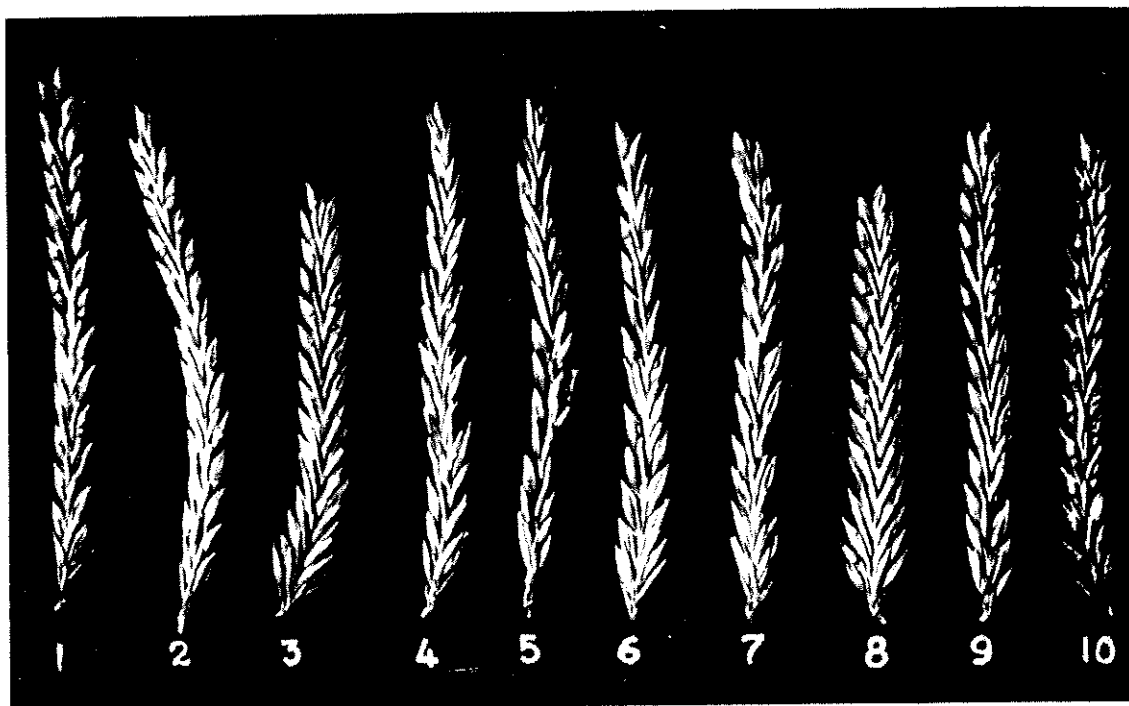


Fig. 1. Photograph showing spikes of Golden barley (no. 1 and 10), *erectoides* 1 (no. 3), *erectoides* 7 (no. 8), F_1 hybrid *erectoides* 1 $\times$ Golden barley (no. 2), F_1 hybrid *erectoides* 7 $\times$ Golden barley (no. 9) and F_1 hybrid *erectoides* 1 $\times$ *erectoides* 7 (no. 4-7).

As can be seen from Table 1, the frequencies are quite comparable within each year. The low values for seed set in 1949 is due to a heavy rust attack which apparently decreased the seed set. The fertility relation between the parent plants and its F_1 hybrids however remains, unchanged. There is therefore no doubt that it is here not a question of pure gene differences between the two mutants and G. b. but that obviously structural differences are involved.

In Fig. 1 the types of spikes of G. b., *er.* 1, *er.* 7 and the F_1 hybrids of *er.* 1 $\times$ G. b., *er.* 7 $\times$ G. b. and *er.* 1 $\times$ *er.* 7 are depicted. Spike 1 and 10 are of G. b. They are two rowed, of the *nutans* type and with kernels of the β type (see ÅBERG, 1946). The dense spike 3 and 8 are *er.* 1 and *er.* 7 respectively. They are both very easy to distinguish from G. b. but it is difficult to keep them from each other. G. b. is semi-dominant over *er.* 1 and *er.* 7. This can be seen from the appearance of spike number 2 and 9 in Fig. 1. They are respectively spikes of the F_1 hybrids *er.* 1 $\times$ G. b. and *er.* 7 $\times$ G. b. *Er.* 1 and *er.* 7 are obviously not multiple alleles, because the F_1 hybrid of *er.* 1 $\times$ *er.* 7 has lax spikes almost like G. b. (spike no. 4-7, Fig. 1). The fertility relations can be also appreciated from the spikes shown in Fig. 1.

During a study of the meiosis of the F_1 hybrid *er.* 1 $\times$ G. b. and *er.* 7 $\times$ G. b. in 1948 amphibivalent configurations were found in

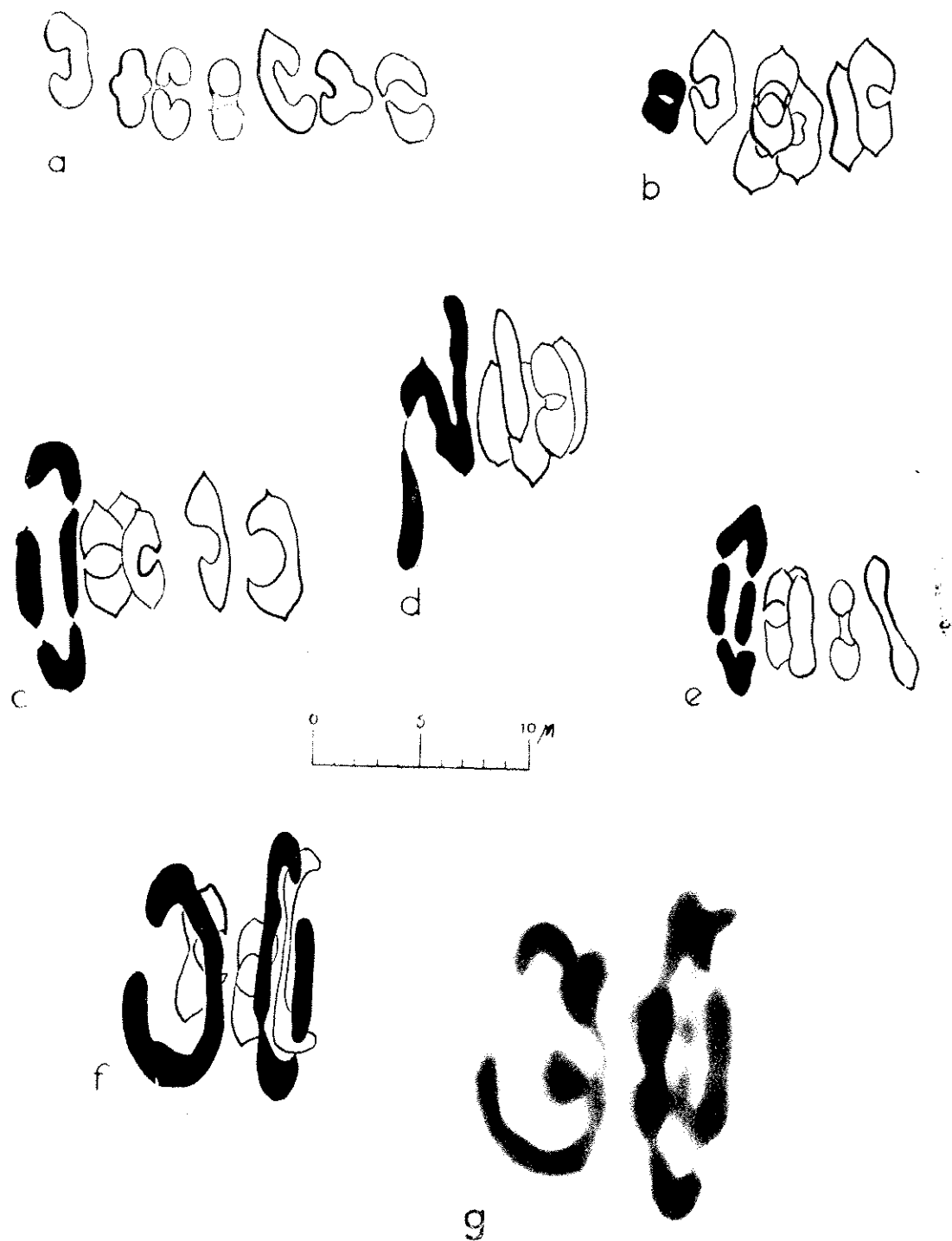


Fig. 2. First metaphase in side view in P.M.C. smears.—a: Golden barley, $2n = 14:7^{II}$; b: *erectoides* 7, $2n = 14:7^{II}$, note the smallest bivalent, drawn in black; c and d *erectoides* 1 $\times$ Golden barley, $2n = 14:1^{IV}, 5^{II}$; e: *erectoides* 7 $\times$ Golden barley, $2n = 14:1^{IV}, 5^{II}$; f: *erectoides* 1 $\times$ *erectoides* 7, $2n = 14:2^{IV}, 3^{II}$ both amphibivalents are drawn in black; g: photograph of the same plate as is drawn in f. — $\times 2650$

both hybrids. The mutants are obviously homozygous for reciprocal translocations as compared with G. b. Whereas the F_1 hybrids are heterozygous for one translocation, which gives amphibivalents in metaphase I. The fertility disturbances are lowest in *er. 1* $\times$ G. b. as can be seen from Table 1. This is presumably because the segments which are interchanged are very small. This is also supported by the fact that in M. I besides ring amphibivalents chains of 4 chromosomes were also found in a certain, although low, frequency (Fig. 2 c and d). In the F_1 hybrid *er. 7* $\times$ G. b. no chain amphibivalents have been encountered. The F_1 hybrid *er. 1* $\times$ *er. 7* however showed the configurations $2^{IV} + 3^{II}$ which suggested that different chromosome pairs are involved in the two translocations (see Fig. 2 f and g). As has been stated in our previous paper (HAGBERG and TJIO, 1950) a particular small bivalent was found in metaphase I of *er. 7* (Fig. 2 b). This was much smaller than the smallest bivalent in G. b. (Fig. 2 a). It was thought that it would be possible to find out, which chromosomes have been translocated. In a genetical analysis of the progeny of the hybrid *er. 7* $\times$ G. b. and also of *er. 1* $\times$ G. b. not a single case of crossing-over between the locus for spike density and the respective translocation points have been encountered. The «genes» have presumably been mutated in connection with the chromosome breaks and reunion of chromatids and are situated at the translocation points.

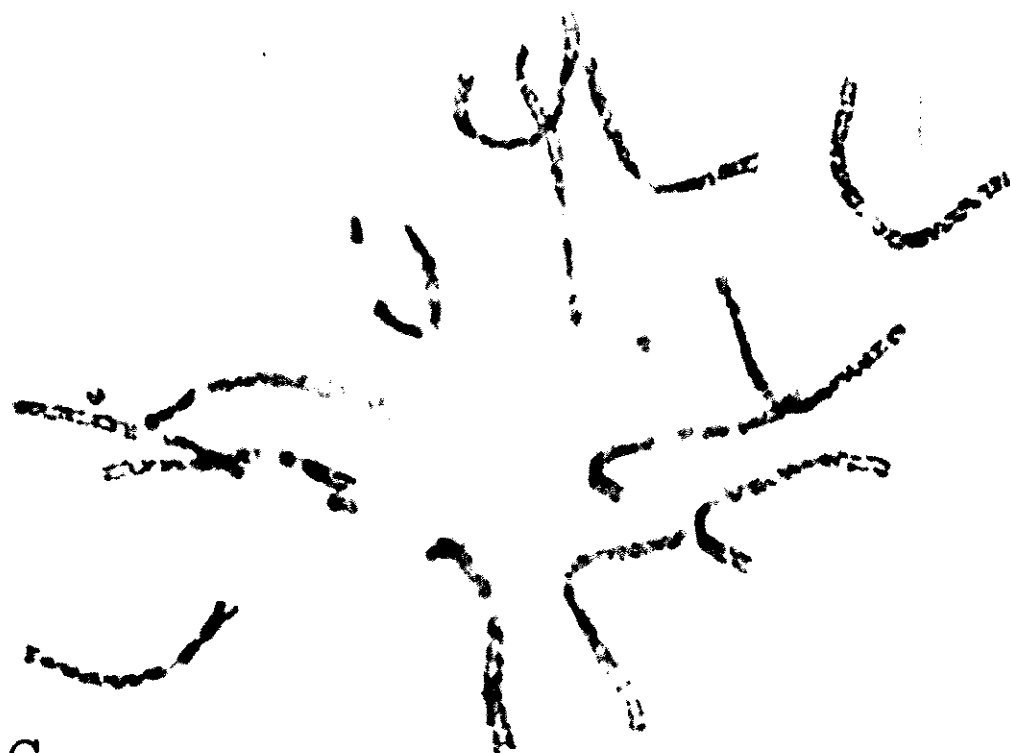
IV. OBSERVATIONS OF THE KARYOTYPES

As has been mentioned before, it was the size difference between the smallest bivalent of G. b. and *er. 7* that stimulated us to look for structural differences of the somatic chromosomes with the use of the oxyquinoline method. It was thought to be possible to localize the translocation points of *er. 1* and *er. 7*. The method proved to give striking results; not only excellent metaphase plates but also quite good prophases and anaphases were obtained. Prophases show often very delicate structures (Fig. 3 a, b). Even anaphase stages are often so good that also at this stage the chromosome types could be recognized (Fig. 3 c).

The quadruple structure of the centromere is also often seen (Fig. 4 a). In many metaphase plates the different karyotypes could be quite easily analysed. Very often the chromosomes are lying on the same plane, completely separated from each other, quite flat and straight. This facilitates very much the obtaining of correct measurements of the chromosome arms.

GOLDEN BARLEY

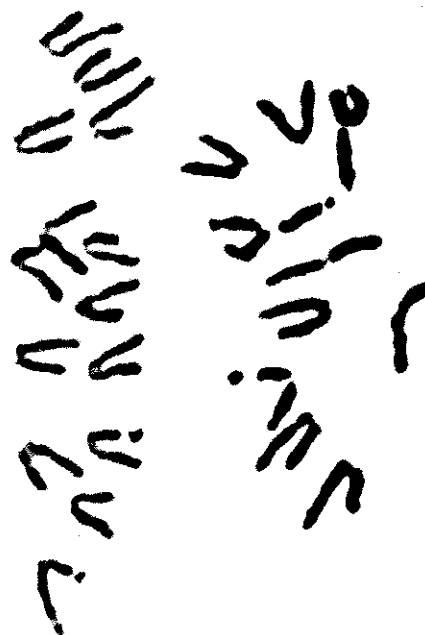
As is wellknown the chromosome number of barley is $2n = 14$. Of the 7 pairs two have a satellite, four are nearly of the same size and with almost the same position of the centromere, while the seventh pair is decidedly smaller than the others. Various authors



a



b



c

(BHADURI and SHARMA, 1949 and others) have studied the karyotypes of several *Hordeum* spp. The idiogram of Golden barley has been described rather superficially previously by TJIO and LEVAN (1950) and HAGBERG and TJIO (1950). An attempt is now made to analyze statistically the different types of chromosome pairs. This is especially important to distinguish the four longest chromosomes from each other. The statistical treatment of the measurements of the chromosomes is as follows:

As a standard measure for the chromosome length, a *relative value* is used. Its absolute length is expressed as the percentage of the total sum of the lengths of all chromosomes in each metaphase plate. Otherwise it would have been quite impossible to compare the different karyotypes as the variations between the plates are rather great.

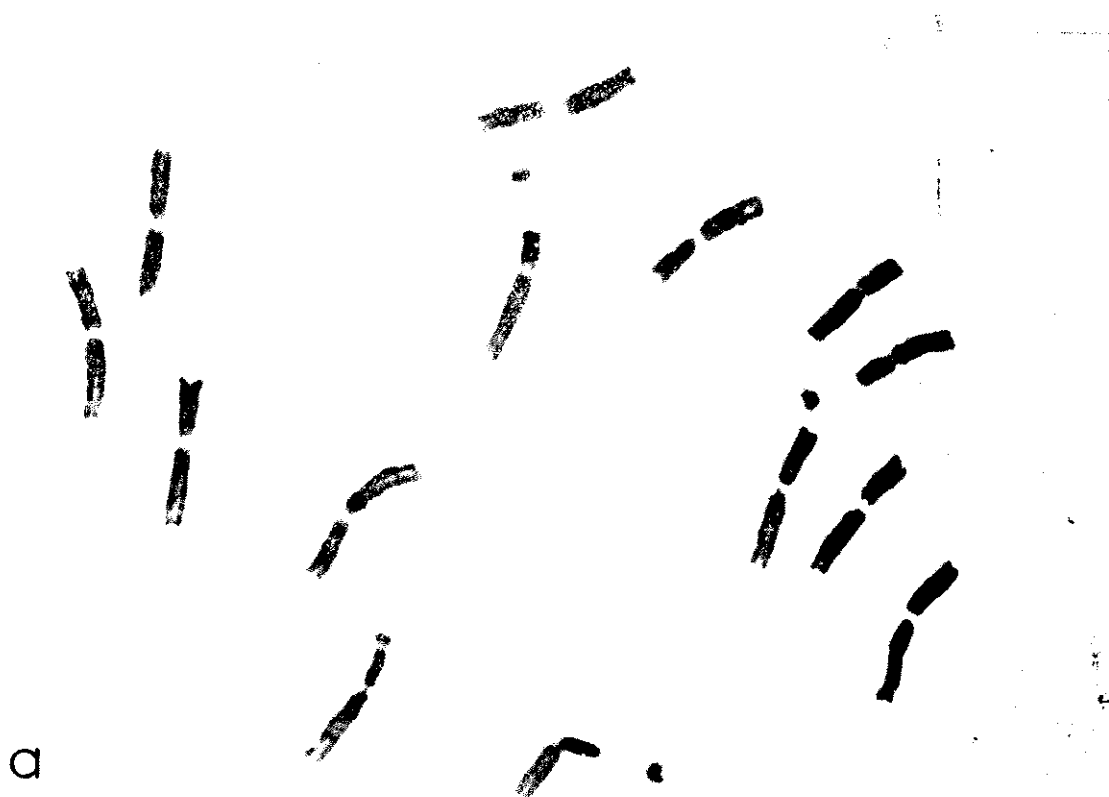
The ratio between short and long arm of the chromosome is used as its *index*. If the chromosomes and its arms keep its length ratio in plates of different contraction stages was afterwards controlled. Although some variation occurred, no indication was found that certain chromosome pairs contract more than others. The relative ratio between the arms and between the various chromosomes remain obviously constant, independent of the degree of contraction.

The gathered data on relative length and index of the chromosomes were dotted on a point diagram of which the X-axis represents the relative length (percentage of total length) and the Y-axis the index (ratio short on long arm). By studying this diagram it was possible to get an idea of the approximate position of the mean values of the relative length and index, especially important for the classification of chromosome I-IV. The identification of V, VI and VII does not produce any difficulties as they have clear morphological differences (the satellite of VI and VII) but it is often difficult to do it for I, II, III and IV. The four longest chromosomes could however be classified into I, II, III and IV by considering both relative length and index. The means can afterwards be calculated. It is however, not possible to use the standard error to the means of the four longest chromosomes as such a standard error would underestimate the real variability of the material. But for chromosome pair V, VI and VII where there are clear morphological differences the standard error can obviously be applied.

The karyotype of Golden barley can be summarized as follows:

Pair I: Longest chromosome pair. Relative length 16.6. Index 0.75. The centromere is submedially attached. Sometimes a secondary constriction could be found at the terminal third of the long arm.

Fig. 3. Root tip squashes of *Hordeum* showing prophase and metaphase chromosomes after 4 hours' treatment with 0.002 mol/l. 8-oxyquinoline.—a: prophase of Golden barley; b: prophase of *erectoides* 7 × Golden barley; c: anaphase of Golden barley.



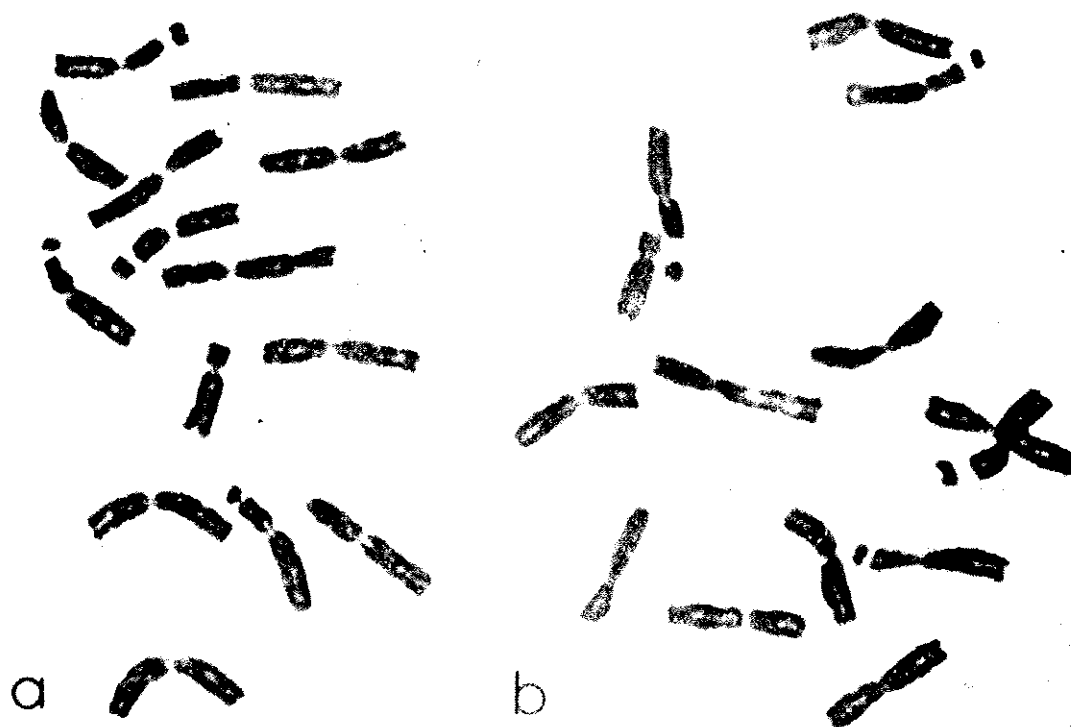


Fig. 5. Metaphases from root tip squashes.—a: *erectoides* 7 × Golden barley; b: Golden barley × *erectoides* 7.

Pair II: Long chromosome. Relative length 16.0 and index 0.86. Thus, submedially attached centromere.

Pair III. Long chromosome. Relative length 14.8 and index 0.92, which implies that the centromere is almost medially attached.

Pair IV: Long chromosome. Relative length 14.4 and index 0.77. Submedian centromere.

Pair V: Shortest chromosome without satellite. Relative length 12.7 and index 0.73. Centromere submedially to subterminally attached.

Pair VI: Chromosome with biggest satellite. Relative length 12.1 and index 0.61. Almost subterminally attached centromere.

Pair VII: Chromosome has a smaller satellite than VI. Relative length 13.4. Index 0.41. Thus, subterminal centromere. The long arm is equal to the long arm of pair I. It is also the longest arm in the karyotype.

The satellite length is not included in the chromosome length. Table 2 gives the absolute measurements of the chromosomes of one typical plate which is shown in Fig. 4 a.

Fig. 4. Metaphases from orcein root tip squashes of *Hordeum* after 4 hours' treatment with 0.002 mol/l. 8-oxyquinoline.—a: Golden barley; b: *erectoides* 7.

TABLE 2. *Measurements of the chromosomes of Golden barley (in μ).*

Pair No.	Member 1				Member 2			
	Long arm	Short arm	Sat.	Total	Long arm	Short arm	Sat.	Total
I	4.5	3.6		8.1	4.7	3.5		8.2
II	4.2	3.8		8.0	4.1	3.8		7.9
III	4.0	3.8		7.8	4.0	3.7		7.7
IV	4.1	3.0		7.1	4.3	3.1		7.4
V	3.7	2.9		6.6	3.5	2.7		6.2
VI	3.2	2.2	(1.2)	5.4	3.4	2.3	(1.3)	5.7
VII	4.7	2.0	(1.0)	6.7	4.8	2.2	(0.8)	7.0

The satellites are not included into the total length.

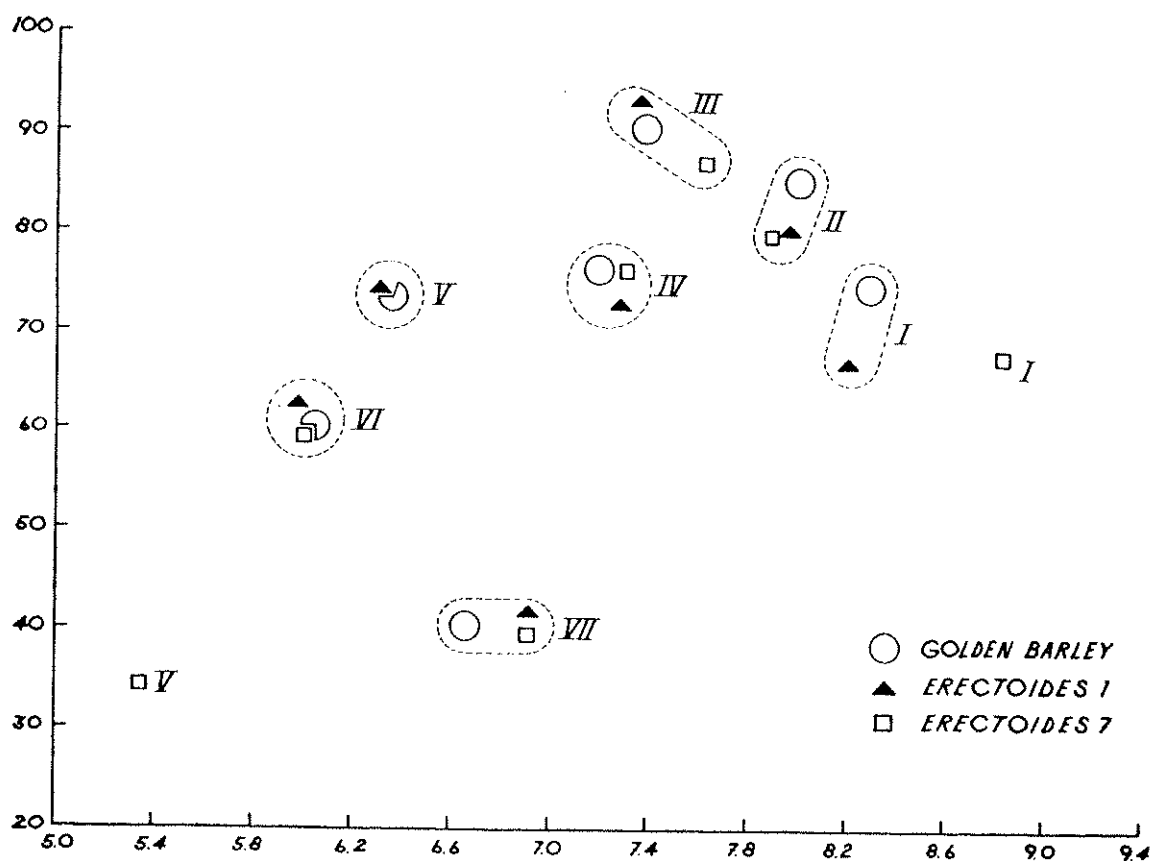


Fig. 6. Diagram of the mean values for the relative chromosome length (X-axis) and index of short arm on long arm (Y-axis) of the karyotypes of Golden barley, *erectoides* 1 and 7. Note the positions of chromosomes I and V of *erectoides* 7.

ERECTOIDES 7.

The data of the karyotypes of the mutants are treated in the same way as those of Golden barley, by means of the point diagram. The mean values of the chromosome types of G. b., *er.* 1 and *er.* 7 are shown in the diagram of Fig. 6. The general impression gathered from this is that the means are lying in groups which are especially clear for chromosome pair IV-VI.

It can be immediately seen from the diagram that *er.* 7 has a different pair V and I in its karyotype than G. b. Especially the position of pair V of *er.* 7 diverges clearly from that of G. b. This pair can be also immediately detected from the photographs in Fig. 4 *a-b* and 7 *a-b*, its short arm being extremely short. In many good plates it can be also observed that the long arm of pair I is longer in *er.* 7 than in G. b. and that it is the piece terminal to the secondary constriction which is increased in length. The constriction is lying in G. b. in the terminal third of the long arm, whereas in *er.* 7 it is almost medially situated. The difference in pair I and V between G. b. and *er.* 7 can be also clearly seen from the following Table.

TABLE 3. *Relative length and index of pair I and V of Golden barley and erectoides 7 and the F₁ hybrid er. 7 × G. b.*

Genotype	Pair I		Pair V	
	Rel. length	Index	Rel. length	Index
Golden barley	16.6	0.75	12.7	0.73
Erectoides 7	17.7	0.69	10.8	0.34
F ₁ hybrid <i>er.</i> 7 × G. b. (a) ..	16.5	0.75	13.1	0.76
(b) ..	17.5	0.70	10.1	0.41

a means of chromosome member received from father plant

b » » » » » » mother »

The other 5 pairs are of the G. b. type.

F₁ HYBRID ERECTOIDES 7 × GOLDEN BARLEY

The karyotype of the F₁ *er.* 7 × G. b. clearly shows, as is to be expected, that the chromosomes of pair V are unequal. On closer study, pair I can also be detected as being heterogenous. In Table 3 the relative length and index of the members of pair I and V of the F₁ hybrid *er.* 7 × G. b. are given in comparison with its parent plants. As can be seen there is a good agreement between the members of the F₁ hybrid and their respective parent karyotypes. It may be stated here that the F₁ hybrid of the reciprocal cross (G. b. × *er.* 7) has also given exactly the same karyotype (see Fig. 5 *a-b*, 7 *c* and 8 *b*).



To demonstrate that the variation between the members in the karyotype is greatest in pair I and V the following Table 4. is given. The means of the relative lengths and indexes are given.

TABLE. 4. Means of the relative length and index of the karyotype of the F_1 hybrid *erectoides* 7 $\times$ Golden barley

Pair No.	Mean of relative length		Mean of index	
	Member 1*	Member 2*	Member 1*	Member 2*
I	17.5	16.5	0.70	0.75
II	15.8	15.3	0.79	0.77
III	15.3	14.9	0.91	0.93
IV	15.3	15.0	0.75	0.76
V	13.1	10.1	0.76	0.41
VI	12.8	12.0	0.69	0.68
VII	13.7	13.0	0.47	0.48

(*) The mean of member 1 is the mean value of the long chromosomes and that of member 2 is the mean value of the short ones of the same pair.

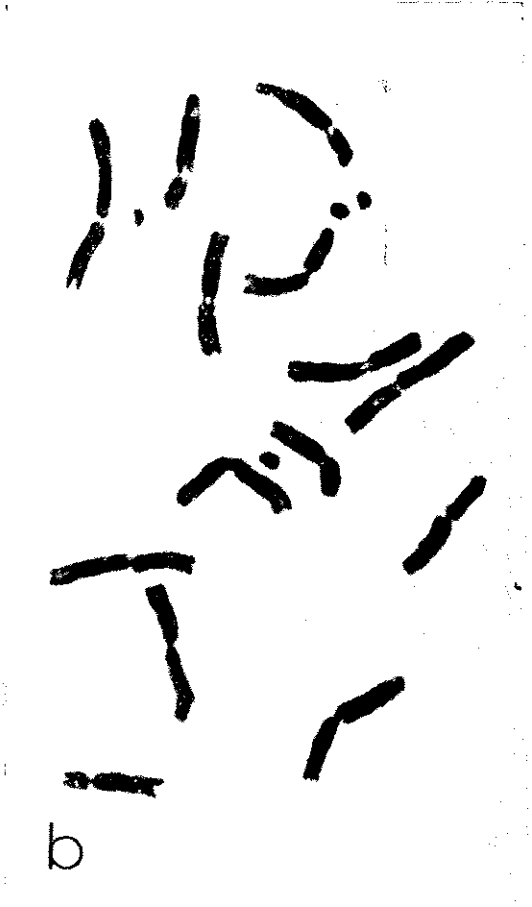
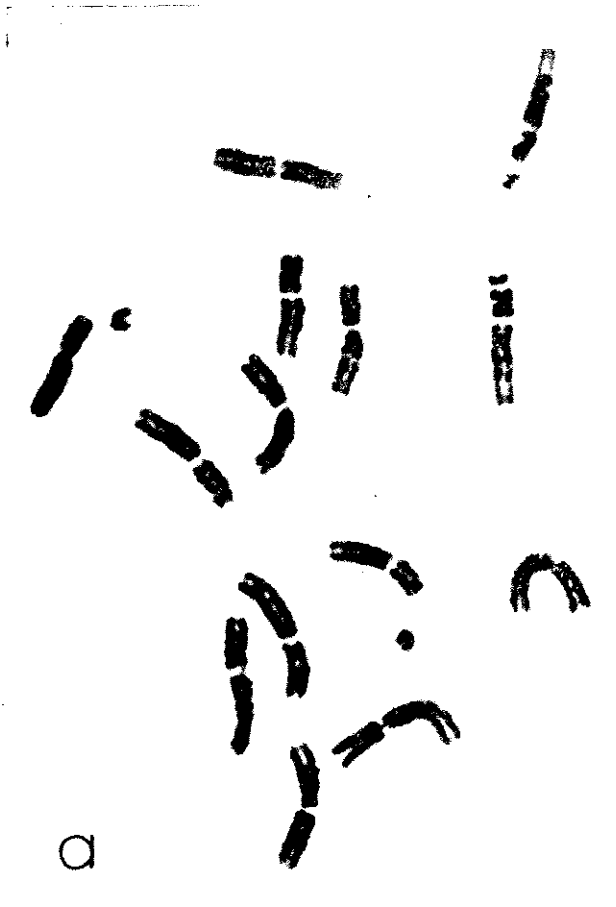
The difference is greatest for pair I and V. Especially for pair V it is very clear but not so great in pair I. It may be due to a difference in contraction of the different arms.

ERECTOIDES 1.

It was thought that it would be possible also to localize the translocation point of *er.* 1 in the same way as in *er.* 7. It seemed at first to be simple, as two pairs could be already excluded viz. pair I and V. As is mentioned before, a configuration $2^{IV} + 3^{II}$ was found in meiosis of the F_1 hybrid *er.* 1 $\times$ *er.* 7 (Fig. 2 f, g). This implies that 2 different chromosome pairs were involved in the translocation which produced *er.* 1. Furthermore amphibivalents as chains of 4 chromosomes have been found in the F_1 hybrid *er.* 1 $\times$ G. b. (Fig. 2 d). This suggests that the interchanged segments were apparently very small or anyhow one of them.

The mean values of the relative length and index are given in the diagram of Fig. 6. As can be seen from it, there is a general agreement with the standard karyotype (G. b.). The greatest divergence is found in pair I which has a lower index than in G. b. This chromosome ought however, to be unchanged. It is also impossible that an other pair has become longer than I by a translocation, as in this case the original longest one which is now nominated II, would be too short.

Fig. 7. Root tip squashes showing metaphase chromosomes.—a: Golden barley; b: *erectoides* 7; c: *erectoides* 7 $\times$ Golden barley. Note chromosome pair V.

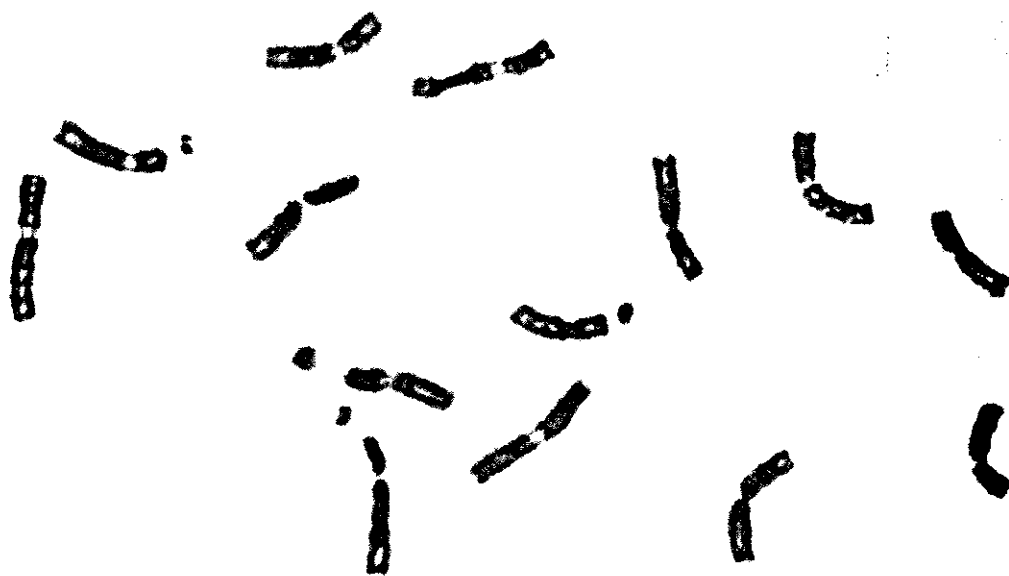


V. DISCUSSIONS

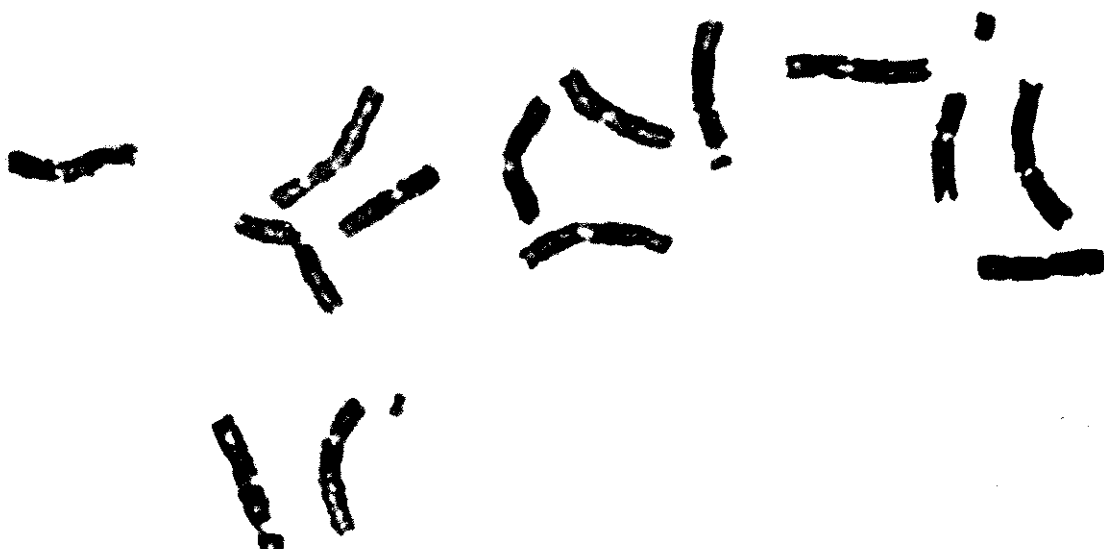
X-ray treatment often produces a high frequency of chromosome breaks (see for instance LEA, 1947 and MULLER, 1950 for details). This is often followed by various structural rearrangements. It would be expected that the most common type of rearrangements which can produce viable cells, cell tissues and individuals, would be reciprocal translocations. This is evidently also the case. Of the 59 chromosomal alterations RANDOLPH (1950) found in this X-rayed maize 44 were translocations, 8 were inversions, and 7 were deletions. And of the 89 alterations he found in his Bikini material 61 were reciprocal translocations, 15 were inversions and 13 were deletions. LUTHER SMITH (1950) found in the same Bikini test also a high frequency of translocations in barley. NYBOM (unpublished) and also HAGBERG (unpublished) have found various translocations after X-ray treatment of barley but no inversions. Many such translocations are connected with morphological changes. They are of the homozygous phenotype, which are morphological vital mutations as for example, *er. 1* and *er. 7*. The genes *er. 1* and *er. 7* are apparently completely linked with their respective translocation points. It is very likely that some kind of chemical change of the locus —«gene»— has taken place in connection with the chromosome breakage or at the rearrangement. It may also be that the changed reaction of the gene is caused by the new gene environment after rearrangement i. e. a position effect.

That it has been possible to localize the translocation point linked with *er. 7* in somatic chromosomes is because the interchanged segments were apparently of different sizes. Of these one must be somewhat smaller than the other. The biggest segment must be, at the very most, as long as the short arm of chromosome V in G. b. The difference is, however, evidently big enough that it could be detected. The translocation linked with *er. 1*, however, could not be localized in the somatic chromosomes. Its karyotype did not show great differences from the standard type (see Fig. 8 a, c and 9 a, b). They were almost perfectly in agreement with each other. It is most likely that the interchanged segments were of such a size that the length ratio of the chromosomes is almost unchanged. This may be achieved in at least two ways: Either the interchange segments are of the same size or they may be of different size but the points of translocation are on the same level in relation to the centromere. In the last case the unbroken arms of the two chromosomes involved ought to be of the same size. The segments are also apparently small (or at least one of them) because in metaphase I of F_1 hybrid *er. 1* $\times$ G. b. open amphibivalents were found now and then (Fig. 2 d).

Fig. 8. Metaphases from root tip squashes. — a: *erectoides 1*; b: *erectoides 7* $\times$ Golden barley; c: Golden barley.



a



b

Chiasma formation obviously sometimes failed between the translocation points. This is to be expected if at least one of the interchanged segments is very small.

Obviously other methods have to be applied to localize *er. 1*. The somatic prophases as is shown in Fig. 3 *a, b*, very often show delicate structures, which might be a very useful help in analyzing certain chromosomes. It may also help to localize *er. 7* more exactly. No attempt has as yet been made in this direction as the stay at Svalöv of one of us has been limited. Another, and perhaps better method, to come nearer to a solution of this problem is of course to analyse the pachytene, as is known in *Zea mays* (RHOADES, 1950). Barley pachytene chromosome are however not very suitable to analyse although of course not quite impossible. An analysis of the pachytene chromosomes of the F_1 hybrids *er. 1* $\times$ G. b. and *er. 7* $\times$ G. b. would most likely give the most exact cytological localization of the gene *er. 1* and *er. 7*.

Although, we realize very well, that our method is far from perfect, it is at least of interest that by this study a possibility is created to connect linkage groups of genes or gene maps on the 7 barley chromosome types by pure cytological data. It would be possible now to start examining which of the chromosomes correspond to the linkage-groups. The present investigation is just an initial step towards this goal. Meanwhile several other translocation cases have been found in the mutation material at Svalöv. It is very likely that certain suitable translocations of this material could be connected to certain chromosomes, which again would be a further help for the cytological mapping of linkage groups in barley.

Acknowledgment.—We wish to express our sincere thanks to Dr. LEVAN and Prof. GUSTAFSSON for criticism and encouragement.

SUMMARY

A cytological study has been carried out in Golden barley and its X-ray mutants, *erectoides 1*, *erectoides 7* and the reciprocal F_1 hybrids *erectoides 7* $\times$ Golden barley. A short account is given of genetical and meiosis data. The somatic chromosomes have been studied by means of the oxyquinoline method. An analysis is given of the karyotypes of Golden barley, *erectoides 1*, *erectoides 7* and the reciprocal hybrids *erectoides 7* $\times$ Golden barley. An attempt is made to localize the translocation points for *erectoides 1* and *erectoides 7* which are strongly linked with the «gene» *er. 1* and *er. 7* respectively. The translocation point of *erectoides 7* was found to be situated

Fig. 9. Root tip squashes showing metaphase chromosomes.—*a*: *erectoides 1*;
b: Golden barley. Note the similarity of both karyotypes.

on the proximal part of the short arm of chromosome V and on the long arm of chromosome I between the secondary constriction and its terminal end. It has not been possible to localize the translocation point of *erectoides* 1.

RESUMEN

(ESTUDIOS CITOLÓGICOS SOBRE ALGUNOS MUTANTES
POR RAYOS X, DE CEBADA)

Se ha realizado un estudio citológico con la variedad de cebada «Golden» y sus mutantes, provocados con rayos X, *erectoides* 1 y *erectoides* 7, junto con la F₁ de los híbridos *erectoides* 7 × Golden y el recíproco. se da una breve indicación de la meiosis y datos genéticos. Los cromosomas somáticos se han estudiado utilizando el método de la oxiquinoleína, realizándose un análisis de los cariotipos correspondientes a la variedad, mutantes y recíprocos indicados. Se intenta localizar los puntos de translocación para los mutantes, que están íntimamente ligados con los genes *er.* 1 y *er.* 7, respectivamente. El punto de translocación del *erectoides* 7 se encuentra que está situado en la parte proximal del brazo corto del cromosoma V, y entre la constricción secundaria y el extremo del brazo largo del cromosoma I. No ha sido posible localizar el punto de translocación del mutante *erectoides* 1.

LITERATURE CITED

- BHADURI, P. N. and SHARMA, A. K.
1. 1949 Karyotype analysis in some of the Indian strains of barley.—*Proc. Ind. Sc. Congress* (abstract).
- GUSTAFSSON, Å.
2. 1947 Mutations in agricultural plants.—*Hereditas* XXXIII: 1-100.
- GUSTAFSSON, Å., NYBOM, N. and von WETTSTEIN, U.
3. 1950 Chlorophyll factors and heterosis in barley.—*Hereditas* XXXVI: 383-392.
- HAGBERG, A. and TJIO, J. H.
4. 1950 Cytological localization of the translocation point for the barley mutant *erectoides* 7.—*Hereditas* XXXVI: 487-491.
- LEA, D. E.
5. 1947 Action of radiation on living cells. *The Macmillan Co., N. Y.* 402 pp.
- MULLER, H. J.
6. 1950 Some present problems in the genetic effects of radiation.—*Jour. Cell. and Comp. Physiol.* 35, Supp. 1: 9-71.
- RANDOLPH, L. F.
7. 1950 Cytological and phenotypical effects induced in maize by-X-rays and the Bikinitest «Able Atome Bomb.»—*Jour. Cell. and Comp. Physiol.* 35, Supp. 1: 103-117.
- RHOADES, M. M.
8. 1950 Meiosis in maize.—*Jour. Hered.* 41: 59-67.
- ROBERTSON, D. V., WIEBE, G. A. and IMMER, F. R.
9. 1941 A summary of linkage studies in barley.—*Jour. Amer. Soc. Agron.* 33: 47-64.

- SMITH, L.
 10. 1950 Effects of atomic bomb radiations and X-rays on seeds of cereals.—*Jour. Hered.* **41**: 125-130.
- TEDIN, H.
 11. 1913 Svalöfs Gullkorn.—*Sveriges Utsädesförenings tidskrift*, **23**: 27-50.
- TJIO, J. H. and LEVAN, A.
 12. 1950 The use of oxyquinoline in chromosome analysis.—*An. Aula Dei* **2**: 21-64.
- ÅBERG, E. and WIEBE, G. A.
 13. 1946 Classification of barley varieties grown in the United States and Canada 1945.—*U. S. Dep. Agr. Tech. Bul.* 907, pp. 1-190.

CONTENTS

I. Introduction	149
II. Material and method	149
III. Some cyto-genetic data	150
IV. Observations of the karyotypes	153
Golden barley	153
Erectoides 7	159
F ₁ Hybrid Erectoides 7 × Golden Barley	159
Erectoides 1	161
V. Discussions	163
Summary	165
Resumen en español	166
Literature cited	166

THE STABILITY OF ISOCHROMOSOMES

By E. SANCHEZ-MONGE

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza, Spain

THE karyotype of subcompactoid wheats consists of twenty one pairs of chromosomes of which twenty pairs are of the normal complement and one pair is formed by the so-called C chromosome, which in fact is also of the normal complement, and the isochromosome Cil (for nomenclature see HUSKINS, 1946). In a certain frequency of the P. M. C. the chromosomes C and Cil remain as univalents. This fact makes it possible to study the relative stability of the two centromeres, viz. the original one of the C chromosome and the one of the isochromosome. In the present paper a comparison is made between the frequencies of lagging and misdivision of above mentioned chromosomes during meiosis in order to get some idea of the stability of the isochromosomes. The identification of the C and Cil chromosomes at meiosis is rather easy as the normal chromosome is clearly heterobraquial, whereas the isochromosome is isobraquial.

For this study the anthers were fixed in acetic alcohol (1:3) and FEULGEN smear preparations were made. For comparing the behaviour of the C and Cil chromosomes 2×2 contingency tables were used.

OBSERVATIONS

In 238 P. M. C. studied, the C and Cil chromosomes were associated into heteromorphic bivalents in 36 cases (15.1 %) whereas in 202 cases they remained as univalents. When the isochromosome did not pair with the C to form the heteromorphic bivalent, it almost always formed a chiasma between its two arms, showing a characteristic configuration as is depicted in Figs. 1 d-e. Figs. 1 a-c show several instances of the heteromorphic bivalent.

The disjunction of the heteromorphic bivalent is normal, viz. the C chromosome to one pole and the Cil to the other. When they remain as univalents, the C" and Cil" at first ana-telophase as well as their daughter univalents C' and Cil' at second division, behave in exactly the same way as the C" chromosome and its daughter univalent C' at meiosis in speltoid wheats of the B series which has been previously described (SANCHEZ-MONGE and MAC KEY 1948, SANCHEZ-MONGE 1950 a and b). Thus each univalent or daughter univalent may go to one or the other pole or undergo a- or p-misdivision (SANCHEZ-MONGE 1950 a).

Tables I and II give the frequencies of lagging and misdivision during ana-telophases of respectively the first and second meiotic division. In table II are also included the observations on the two telocentrics Ctl and Cts, which being produced by misdivision, can be sometimes observed at the second division.

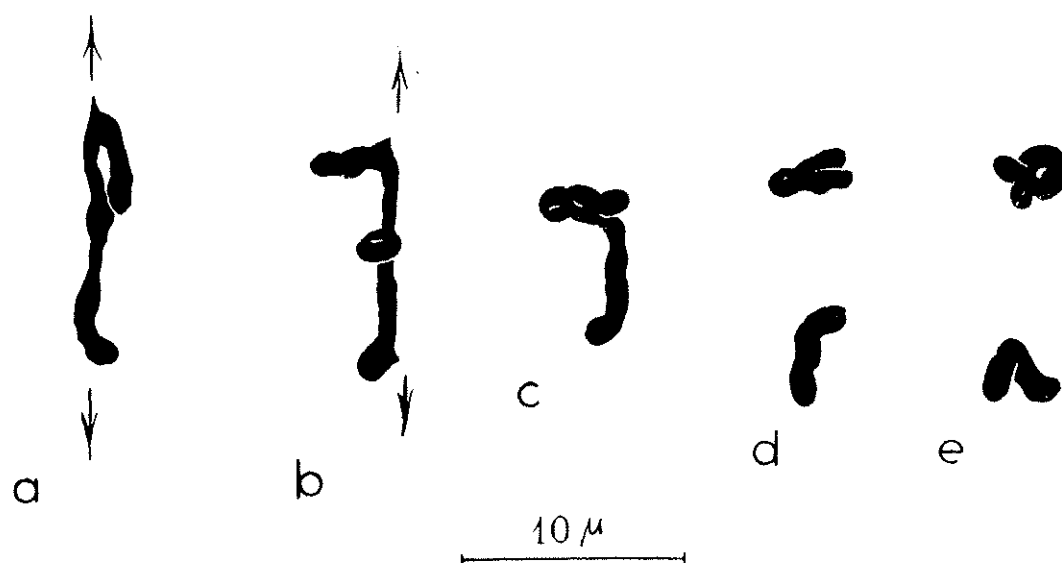


Fig. 1. First meiotic division of the subcompactoid wheat.— a, b: orientated heteromorphic bivalents, formed by a C' and a Cil' chromosome; c: non-orientated heteromorphic bivalent; d, e: the unpaired C' and Cil' of two cells.

TABLE I. *Frequencies of lagging and misdivision at first ana-telofase*

Chromosome	Logging		P-misdivision		A-misdivision		Total misdivision		Total cell number
	N.º	%	N.º	%	N.º	%	N.º	%	
C'	94	30.72	—	—	—	—	—	—	306
Cil'	110	35.95	—	—	—	—	—	—	306
C'	—	—	4	4.00	2	2.00	6	6.00	100
Cil'	—	—	1	0.87	3	2.63	4	3.50	110

The χ^2 values obtained in the contingency tables for the frequencies of lagging and misdivision are respectively 1.8823 ($0.1 > P > 0.2$) and 0.7422 ($0.3 > P > 0.5$). Thus the difference is not significant. Several instances of normal separation and of a- and p-misdivision of the C and Cil chromosomes can be seen from figure 2.

The χ^2 value for the difference in frequencies of lagging, obtained in the corresponding contingency table, is 10.5804, producing $P < 0.01$. This P value indicates a significant difference, while the frequency of lagging of the C chromosome is greater than that of the isochromosome. For the difference in the frequency of misdivision the values are 2.2821 and $0.1 < P < 0.2$; the difference is not significant.

Several cases of distribution of the C, Cil and Ctl to both poles as well as a beginning of the a- and p-misdivision of the C can be seen from Fig. 3.

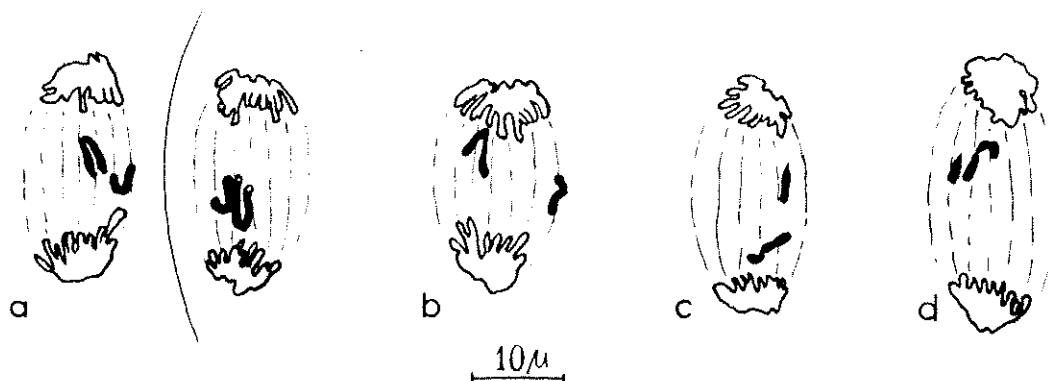


Fig. 3. Second meiotic division of the subcompactoid wheat. — a: dyad cell showing on one side the movement of the C' and Cil' to the same pole and on the other side the movement of each of them to opposite poles; b: half dyad cell showing a Cil' and the beginning of p-misdivision of the C'; c: half dyad cell with a C' and a Ctl' chromosome; d: half dyad cell with a Ctl' and a Cil' which is probably starting its p-misdivision.

DISCUSSION

The statistical analysis of our observations show evidently that the centromere of the isochromosome Cil is of normal strength and behaviour and as its frequency of misdivision does not differ significantly from that of the normal C chromosome, it is therefore apparent that *the instability of the centromere of this isochromosome is not due to its being an isochromosome but to the fact that it sometimes remains as a laggard in a certain frequency of the P. M. C.*

The normal behaviour of the centromere of the isochromosomes arisen through misdivision has been observed before by MÜNTZING (1946). He noticed it in both isofragments formed by the two arms of the standard fragment of *Secale*. The same author (1948) also studied the position of the normal chromosomes, the standard fragments and the isofragments at somatic metaphase. He arrived at the conclusion that the position of the isofragments indicated the normality of their centromere.

After the observations made by TJIO and LEVAN (1950) in various plant spp. of the centromere having 4 chromomeres, two for each

chromatid, it is quite obvious that the centromere of the isochromosome must be formed by the reunion of the interchromomeric filaments which have been broken at misdivision. DARLINGTON and LA COUR (1950) too found in *Campanula* two types of telocentrics, some are stable and others are unstable, the latter being the ones which produce isochromosomes by secondary misdivision.

In the light of these observations the assumption can be made that the following types of telocentrics can be formed: Unstable telocentrics produced by misdivision of the centromere and stable telocentrics formed by whole arm deletion. The stable telocentrics can however also undergo misdivision and thus give rise to unstable telocentrics. The possible transformations of both types of telocentrics with the subsequent secondary changes are schematically represented in Fig. 4.

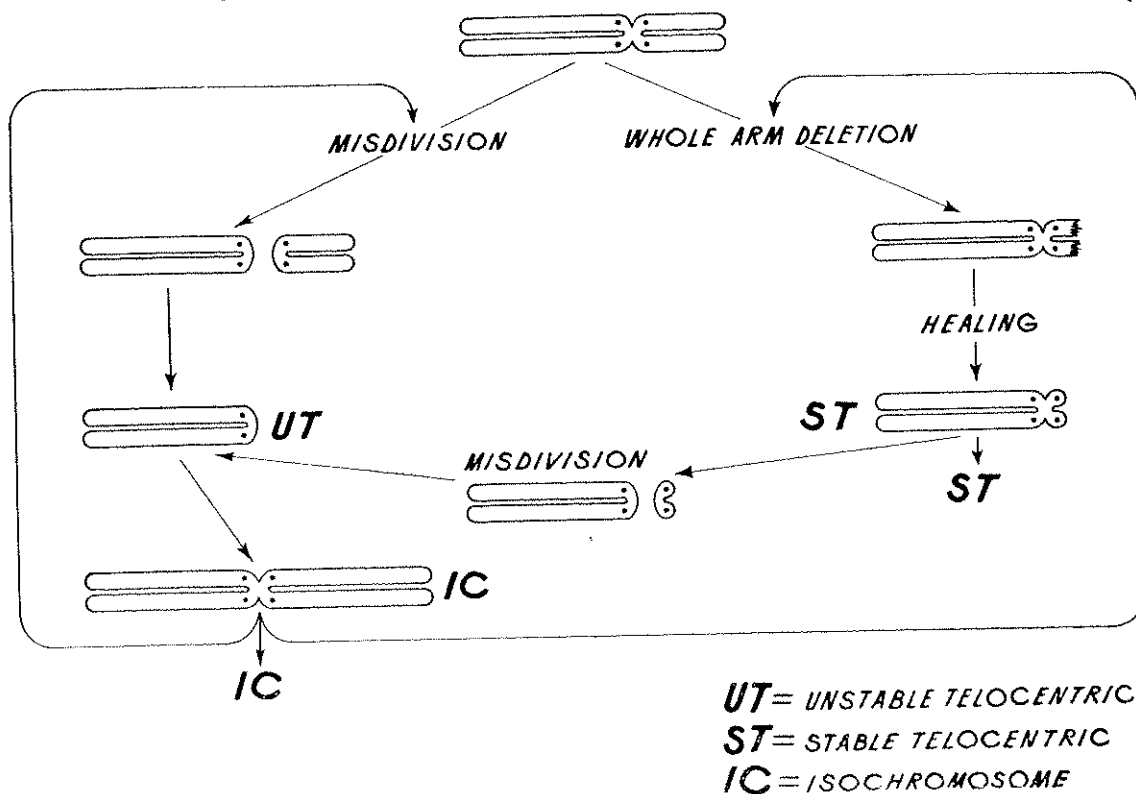


Fig. 4. Diagram showing the origin of the stable and unstable telocentrics as well as the origin of isochromosomes and the possible reciprocal transformations of one type into an other.

Acknowledgment.—My best thanks are due to my colleague J. H. Tjio for his useful advice.

SUMMARY

The relative stability of the centromeres of an isochromosome and its original chromosome has been studied in the meiosis of subcompactoid wheat. The statistical analysis of the observations show

that the isochromosome is provided with a centromere of normal strength and that its instability is due to its being an univalent and not to itself being an isochromosome. The possibility is suggested that there are two types of telocentrics: the stable telocentrics which arise through whole arm deletion and the unstable ones which are produced by misdivision and can be transformed into isochromosomes by secondary misdivision.

RESUMEN

(ESTABILIDAD DE LOS ISOCROMOSOMAS)

En la meiosis de un trigo subcompactoide se estudia la estabilidad relativa de los centrómeros de un isocromosoma y de su cromosoma originario por medio de la comparación de sus respectivas frecuencias de retardo y misdivisión.

El análisis estadístico de los datos indica que el isocromosoma está provisto de un centrómero de fuerza normal y que su inestabilidad se debe a que permanece como univalente en parte de las células madres de polen y no a que es un isocromosoma.

Seguramente existen dos tipos de cromosomas telocéntricos. Unos estables que se originan por la delección completa de un brazo cromosómico y otros inestables formados a consecuencia de una misdivisión y que son los que pueden dar origen a isocromosomas por misdivisión secundaria.

LITERATURE CITED

- DARLINGTON, C. D. and LA COUR, L. F.
1. 1950 Hybridity selection in *Campanula*.—*Heredity*, **4**: 217-248.
- HUSKINS, C. L.
2. 1946 Fatuoid, speltoid and related mutations of oats and wheats.—*Bot. Rev.*, **12**: 457-514.
- MÜNTZING, A.
3. 1946 Cytological studies of extra fragment chromosomes in rye. III. The mechanism of non-disjunction at the pollen mitosis.—*Hereditas*, **32**: 97-119.
4. 1948 Cytological studies of extra fragment chromosomes in rye. IV. The position of various fragment types in somatic plates.—*Hereditas*, **34**: 161-180.
- SÁNCHEZ-MONGE, E.
5. 1950 a Two types of misdivision of the centromere.—*Nature*, **165**: 80-81.
6. 1950 b Univalent mechanism and misdivision.—*An. Aula Dei*, **2**: 1-11.
- SÁNCHEZ-MONGE, E. and MAC KEY, J.
7. 1948 On the origin of subcompactoids in *Triticum vulgare*.—*Hereditas*, **34**: 321-337.
- TJIO, J. H. and LEVAN, A.
8. 1950 The use of oxiquinoline in chromosome analysis.—*An. Aula Dei*, **2**: 21-64.

ACCION DE VARIAS SALES ALCALINAS SOBRE LA DIVISION CELULAR EN ALLIUM CEPA

Por ANTONIO LORENZO-ANDREU

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

I. INTRODUCCION

EN el examen de la literatura existente sobre la acción química de sustancias en la célula hemos podido observar una desproporción notable entre los trabajos que tratan de la acción de compuestos orgánicos y de inorgánicos, superando en gran manera el número de los de aquellos frente a los últimos. Esta razón nos indujo a comenzar un estudio sobre la acción de sales minerales, y concretamente con las alcalinas.

Hemos creído conveniente que para la mejor interpretación de los resultados y posibilidad de relacionar unas acciones con otras, lo más adecuado sería tomar los mismos aniones para diferentes metales. De esta manera, de la semejanza o relación entre las acciones de las diversas sales del mismo metal, podremos deducir la actividad de éste como catión, e igualmente, de la semejanza o relación entre las acciones de las sales del mismo anión, podremos deducir la actividad del mismo.

II. MATERIAL Y METODOS

Dificultades para conseguir otras sales nos han obligado a limitarnos a las de litio, sodio, potasio y amonio, y hemos escogido como aniones, cloruro, bromuro, yoduro, nitrato y sulfato de cada uno de ellos.

En general partimos de productos de las casas MERCK y KAHLBAUM de la calidad «pro analysi», pero en algunos casos hemos recrystalizado las sales hasta obtenerlas suficientemente puras, según los criterios analíticos de pureza habituales.

Como especie vegetal para las experiencias hemos escogido el material ya clásico en Citología, *Allium Cepa*, que reúne muchas de las condiciones adecuadas para este tipo de experiencias (LEVAN, 1949). Hemos tomado bulbos pequeños (~4 cm. diámetro) y morfológicamente lo más uniformes posible. Los bulbos se ponen a germinar después de bien limpios, sobre la boca de tubos de ensayo de 2'5 centímetros diámetro por 20 centímetros de alto, llenos con agua corriente. Cuando las raíces se han desarrollado de 3 a 4 cm., se traspasa el bulbo a otro tubo que contiene la disolución que se ensaya.

LEVAN y sus colaboradores utilizan principalmente dos tiempos de tratamiento: 4 y 24 horas. En general hemos seguido este criterio, puesto que la experiencia indica que marca dos fases destacadas en el desarrollo del ciclo mitótico: a las 4 horas el reactivo ha tenido tiempo de iniciar plenamente su acción, y a las 24 horas las raíces se han acomodado, en general, a la acción del reactivo, marcándose una fase estacionaria.

Los ensayos se han realizado a la temperatura normal del laboratorio, comenzándose en general alrededor de las diez de la mañana.

Se ha utilizado en general una serie de 15 concentraciones para cada sustancia: 2 M, 1'5 M, 1 M, 0'5 M, 0'2 M, 0'1 M, 0'05 M, 0'02 M,, 0'0001 M. Estas concentraciones se han establecido por dilución en matraces aforados tomando con pipeta la cantidad correspondiente de las soluciones madres exactamente valoradas: cloruros, bromuros y yoduros por el método de VOLHARD, sulfatos por precipitación con Cl_2Ba y nitratos con la aleación DEVARDA. El agua utilizada para estas soluciones ha sido siempre bidestilada sobre permanganato potásico y luego hervida.

Las preparaciones microscópicas se han realizado por cortes longitudinales seriados y por el método de «squash». Los cortes, previa fijación en KARPECHENKO-MÜNTZING, deshidratación en mezclas de etanol y n-butanol de concentración creciente en éste y finalmente inclusión en parafina, cortando luego a 18-20 μ y coloreando con violeta cristal. En las preparaciones por «squash» el fijador ha sido 2BE de LA COUR y la coloración por el método de FEULGEN.

III. OBSERVACIONES

Dividimos las observaciones en dos partes: macroscópicas y microscópicas. Las primeras son las realizadas considerando las modificaciones sufridas en el aspecto externo de las raíces a causa del tratamiento correspondiente, a saber: muerte de la raíz (letalidad) y aparición de zonas engrosadas (tumores). Se han realizado a intervalos diversos, llegando a veces hasta tres días.

Las observaciones microscópicas de que hacemos mención son la media de unas 700 preparaciones realizadas, comprendiendo en total unas 3000 raíces. Se han hecho por regla general a las 4 y a las 24 horas del tratamiento, como ya hemos indicado.

ANOMALIAS MACROSCOPICAS

Letalidad.—Todas las sales ensayadas ejercen acción letal inmediata a las concentraciones 2M hasta 0'2M. Tan sólo NO_3Na y NO_3K 0'2M permanecen con las raíces vivas hasta las 24 horas. En general hasta las 48 horas mueren las raíces sometidas hasta la concentración 0'05M.

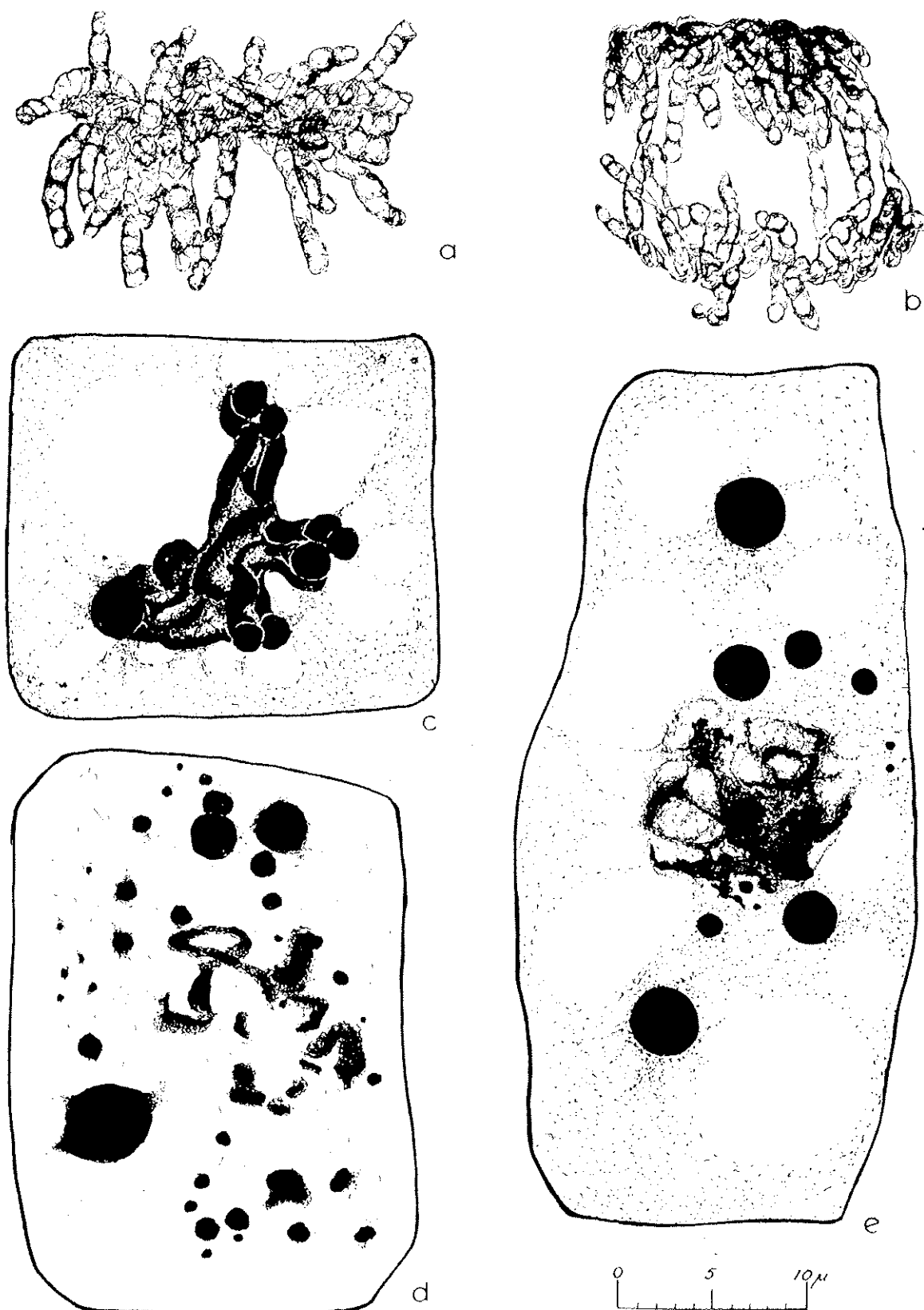


Fig. 1. a - b: Cromosomas con aspecto vacuolado. «Smears» de Feulgen; a: metafase. Acción del NaNO_2 2 M a las 4 horas; b: anafase. NaNO_2 0.5 M, 24 horas. — c: Aglutinación provocada con NaBr 0.05 M a las 4 horas. Violeta cristal. — d - e: Gotas de cromatina aglutinada, en células necróticas; d: Na_2SO_3 0.05 M, 4 h. Feulgen. El núcleo parece haber estallado; e: Na_2SO_3 0.2 M, 24 h. Violeta cristal. — $\times 2500$.

Las sales menos activas en este aspecto son ClK , SO_4K_2 , NO_3Na y NO_3K . la más activa el ClLi , siguiendo luego BrLi , $\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$, SO_4Na_2 , IK y INa .

Tumores.—Tan sólo se manifiesta tendencia para su formación con algunas sales, más en particular con las de Na y principalmente con NO_3Na a la concentración 0'005 M.

Hemos de hacer notar que las anomalías macroscópicas no pudieron observarse más que en las concentraciones mayores con ILi , NO_3Li y SO_4Li_2 .

ANOMALIAS MICROSCOPICAS

Las concentraciones con acción letal hacen que las células correspondientes se nos presenten con aspecto necrótico. En muchos casos, en particular con las sales de Li y Na , hay disolución de la cromatina, que hace que los cromosomas tomen aspecto de filamentos permaneciendo visible la heterocromatina. En las concentraciones más bajas, pero aun con acción letal, el aspecto de los núcleos es picnótico.

Las concentraciones siguientes nos presentan fenómenos de aglutinación, destacando sobre todo las sales de Li . La contracción de los cromosomas va apareciendo poco después.

A continuación podemos ver con más detalle las anormalidades más destacadas que provoca cada una de las sales, según nuestras observaciones.

Sales de Li

Cl- : Se observan células necróticas con núcleos arrugados a las concentraciones de 2 a 1 M en el tratamiento de 4 horas. A la concentración 0'5 M se observó disolución de la cromatina.

Con la concentración 0'2 M el aspecto de los núcleos pasa de necrótico a picnótico a las 4 horas, pero este aspecto ya no se ve más en las restantes concentraciones, aunque a las 24 horas se pone de manifiesto con 0'1 M. En esta misma concentración y tiempo se observa una disminución del número de mitosis, siendo frecuente ver los núcleos a un lado o vértice de las células, así como corpúsculos irregulares y cromáticos. Con 0'2 M se observa a las 4 horas aglutinación de los cromosomas, fenómeno que se manifiesta hasta 0'01 M, a pesar de que los núcleos no tienen aspecto picnótico entonces. Como consecuencia de la aglutinación se observan puentes anafásicos principalmente con 0'05 M y 0'02 M, (Fig. 2 a) y gotas cromáticas en telofase.

A 0'005 M se observa algo de contracción en los cromosomas metafásicos, fenómeno que a las 24 horas se observa en la concentración inmediata anterior 0'01 M y a las 48 horas en las posteriores 0'002 M y 0'001 M. En esta última se

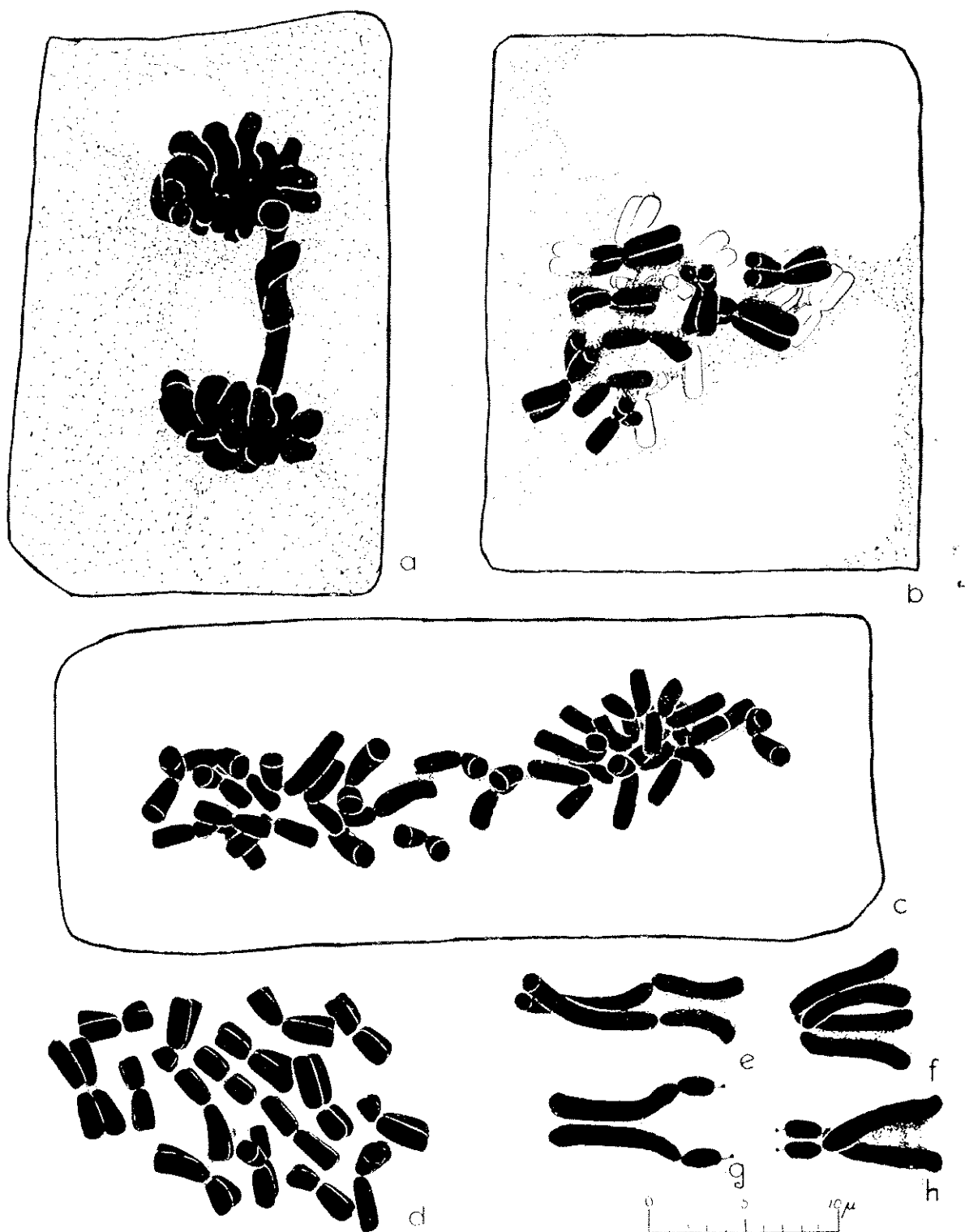


Fig. 2. *a*: Puente formado por aglutinación. CilLi 0.02 M, 4 h. Violeta cristal.—*b*: C-metáfase mostrando fuerte contracción y aglutinación. BrK 0.02 M y 24 h. Violeta cristal.—*c*: Anáfase en la que pueden verse los cromosomas muy contraídos y algo aglutinados. El efecto del huso está muy atenuado. ClK 0.05 M y 24 h. Feulgen.—*d*: C-metáfase muy contraída. BrNa 0.05 M y 24 h. Feulgen.—*e-h*: Aspecto de algunos cromosomas en que ha comenzado la escisión del centrómero, mostrando aglutinación entre los cromátidos. Puede verse la ausencia de contracción comparando con las figuras anteriores. NO.Li 0.05 M y 24 h. Violeta cristal.— $\times 2500$.

observa contracción en profase, y hacemos notar que a las 4 horas predominaban las células en reposo en esa concentración. Un notable aumento del número de mitosis se observó con 0'005 M a las 24 horas, notándose c-mitosis (Fig. 3 b).

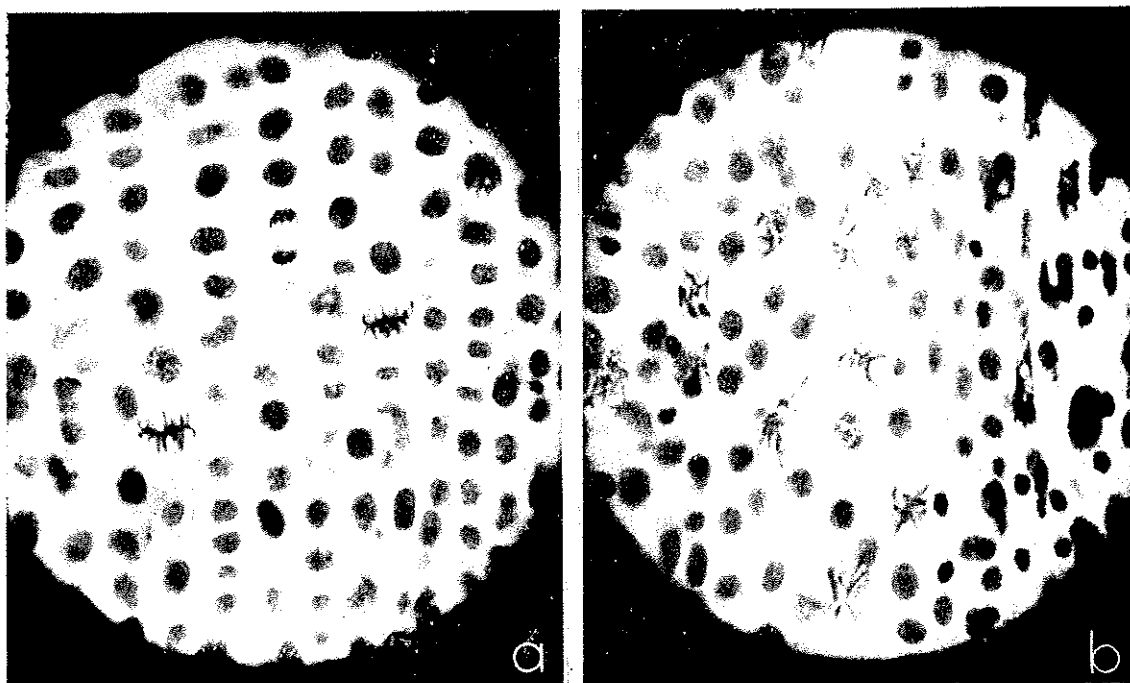


Fig. 3. a: Aspecto normal de un conjunto de células en el meristemo terminal de raíz de *Allium Cepa* L.—b: Aumento del número de mitosis provocado con CILI 0'005 M a las 24 horas de tratamiento. El efecto del huso está muy atenuado. Las metafases son del tipo c-mitótico, pero sin contracción.

Br⁻: La necrosis se observa a las 4 horas en las concentraciones 2, 1'5, 1 y 0'5 M. Con 0'5 M se observa heterocromatina y los cromosomas con aspecto de filamentos. Las concentraciones siguientes hasta 0'02 M muestran aglutinación, (Fig. 1 c) con puentes y gotas cromáticas. También se observa c-mitosis con la concentración 0'05 M a las 4 horas. Los demás aspectos persisten a las 24 horas.

I⁻: A las 4 horas se observa necrosis con la concentración 2 M y siguientes hasta 0'2 M, aunque ésta nos indica ya más bien pycnosis y aglutinación que conduce a puentes. Sobre todo a las 24 horas la cromatina ha adquirido un aspecto muy denso, observándose en gotas muy a menudo. Con 0'1 M también es destacada la aglutinación, notándose frecuentes puentes.

NO₃⁻: La concentración 2 M presenta necrosis y aglutinación, siendo frecuente ver los cromosomas con aspecto vacuolado y disuelto parcialmente (Figs. 1 a y b). Estas condiciones persisten con 1 y 0'5 M a las 4 y 24 horas. Con 0'2 M ya no hay necrosis has-

ta las 24 horas, pero sí aglutinación que persiste con 0'1 y 0'05 M, concentraciones en las que es muy destacada sobre todo en la última, pudiéndose observar aglutinación entre los dos cromatidios de un cromosoma en el comienzo de la anafase (Figs. 2 e-h).

SO₄⁼⁼: Con esta sal hemos observado fuerte disolución de los cromosomas en todas sus fases, con las concentraciones superiores. Con la concentración 0'5 M el aspecto es más picnótico, pero persiste la disolución parcial de la cromatina. En la 0'2 M, hemos visto también aglutinación y en alguna célula contracción de los cromosomas, aunque a las 24 horas se observa disolución y gotas de cromatina fuera de los núcleos que están destruidos (Fig. 1 d). A la concentración 0'1 M sigue aglutinación, así como con la siguiente 0'05 M en donde se observa la cromatina en gotas ya a las 4 horas (Fig 1 e).

Sales de Na

Cl⁻: La necrosis se observa sólo en las concentraciones 2 y 1'5 M. La aglutinación aparece con 0'5 M hasta 0'1, persistiendo en ésta a las 24 horas y apareciendo entonces en 0'05 M, aunque puentes se observan pocos y sólo en 0'2 M. La concentración 0'1 M marca el comienzo de la contracción a las 4 horas, manifestándose de modo continuo incluso a concentraciones muy bajas como 0'0002 M, aunque aquí con carácter poco intenso. El máximo de contracción se observa a las 24 horas con 0'05 M, tanto en metafase como en profase. En estas condiciones se observa también c-mitosis.

Br⁻: Necrosis sólo con 2 y 1'5 M. En las concentraciones 0'1 y 0'05 M se puede observar bien la c-mitosis a las 4 horas, persistiendo en la última a las 24 horas (Fig. 2 d), en que se ven algunas células multipolares. Con 0'2 M se ve aglutinación, y a las 24 horas también aparece en 0'1 y 0'05 M. También la concentración 0'1 M marca el comienzo de la contracción de los cromosomas, que se manifiesta en las siguientes hasta 0'002 M, persistiendo a las 24 horas. El máximo de contracción aparece con 24 horas a 0'05 M (Fig. 2 d).

I⁻: Se observa disolución de la cromatina hasta 0'1 M. Con 0'2 M observamos picnosis, persistiendo aglutinación hasta 0'01 M a las 24 horas. La contracción se observó sólo con 0'02 y 0'01 M. En la primera persiste a las 24 horas, habiendo también aparecido a este tiempo con 0'005 M.

NO₃⁻: Las concentraciones superiores de 2 M a 0'2 M presentan picnosis a las 4 horas, que más tarde degenera en necrosis, viéndose entonces heterocromatina y disolución con aspecto de filamentos los cromosomas en 2 M, 1'5 y 1 M. Otras anomalías necróticas fueron núcleos lobulados y atenuación

del poder cromático. La aglutinación fué poca destacada. En cambio la contracción fué bien observada desde 0'1 M hasta 0'005 M a las 4 horas, marcándose un máximo en 0'05 M. La contracción persiste a las 24 horas sólo desde 0'02 hasta 0'005 M, siendo la máxima 0'01 M.

SO₄⁼: En la concentración 1 M es posible ver bien la disolución de la cromatina. La aglutinación se observa de 0'2 a 0'05 M, persistiendo a las 24 horas y apareciendo entonces con 0'02 y 0'01 M. La contracción es muy destacada, comenzando a 0'05 M y llegando hasta las concentraciones más bajas, aunque la persistencia a las 24 horas sólo es con 0'001 y 0'0005 M. El máximo de contracción se tiene con 0'02 M, viéndose en profases y metafases. La c-mitosis se observa principalmente con 0'02 M y 0'01 M a las 4 horas. A las 24 horas hay tendencia a la disminución del número de mitosis desde 0'01 M en adelante.

Sales de K

Cl⁻: Se observa heterocromatina hasta 0'5 M, a la vez que disolución con los cromosomas filamentosos. La aglutinación comienza en esa concentración, observándose hasta 0'2 M, en que a la vez empieza la contracción, que persiste durante 24 horas hasta 0'02 M. La c-mitosis se observa con 0'1 y 0'05 M, persistiendo 24 horas en esta última (Fig. 2 c) y apareciendo entonces en 0'02 M.

Br⁻: Observamos heterocromatina con las concentraciones superiores. Particularmente con 0'5 y 0'2 M, está a veces en forma de corpúsculos, cada uno de los cuales va incluido en una vacuola en células de la capa más externa del corte histológico. En las mismas concentraciones observamos también aglutinación. Hemos observado contracción de los cromosomas con casi todas las concentraciones, existiendo una zona que va de 0'05 a 0'005 M en que persiste a las 24 horas. En la primera de estas concentraciones la contracción se observa notablemente en profase, haciendo notar además que a la vez hay una destacada disminución del número de mitosis. Otro máximo de contracción lo tenemos con 0'02 M a las 24 horas (Fig. 2 b). C-mitosis se observó en esta concentración y siguientes.

I⁻: Observamos aglutinación con 0'2 M y concentración siguiente, en la cual empieza la contracción, que dura hasta 0'002 M.

NO₃⁻: En la concentración 0'5 M hay disolución de la cromatina, aglutinación y algo de contracción. En la 0'2 M no pudimos encontrar divisiones, pero en 0'1 y 0'05 se repite la aglutinación y la contracción que continúa hasta 0'002 M, persistiendo a las 24 horas.

$\text{SO}_4^{=}$: Hay aglutinación con 0'1 M, empezando la contracción en la concentración siguiente, persistiendo hasta 0'002 M.

Sales de NH_4^+

Cl^- : Hay aglutinación con 0'2 y 0'1, comenzando la contracción en la última, hasta 0'01, pero poco destacada. Hay c-mitosis incompleta con 0'05 M.

Br^- : Observamos necrosis con 0'01 y 0'005 M, a la vez que aglutinación. A las 24 horas en las células necróticas se observa la cromatina en gotas. Con este tratamiento hay poca contracción, y, sobre todo, a las 24 horas no es frecuente ver muchas divisiones. Hay alguna célula en que se ve c-mitosis a la concentración 0'005 M.

I^- : Con la concentración 0'1 se ve aglutinación picnótica que degenera en necrosis a las 24 horas, apareciendo gotas cromáticas entonces. A la concentración 0'05 y 24 horas también hay necrosis, viéndose filamentos y heterocromatina. La contracción comienza con 0'05 hasta 0'005 en que persiste a las 24 horas, observándose también c-mitosis.

NO_3^- : La anormalidad más destacada es la contracción, que se observa principalmente de 0'02 a 0'005 M. Con esta última se ve alguna c-mitosis incompleta.

$\text{SO}_4^{=}$: Con 1 M se observa fuerte necrosis y gotas cromáticas. Con 0'5 M, persistiendo la necrosis, toman otro aspecto las células, pues se observa la cromatina disuelta en los cromosomas, de tal modo que se ven filamentosos. Hay contracción con 0'1 y 0'05 M.

IV. ANALISIS E INTERPRETACION DE LOS RESULTADOS

La acción letal y en general, la acción química no parece depender, dentro de ciertos límites, del número de cationes presentes en la solución. Decimos esto con referencia a los sulfatos, ya que hemos operado con soluciones de la serie molar, que tienen doble número de cationes que las correspondientes de las sales de halógenos, y, sin embargo, en los umbrales de las acciones no se aprecia diferenciación destacada, cosa que principalmente debería ponerse de manifiesto en las concentraciones superiores.

Otras consecuencias de interés podemos deducir del examen de las observaciones anteriores. Fácilmente observamos que de los cationes ensayados el más activo es el Li^+ , pudiendo establecer la serie $\text{Li}^+ > \text{Na}^+ > \text{K}^+ \simeq \text{NH}_4^+$. De la misma manera, si comparamos los aniones, se ve que aunque no hay diferencia destacada, aun podemos decir

$\text{Cl}^- \approx \text{Br}^- \approx \text{I}^- \approx \text{NO}_3^- \approx \text{SO}_4^{2-}$ Estas series nos llevan a considerar la posibilidad de una influencia del peso o volumen atómico en la acción de estas sales, más probablemente el último.

Los efectos del Litio parecen referirse principalmente a consecuencias de la disolución de la cromatina (cromatina en gotas, disolución y aglutinación). Los otros tres son más activos como agentes provocadores de contracción de los cromosomas, aunque el Na puede considerarse intermedio, ya que su efecto disolvente de la cromatina es importante, así como la contracción.

En cuanto a efecto c-mitótico, ninguna de las sustancias ensayadas presenta umbral destacado, y, además, aun en las concentraciones en que se observa c-mitosis, casi siempre hay predominio de divisiones ordinarias. El BrNa y BrK parecen ser las sustancias más activas como c-mitóticas.

Así pues, como efectos destacados con estos tratamientos, observamos los correspondientes a aglutinación y contracción de los cromosomas.

La aglutinación puede ser consecuencia del efecto disolvente de las sales sobre las proteínas constitutivas, hecho bien conocido, ya que, por ejemplo, MIRSKY (1943) aísla el complejo ác. nucleico/proteína de los cromosomas por disolución en ClNa 1 M. Pero hemos de tener en cuenta que la disolución observada en nuestros tratamientos no es una extracción, ya que rara vez desaparece completamente el cromosoma, sino que queda una estructura persistente la cual debe depender de su proteína, no de su ácido nucleico. Este hecho está corroborado por MAZIA y JAEGER (1939), quienes digieren todo el ácido nucleico de un cromosoma salival de *Drosophila* sin desorganizar el cromosoma, mientras que el hecho inverso, digerir la proteína manteniendo el ácido nucleico, provoca la desintegración del cromosoma (CASPERSSON, 1936).

Según esto, debemos acudir a explicar la aglutinación mediante la acción sobre la parte exterior del cromosoma, que corresponde principalmente al ác. nucleico, que aunque ligado a proteína se desprende parcialmente de la parte interna, la cual, aunque proteica, es más resistente. Esa acción no debe ser otra que la formación de un coacervato.

En efecto, en la acción de sales sobre sustancias liófilas en solución coloidal, es frecuente la separación de coacervatos en forma de gotas viscosas (ALEXANDER, 1944); y aún se separan más fácilmente cuando se mezclan soles hidrófilos de cargas opuestas. La capa de moléculas de agua que rodea a las partículas impide la agrupación de éstas, pero la atracción electrostática mantiene un número de ellas reunido en forma de gotas.

Ahora bien: en el sistema ác. nucleico/proteína del cromosoma, la parte proteica posee carga positiva, ya que es una proteína básica,

mientras que al ác. nucleico corresponde carga negativa, repartiéndose además esta substancia exteriormente al cromosoma. De esta manera, al añadir una sal, el anión no ejercerá influencia apreciable sobre la capa externa de ác. nucleico por tener igual carga, pero el catión actuará sobre ella y provocará la formación del coacervato, lo que se traducirá por la aparición de gotas o en general de la aglutinación. De esta manera queda explicada la semejanza de la acción entre los aniones, a la vez que la actividad de los cationes. Además resulta lógica la serie de actividad decreciente encontrada, ya que coincide con la parte correspondiente a los metales alcalinos de la serie liotrópica de HOFMEISTER.

Cuando por las condiciones de concentración la sal no pueda actuar como coacervante por no poder alcanzarse el equilibrio correspondiente, funcionará no obstante el catión como neutralizante de cargas negativas, con lo que desaparecerá la acción de las moléculas de agua existentes entre ellas, las cuales con su carácter de dipolos mantenían la turgencia del cromosoma hasta entonces, y ahora evidentemente nos debe aparecer la contracción. Una explicación parecida ha sido dada recientemente (LEITE-RIO, 1949).

Es evidente que el mecanismo de la contracción normal durante el ciclo mitótico también puede explicarse de manera análoga, así como la aglutinación encontrada frecuentemente como fenómeno natural. Bastaría para ello considerar la acción de algunos de los sales hidrófilos existentes en la célula, que por las condiciones del momento actuase, con carga opuesta, sobre la carga exterior al cromosoma. Entre los límites de concentración habitual del mismo, o mejor dicho, entre los límites de concentración habitual de tal carga opuesta provocaría la contracción y distensión normales del ciclo mitótico, y al haber un exceso aparecería la aglutinación y fenómenos afines de coacervación.

Las interpretaciones indicadas nos relacionan, por tanto, el fenómeno de la aglutinación con el de la contracción, de tal manera que ambos parecen ser función de la concentración del agente coacervante. Esto exige la existencia de estados intermedios en que para cierta o ciertas concentraciones exista aglutinación y contracción simultáneas, hecho que en efecto hemos podido comprobar (Fig. 2 b, c, d).

Agradecimiento.—Debo hacer constar mi agradecimiento al Sr. J. H. TJO, jefe del Departamento de Citogenética, cuya crítica y ayuda ha hecho posible este trabajo, así como al resto del personal de dicho departamento.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Se estudia la acción de varias sales de Li, Na y NH_4 , sobre meristemas terminales de raíz de *Allium Cepa*, encontrándose que exis-

te una serie de actividad de los cationes correspondientes, sobre distintos aspectos de la división celular considerados en conjunto. Esa serie es por orden decreciente $\text{Li}^+ > \text{Na}^+ > \text{K}^+ \simeq \text{NH}_4^+$ en cambio, la actividad de los aniones ensayados no presenta diferenciación notable entre sí. Por otra parte la acción no parece depender del número de cationes presentes en la solución, dentro de ciertos límites, ya que parece ser función de la molaridad y no de la normalidad. Las sustancias ensayadas tienen una zona directamente letal hasta la concentración 0.2 M aproximadamente, existiendo una zona subletal hasta 0.05 - 0.02 M.

Las anomalías más importantes provocadas son aglutinación y contracción de los cromosomas. Ambos fenómenos parecen estar relacionados entre sí y se intentan explicar aplicando la teoría de la coacervación. Dichas anomalías se cree son función de la concentración del agente, existiendo una concentración para la que se presenta aglutinación y contracción simultáneas. El Li^+ destaca como provocador de aglutinación. Hay escasa acción c-mitótica.

SUMMARY

(ACTION OF SOME ALKALINE SALTS ON MITOSIS IN ALLIUM CEPA ROOT TIPS)

This study covers the action of various salts of Li, Na, K and NH_4^+ on the root tip meristems of *Allium Cepa* and it has been found that there is a series of activities of the corresponding cations on mitosis. This series is in decreasing order $\text{Li}^+ > \text{Na}^+ > \text{K}^+ \simeq \text{NH}_4^+$ on the other hand, the activity of the tested anions shows no notable differentiation. Further, within certain limits, the action does not appear to depend on the number of cations present in the solution and is presumably a function of the molarity and not of normality. The substances tested have a directly lethal zone up a concentration of 0.2 M approximately, there being a sublethal zone up to 0.05 - 0.02 M.

The most important reactions provoked are agglutination and contraction of the chromosomes. Both these effects appear to be co-related and an attempt is made to explain them by applying the theory of coacervation. It seems that those effects are a function of the concentration of the agent, as there is a concentration which produces simultaneously agglutination and contraction. Li^+ is remarkable as a stickiness producing agent. There is very little c-mitotic action.

REFERENCIAS

- ALEXANDER, J.
 1. 1944 Successive levels of material structure.—*Colloid Chemistry Theoretical and Applied*. Vol. 5, pág. 8. Reinhold, New York.
- CASPERSSON, T.
 2. 1936 Über den chemischen Aufbau der Strukturen des Zellkernes.—*Skand. Arch. f. Physiol.* 73, suppl. 8, pp. 1-151.
- LEITE-RIO, L. F.
 3. 1949 Estudos de Citologia experimental. I. Contracção dos cromosomas pelos catiões.—*Bol. Soc. Port. C. Nat.* 2 (2): 111-140.
- LEVAN, A.
 4. 1949 The influence on chromosomes and mitosis of chemicals, as studied by the *Allium* test.—*Proc. 8th. Cong. Genet. (Hereditas Suppl. Vol.)*: 325-337.
- MAZIA, D. y JAEGER, L.
 5. 1939 Nuclease action, protease action and histochemical tests on salivary chromosomes of *Drosophila*.—*Proc. Nat. Acad. Sc. U. S.* 25: 456-461.
- MIRSKY, A. E.
 6. 1943 Chromosomes and Nucleoproteins.—*Adv. in Enzym.* 3: 1-34.

CONTENIDO

I. Introducción	174
II. Material y métodos	174
III. Observaciones	175
Anomalías macroscópicas	175
Anomalías microscópicas	177
Sales de Li	177
Sales de K	181
Sales de Na	180
Sales de NH_4^+	182
IV. Análisis e interpretación de los resultados	182
Resumen y conclusiones	184
English Summary	185
Referencias	186

CHROMOSOME FRAGMENTATION BY PYROGALLOL IN *VICIA FABA*

By JOE HIN TJIO

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza, Spain

IN 1946 HADORN and NIGGLI obtained a mutagenic action of phenol in *Drosophila*. Two years later PARMENTIER and DUSTIN (1948) working with mice described an interesting reaction of hydroquinone in intestinal epithelial cells, which could be interpreted as due to chromosome fragmentation. Because of the small size of mouse-chromosomes it was however difficult to be certain of the type of disturbances. LEVAN and myself, stimulated by HADORN and NIGGLI's paper but without knowing PARMENTIER and DUSTIN's work, carried out the *Allium*-test of some 40 phenols in 1948. It was then found that most of the tested phenols had a radiomimetic effect on the chromosomes. After this *Allium*-test other people tried pyrogallol and hydroquinone on other plant material. THERMAN-SUOMALAINEN (1949) treated various plants as *Podophyllum*, *Pisum* and *Vicia sativa* with pyrogallol. She found a weak fragmentation effect, mainly restricted to the points of the secondary constrictions. LOVELESS and REVELL (1949) however found hydroquinone to be incapable of inducing real fragmentation in *Vicia Faba*. It was then decided to repeat the pyrogallol test in a new material, viz. *Vicia Faba*, to ascertain whether the results obtained in *Allium* were of more general bearing or whether they were a special case only valid in this plant as has been suggested by THERMAN-SUOMALAINEN (1949).

The experiments were carried out in the autumn of 1949 and later repeated in the same season of 1950 at the cyto-genetic laboratory in Svalöv, Sweden.

MATERIAL AND METHOD

Seeds of a small seeded variety of *Vicia Faba* were put to germination in dishes with moist sand covered with a glassplate at room temperature. When the roots were about 2 cm. long, the seeds were placed with roots vertically downwards on rings covered with tulle, which are placed over beakers with tap water. They are left growing for about one week when secondary roots are formed. During this time the water was changed every 24 hours with fresh tap water. They are then transferred to beakers with pyrogallol solutions ranging from 0.1 mol/l. down to 10 micro mol/l. Fixations of secondary root tips were made after two (the three strongest solutions), four and 24 hours' treatment. Paraffine slides of longitudinal sections, stained with crystal violet as well as FEULGEN and orcein smear preparations were studied.

In 1950 a recovery test was also performed of all the concentrations giving radiomimetic effects. After 4 hours' treatment the root systems were washed off in running tap water and placed in beakers with fresh tap water. Orcein squash preparations were then studied at intervals of 4 hours after the treatment. All experiments were carried out at room temperature.

RESULTS

LETHALITY AND C-MITOSIS

Strong toxic effects were found in concentration of 0.1-0.05 mol/l. after two hours and after 24 hours also at concentrations 0.02-0.005 mol/l. Various phenomena connected with the so called agglutination of chromosome matrix were found. The few mitosis occurring were pycnotic.

Under continuous treatment the roots lost their turgor as follows:

Concentrations mol/l.	Turgor disappeared after
0.1	4 hours
0.05	4 »
0.02	4 »
0.01	24 »
0.005	24 »
0.002	48 »
0.001	72 »
0.0005	turgor remaining all through the experiment.

A slight c-mitosis tendency was found at 0.02 mol/l. after two hours' treatment. Some «star» metaphases indicating c-mitotic effect were found in 0.002 mol/l. after 24 hours. No c-tumours have been observed. The c-mitotic effect of pyrogallol is evidently similar to that found in the *Allium*-test.

At concentrations 0.02 mol/l. and 0.01 mol/l. an extremely high frequency of prophases (up to 90 per cent of 100 mitoses counted) was found after two and four hours' treatment. This may be due to the fact that no new cells have gone into mitosis during the treatment whereas old metaphases and anaphases have already reached telophase.

RADIOMIMETIC EFFECTS

These are common in the concentrations from 0.005 mol/l. down to 0.00005 mol/l. The maximum effect was found at 0.005-0.0005

Fig. 1. Root tip Feulgen squashes of *Vicia Faba* showing the action of 4 hours' treatment with 0.0005 mol/l. aqueous solution of pyrogallol on mitosis.—a: metaphase in side view, some chromosomes with one sister chromatid broken; b: early anaphase, many small fragments, eroded chromosomes and very pronounced constrictions; c: anaphase with many attached and free fragments; d: camera lucida drawing of the chromosomes in Fig. 1 c. The attached and free fragments are drawn in black.



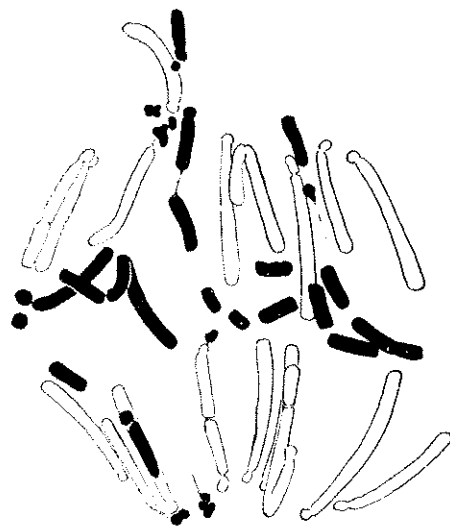
a



b



c



d

mol/l. after 4 hours' treatment. After 24 hours' treatment the frequency of free fragments dropped almost to nil as can be seen from the following table.

Concentration mol/l.	Percentage anaphases with free fragments after	
	4 hours	24 hours
0.005	10	0
0.002	14	1
0.001	13	0
0.0005	11	1
0.0002	4	0
0.0001	2	0
0.00005	2	0

Below 0.00005 mol/l. as well as above 0.005 mol/l. no fragments were encountered. Attached fragments occur almost in the same frequencies as free fragments.

Chromosome erosions were also very common (Figs. 1 *a-b*). This could be of all types from very small insignificant indentations to complete removal of all chromatic substance in large portions of the chromosomes. In some cases only a single erosion may occur in a cell while in other cases nearly all chromosomes of some cells are completely beaded by erosions. The stainable material of the chromosome is removed from the eroded parts. The chromosome portions are then however, still hanging together. Evidently a chromosomal back-bone must be still intact in these cases. (Fig. 1 *a*).

At anaphase the chromosome portions distal of the eroded regions will be orientated longitudinally to the spindle as attached fragments. They can be easily distinguished from the free fragments which are often lying transversally on the spindle. (Figs. 1 *c* and *d*).

Pseudochiasmata are very rare in *Vicia Faba* after pyrogallol treatment. Now and then a single bridge can be found. During the recovery tests after the end of a four and 24 hours' treatment the radiomimetic disturbances met with during the treatment were rapidly disappearing. Remaining secondary effects were found now and then but were always very scarce. They may be due to fragmentation in earlier cell generations followed by reunion of chromatids.

GENERAL DISCUSSIONS

The radiomimetic effects of pyrogallol in *Vicia Faba* are almost of the same type as in *Allium*. The small differences are mainly due to different chromosome morphology of the two plant species. Especially as some *Vicia* chromosomes have very clear secondary constrictions. These are often very highly exaggerated after pyrogallol treatment. Thus, the constriction present in chromosome IV (designation as given by TJIO and LEVAN, 1950) was often much wider than normally is the case. Also those occurring in the other subter-

minally attached pairs were often exaggerated. This may also be the reason why the frequency of recorded attached fragments is so much higher than in the *Allium*-test. The satellite of chromosome I is also often a very long distance from its chromosome arm (see Figs. 1 b-d and 2 a-b).

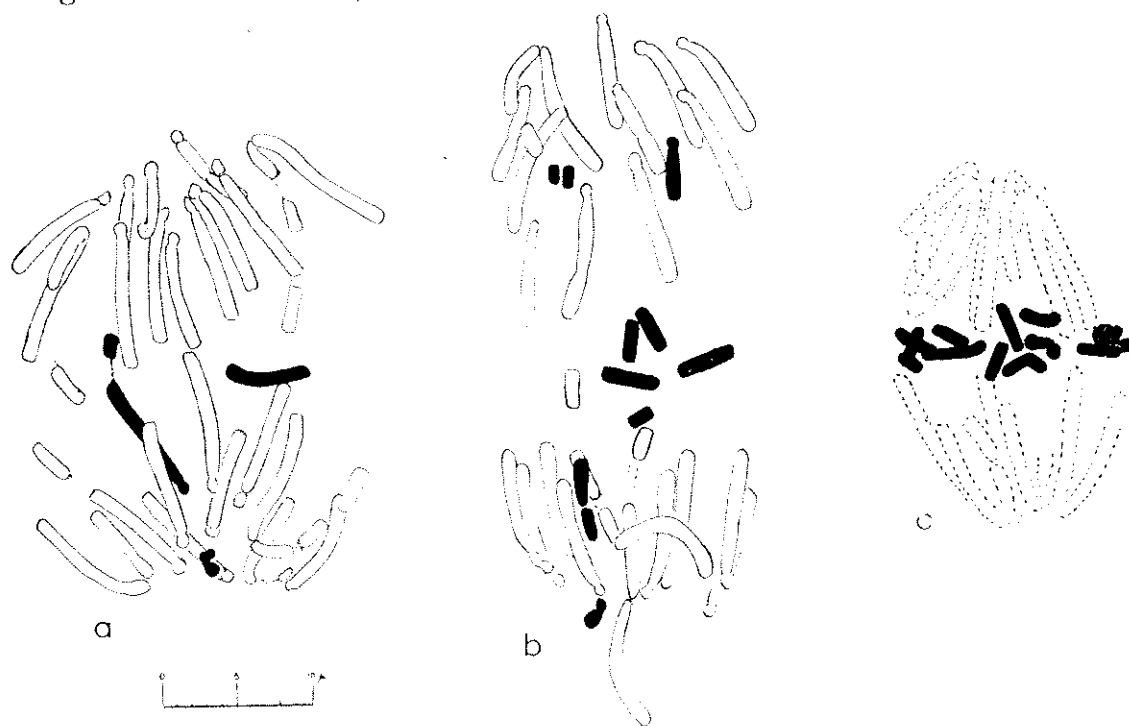


Fig. 2. *Vicia Faba*. Anaphases in root tips showing chromosome breaks induced by 0.0005 mol/l. pyrogallol after 4 hours' treatment. Fragments and eroded chromosomes are drawn in black.—a: one big fragment lying at the equator while its small centric portion has gone to one pole. One chromosome has a pronounced constriction caused by erosion; b: several symmetric fragments; c: some 14 fragments of all sizes lying at the equator.— $\times 1600$.

As can be seen from Figs. 1 c-d, 2 a-c and 3 a-b fragments of all sizes were found. This is in contrast with the big spontaneous fragments found by LEVAN and LOTFY (1950) in very young primary roots of *Vicia Faba* seedling. Sometimes as many as 14 medium size and small fragments was found lying at the equator (Fig. 2 c). Very extreme fragmentation occurred too. A great part of the chromatic material being left at the equator (Fig. 3 d). This picture is very similar to the one published by PARMENTIER and DUSTIN of intestinal epithelial cells of mice treated with hydroquinone.

Our observations have however, not given any indications that any certain regions of the chromosomes were more likely to be broken than other portions. Except presumably the secondary constrictions which has been also suggested by THERMAN-SUOMALAINEN. The breakages seem to occur at random as FORD (1949) has found in *Vicia Faba* root tip cells treated by γ -radium rays.

As in *Allium*, fragments are either symmetric or asymmetric. The symmetrical fragments cannot necessarily be taken as evidence



a



b



c



d

that the chromosomes were broken while still undivided. It may be more likely that if one chromatid is severed, the other chromatid will also be attacked at the same level.

The few bridges found, show that chromatid reunion occurs only very rarely in pyrogallol treatments (Fig. 3 c).

Pyrogallol has evidently an ability to induce chromosome breakages also in *Vicia Faba* root tip cells as well as in *Allium*. This fragmentation seems to be mainly a primary effect. The erosions and chromosome breakages have their highest frequency during the first few hours of the treatment. The fact that in the recovery tests very few disturbances were found, strengthens this assumption.

Evidently the effect is induced on nuclei which are entering mitosis during the treatment. The effect on the resting nuclei seems to be rare or absent. The fragmentation is sometimes combined with chromosome stickiness. The breakages, however, are not caused by the sticking together of chromosomes. The fragments are very evident and are clearly different from those chromatine droplets and bigger fragments which are caused by pure chromatine stickiness.

It would be interesting to compare the fragmentation effect of various groups of substances giving radiomimetic effects and to try to decide at which stage of mitosis the breakages are induced. Whether it is during the contraction stages (as in phenol) or at resting stages (as X-rays, mustard gas, purines, acridin and quinoline).

Acknowledgement.—This study was carried out with the financial support of the Swedish Medical Research Council to which the author wishes to express his sincere thanks. His thanks are also due to Dr. A. LEVAN and Prof. C. G. AHLSTRÖM for criticism.

SUMMARY

Root systems of *Vicia Faba* seedlings were treated with pyrogallol solutions ranging from 0.1 mol/l. down to 10 micro mol/l. In the strongest concentrations (0.1-0.01 mol/l.) strong toxic effects with various agglutination phenomena were found. Some indication of c-mitosis effects were found at 0.02 mol/l. after 2 hours and at 0.002 mol/l. after 24 hours. Radiomimetic effects were common at 0.005-0.0005 mol/l. They seemed to be mainly a primary effect. Chromosome breakages and erosions had their highest frequencies at 0.005-0.0005 mol/l. after four hours' treatment when also a few pseudochiasmata were found. Recovery tests showed that the radiomimetic disturbances met with during the treatment disappeared very rapidly. Remaining secondary effects were very rare.

Fig. 3. Root tip squashes of *Vicia Faba*.—a-b: anaphases of same cell at two foci showing several free and attached fragments; c-d: late anaphases; c: translocation bridge with fragment; d: very extreme fragmentation, a great part of the chromatic material being left at the equator.

The fragments were of various sizes. No indication was found that pyrogallol has a selective action on particular chromosome regions. The breakages evidently occurred at random.

RESUMEN

(FRAGMENTACIÓN CROMOSÓMICA EN VICIA FABA POR ACCIÓN DEL PIROGALOL)

Se han tratado los vértices vegetativos de raíces de *Vicia Faba* con soluciones acuosas de pirogalol desde 0.1 mol/l. hasta 10 micromol/l. Se ha encontrado con las mayores concentraciones (0.1 - 0.01 mol/l.) fuerte efecto tóxico con diversos fenómenos de aglutinación. Con la concentración 0.02 mol/l. a las dos horas y con 0.002 mol/l. a las veinticuatro, ha aparecido indicación de efectos c-mitóticos. Los efectos radiomiméticos fueron comunes con 0.005 - 0.00005 mol/l., pareciendo ser principalmente un efecto primario. Las rupturas y erosiones cromosómicas tienen sus frecuencias más elevadas a 0.005 - 0.0005 mol/l. después de cuatro horas de tratamiento, momento en que se encuentra también un corto número de pseudoquiasmas. Las pruebas de recuperación mostraron que las anomalías radiomiméticas encontradas durante el tratamiento desaparecieron muy rápidamente. Son muy raros los efectos secundarios remanentes.

Los fragmentos fueron de diversos tamaños. No se encontró indicación de que el pirogalol tenga una acción selectiva sobre regiones particulares de los cromosomas. Las rupturas ocurren evidentemente al azar.

This paper was read at the VII Int. Bot. Congress (Stockholm 1950). An abstract will be published in the proceedings of the congress.

LITERATURE CITED

- FORD, C. E.
1. 1949 Chromosome breakages in nitrogen mustard treated *Vicia Faba* root tip cells.—*Proceedings of the Eighth International Congress of Genetics* (Hereditas Suppl. Vol.: 325-337).
- HADORN, E. and NIGGLI, H.
2. 1946 Mutations in *Drosophila* after chemical treatment of gonads in vitro.—*Nature* **157**: 162-163.
- LEVAN, A. and LOTFY, T.
3. 1950 Spontaneous chromosome fragmentation in seedlings of *Vicia Faba*.—*Hereditas* XXXVI: 470-482.
- LEVAN, A. and TJIO, J. H.
4. 1948 Induction of chromosome fragmentation by phenols.—*Hereditas* XXXIV: 453-484.
- LOVELESS, A. and REVELL, S.
5. 1949 New evidence on the mode of action of «mitotic poisons».—*Nature* **164**: 938.
- PARMENTIER, R. and DUSTIN, P. jun.
6. 1948 Early effects of hydroquinone on mitosis.—*Nature* **161**: 527-528.
- THERMAN-SUOMALAINEN, E.
7. 1949 The action of pyrogallol on secondary constriction.—*Hereditas* XXXV: 250-251.
- TJIO, J. H. and LEVAN, A.
8. 1950 The use of oxyquinoline in chromosome analysis.—*An. Aula Dei* **2** (1): 21-64.

CROMOSOMAS DE PLANTAS DE LA ESTEPA DE ARAGON. III

Por ANTONIO LORENZO-ANDREU

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

INTRODUCCION

EN una publicación anterior (COUTINHO y LORENZO, 1948) se indicaba la posibilidad de que la zona esteparia de Aragón constituyese un centro de mutabilidad. Esta hipótesis, desde luego avanzada, se consideró más bien como hipótesis de trabajo que sirviese de estímulo para el estudio cariológico de las plantas correspondientes a dicha zona, puesto que muchas de ellas eran desconocidas citológicamente. No cabe duda de que algunas de las consideradas como anomalías cromosómicas en aquel trabajo corresponden a dificultades puramente técnicas de observación, dada la época tardía de la iniciación del estudio y escasez consiguiente de plantas observadas, hechos ya indicados entonces.

En este orden de ideas sólo hemos de referirnos de momento a la descripción cariológica de dichas plantas, por lo que queremos tomar nota del interés que presenta el estudio del número y morfología de los cromosomas somáticos y meióticos. Para ello vamos a fijarnos en dos aspectos: el sistemático y el evolutivo.

La significación de la Sistemática para la separación de las especies está disminuida por el hecho de ocurrir continuamente modificaciones hereditarias, que conducen a la presencia de nuevos grupos de reproducción, con lo cual queda diluida la diferenciación específica y quedan afectadas las posibilidades de hibridación, fertilidad, etc. Es lógico pensar que si damos a la clasificación una base genética podremos restaurar a las especies de la Sistemática su primitiva utilidad y valor. Esta base genética debe partir del estudio de los cromosomas, ya que éstos son el asiento de materiales activos genéticamente y sus modificaciones son la base física de la evolución.

Una de las primeras aplicaciones de este criterio se llevó a cabo con el género *Triticum* (SAKAMURA, 1918), cuya clasificación en grupos o especies válidas genéticamente, ha sido posible estableciendo las series diploide, tetraploide y hexaploide; es decir, considerando sólo los números de cromosomas. Algo parecido ocurrió con *Brassica* y otros géneros.

Por otra parte, el análisis de los complementos cromosómicos, ha permitido conocer que una especie está compuesta con frecuencia de

varios cariotipos, con lo que resulta que muchas de las consideradas como especies, son en realidad híbridos, poliploides, etc. Esto ha conducido a la formación sintética no sólo de especies naturales, sino de especies nuevas, con caracteres que corresponden a los previamente calculados. Ejemplos de ello los tenemos en la preparación del *Triticale* (*Triticum* $\times$ *Secale*), *Triticum* $\times$ *Aegilops* o *T.* $\times$ *Agropyrum*.

Desde luego que estas realizaciones no habrían podido llevarse a cabo sin el adecuado empleo de nuevas técnicas citológicas, pero lo primero que se necesita es considerar el número y morfología de los cromosomas y qué es lo que este número indica, ya que dichas técnicas (acción de la colchicina, rayos X, choques de temperatura) conducen a modificaciones de los cromosomas en aspecto y número.

Con el conocimiento de los cromosomas somáticos tendremos datos (aunque no exclusivos), para saber a priori la posibilidad de cruzamiento de una especie con otra, ya que hay especies que con el mismo número se cruzan más fácilmente, y cuando se ha realizado el cruce, los números indican el grado de poliploidía y la fertilidad probable.

En la meiosis, la carencia o irregular apareamiento cromosómico revelará con certeza un híbrido allí donde cualquier otro dato no es decisivo. La formación de grupos cromosómicos multivalentes indica polisomía, y si los grupos existen en escala considerable, generalmente quiere decir que existen juegos de cromosomas duplicados, constituyendo poliploides.

De esta manera vemos la importancia que tiene el análisis y recuento numérico de los cromosomas en los problemas relacionados con sistemática, evolución y mejora de especies, así como formación de otras nuevas. El trabajo presente es una contribución más a estos estudios, que se tratan de llevar a cabo sobre las plantas de una zona considerada como estepa.

MATERIAL Y METODOS

Todas las plantas son originarias de la región esteparia de los montes de Torrero, en Zaragoza, y dentro de ella proceden de una zona muy rica en yeso.

Las raicillas corresponden a semillas germinadas en placas Petri sobre papel de filtro o arena y a plantas mantenidas en macetas. La meiosis ha sido estudiada directamente en las plantas silvestres.

Se ha utilizado como fijador el de KARPECHENKO-MÜNTZING, excepto para la meiosis de *Asphodelus fistulosus* y para *Melica Magnolii* en los que se ha empleado la técnica de «smears» con orceína acética, en el primer caso previa fijación en CARNOY (3:1), y en el segundo con tratamiento anterior con oxiquinoleína según la técnica de TJIO y LEVAN (1950). Para todas las demás plantas se ha realizado inclusión en parafina por el método del alcohol butílico, cortes transversales a 14 μ y coloración con violeta cristal por el método de CLAUSEN, previo mordentado en ácido crómico.

OBSERVACIONES

1. FAMILIA CARYOPHYLLACEAE

Silene Otites Sm. $2n = 24$. Figura 1 a. Tamaños: 2,1 a 5,6 μ . Esta planta ha sido estudiada previamente por varios autores como puede verse en TISCHLER (1950). El número indicado coincide con ellos, y corresponde al haploide $n = 12$ establecido inicialmente por BLACKBURN (1928). Todos los cromosomas poseen constricción mediana o submediana, habiendo podido observar que cuatro de ellos, los más pequeños, son portadores de satélites en el brazo corto.

Dianthus pungens L. $2n = 30$. Figura 1 b. Tamaños: 1,3 a 2,2 μ . Fué clasificada como *Dianthus hispanicus* Asso. En el catálogo de DARLINGTON y JANAKI-AMMAL (1945) figuran ambos nombres por separado con los números $2n = 90$ y $2n = 60$ respectivamente, correspondiendo el primero a Grecia y el segundo a España. Las constricciones son medianas o submedianas, excepto dos que son subterminales. Hemos observado dos satélites.

2. FAMILIA ZYGOPHYLLACEAE

Peganum Harmala L. $2n = 24$. Figura 1 c. Tamaños: 1,2 a 2 μ . Según DARLINGTON y JANAKI-AMMAL (1945), ha sido contada ya por WARBURG con el mismo número. Nos ha sido difícil observar la posición de las constricciones. Con todo en dos de los cromosomas hemos encontrado satélites.

3. FAMILIA CISTACEAE

Helianthemum angustifolium Pers. $n = 10$; $2n = 20$. Figuras 1 d, e. Como ya indica BOWDEN (1945 b) existe una gran confusión taxonómica en el género *Helianthemum*, lo cual lleva consigo la dificultad para considerar los datos anteriores existentes, siendo necesaria una revisión completa no sólo de este género, sino de toda la familia de Cistáceas, citológica y taxonómicamente consideradas. Por esta razón preferimos citar esta planta con el nombre con que fué clasificada prescindiendo de la sinonimia que parece corresponder al *H. variable* Spach. No hemos encontrado datos citológicos sobre plantas con estos nombres, pero BOWDEN (1940 y 1945 a) cita el *H. apeninum* Mill. y el *H. polifolium* Mill. con $2n = 20$, los cuales, según el Index Kewensis, son también sinónimos del *H. variable* Spach. No conocemos otros trabajos además de los citados de BOWDEN, exceptuando el de CHIARUGI (1925).

Hemos estudiado metafases de primera división meiótica en C. M. P. (Fig. 1 d) encontrando 10 bivalentes y sin aparecer anormalidades en la meiosis. El intervalo de tamaños para los cromosomas somáticos (Fig. 1 e) es de 2,1 a 4,2 μ presentando todos ellos constricción mediana o submediana.

Helianthemum paniculatum Dun. $2n = 20$. Figura 1 f. Tamaños: 2,1 a 4,2 μ . Sobre esta planta se realizó un estudio anterior (COUTINHO y LORENZO, 1948) examinando algunas metafases de II división. No

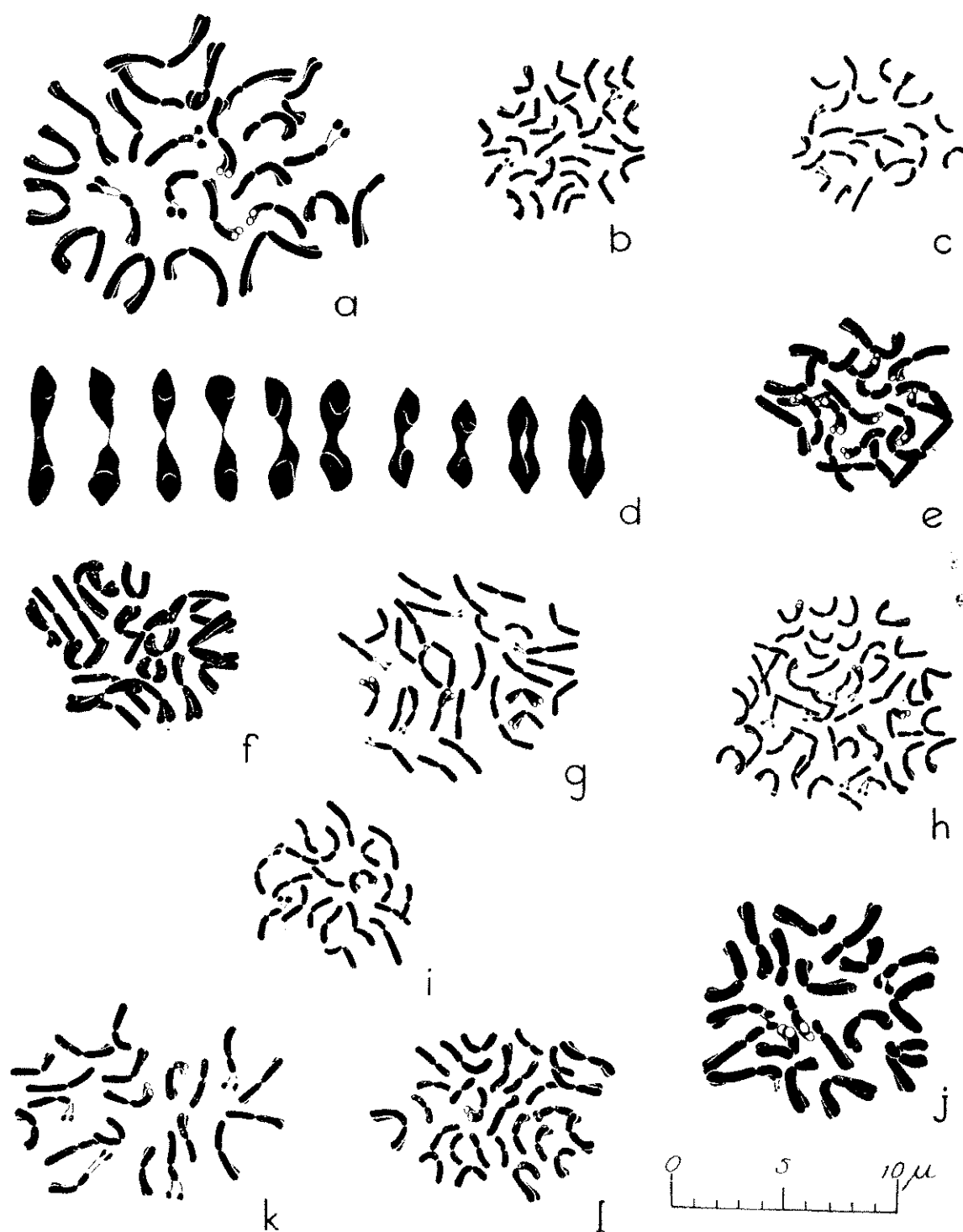


Fig. 1. a - c, e - l: metafases mitóticas en vista polar; d: análisis de las configuraciones de metafase I de una C.M.P., en vista lateral. — a: *Silene Otites* Sm. $2n = 24$. — b: *Dianthus pungens* L. $2n = 30$. — c: *Peganum Harmala* L. $2n = 24$. — d - e: *Helianthemum angustifolium* Pers.; d: $n = 10$, análisis de los 10 bivalentes de una C.M.P., en vista lateral; e: $2n = 20$. — f: *Helianthemum paniculatum* Dun. $2n = 20$. — g: *Ononis tridentata* L. $2n = 30$. — h: *Argyrolobium Linnaeanum* Walp. $2n = 48$. — i: *Caucalis daucoides* L. $2n = 20$. — j: *Centaurea aspera* L. $2n = 20$. — k: *Plantago albicans* L. $2n = 20$. — l: *Lithospermum fruticosum* L. $2n = 28$. $\times 2850$.

estamos conformes con el número haploide $n = 11$ indicado entonces, si bien sólo damos ahora noticia del diploide.

El cariotipo de este *Helianthemum* es muy semejante al de la especie precedente, presentando los cromosomas el mismo intervalo de tamaños y constricciones también medianas o submedianas.

4. FAMILIA PAPILIONACEAE

a) TRIBU TRIFOLIEAE

Ononis tridentata L. $2n = 30$. Figura 1 g. Tamaños: 1,6 a 2,7 μ . Contada por primera vez. Los datos que hemos conseguido sobre el género indican que la constitución diploide más frecuente es $2n = 32$, no conociéndose otra especie con $2n = 30$. El tipo de constricciones es de mediano a submediano. Hemos observado seis cromosomas con satélites.

b) TRIBU GENISTEAE

Argyrolobium Linnaeanum Walp. $2n = 48$. Figura 1 h. Tamaños: 1,2 a 2,2 μ . Clasificada como *A. argenteum* Willk. No conocemos ninguna especie determinada citológicamente en este género. El número somático coincide con el más frecuente en el género afín *Cytisus*, aunque encontramos que los tamaños de los cromosomas son mayores que los dados por SUGIURA (1936) para el *C. scoparius*. Las constricciones son medianas o submedianas. Hemos encontrado seis satélites.

5. FAMILIA UMBELLIFERAE

Caucalis daucoides L. $2n = 20$. Figura 1 i. Tamaños: 1,5 a 2,8 μ . Esta planta ha sido contada con el mismo número por WANSCHER, según DARLINGTON y JANAKI-AMMAL (1945). Encontramos dos satélites y constricciones de medianas a submedianas.

6. FAMILIA COMPOSITAE

TRIBU CYNAREAE

Centaurea aspera L. $2n = 20$. Figura 1 j. Tamaños: 2 a 3,6 μ . No conocemos determinación anterior sobre esta planta. Hay cuatro cromosomas con constricción subterminal, siendo las demás medianas o submedianas. Hemos observado bien tres satélites, uno de ellos de muy pequeña cabeza, por lo cual sin duda no ha sido posible observar el homólogo.

7. FAMILIA PLANTAGINACEAE

Plantago albicans L. $2n = 20$. Figura 1 k. Tamaños: 2,1 a 3,3 μ . Para esta especie se ha indicado como número diploide $2n = 12$, por MACCULLAGH según el citado atlas cromosómico de DARLINGTON y JANAKI-AMMAL, no indicándose más que una especie con $2n = 12$. En nuestro caso hemos de hacer observar que en la zona de recogida de este material hay una notable variación fenotípica correspondiente a esta especie que taxonómicamente corresponde a *P. albicans* L. Los cromosomas son de constricción mediana a submediana, habiendo observado cuatro satélites.

8 FAMILIA BORRAGINACEAE

Lithospermum fruticosum L. $2n = 28$. Figura 1 l. Tamaños: 1,5 a 2,8 μ . No conocemos determinación anterior. La metafase dibujada corresponde a una célula epidérmica del filamento de uno de los estambres. Los cromosomas son de constricción mediana a submediana.



a

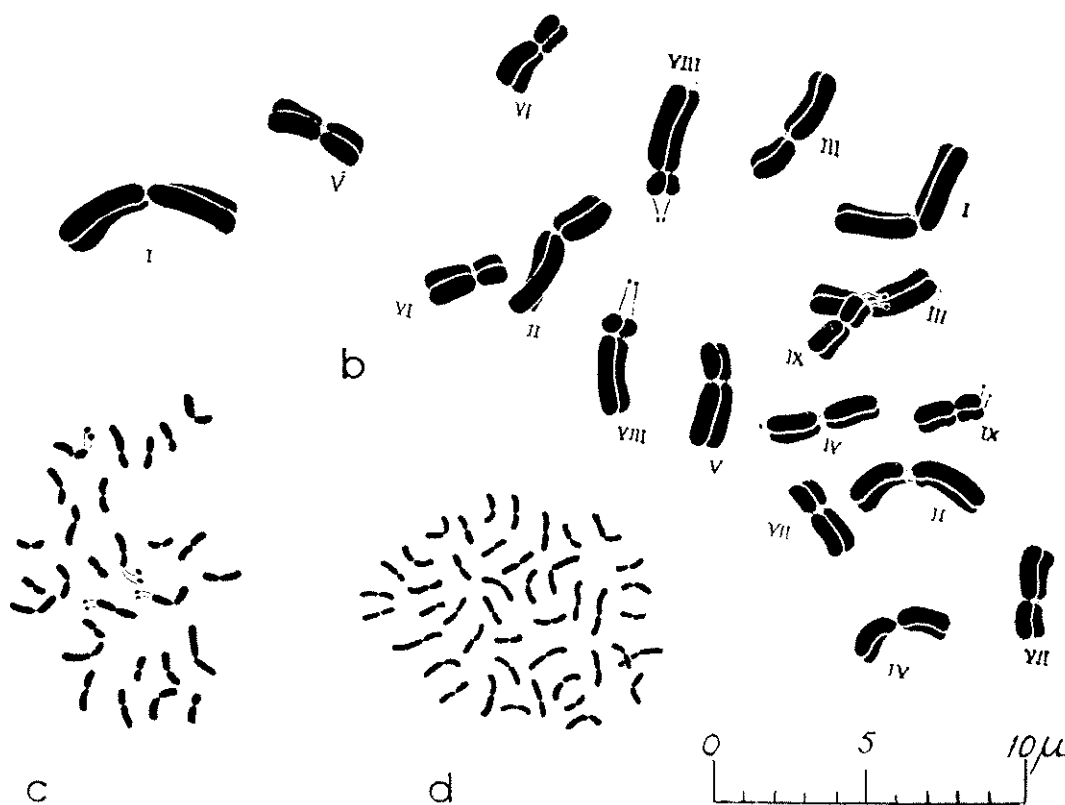


Fig. 2. a: *Asphodelus fistulosus* L. $n = 14$, análisis de los 14 bivalentes de una C.M.P., en vista lateral. — b: *Melica Magnolii* Gren. Godr. $2n = 18$. — c: *Stipa parviflora* Desf. $2n = 28$. — d: *Stipa capillata* L. $2n = 44$. $\times 3300$.

9. FAMILIA LILIACEAE

TRIBU ASPHODELEAE

Asphodelus fistulosus L. $n = 14$. Figura 2 a. El complemento diploide $2n = 28$ fué indicado en un trabajo anterior (LORENZO y GARCIA-SANZ, 1950). El género completo se encuentra actualmente en estudio en nuestro Departamento de Citogenética.

En metafase I de C. M. P. se presentan 14 bivalentes, estando la meiosis desarrollada normalmente.

10. FAMILIA GRAMINEAE

a) TRIBU FESTUCEAE

Melica Magnolii Gren. Godr. $2n = 18$. Figura 2 b. Indicamos esta planta tal como fué clasificada y no como *M. ciliata* L. a que según el Index Kewensis corresponde sinónimamente, porque según varios botánicos españoles (p. ej. Del Amo, 1871), es problemática la existencia de la última especie en España, aunque se haya citado confundida con la otra.

AVDULOW (1931) indica el recuento por él realizado por primera vez sobre una variedad de *M. ciliata* dando $2n = 18$. Otros autores han realizado estudios sobre esta especie según TISCHLER (1950). Nosotros hemos aplicado a esta planta la técnica de la oxiquinoleína (TJIO y LEVAN, 1950), lo que nos ha conducido a obtener buenas imágenes de cromosomas metafásicos, pudiendo hacer la descripción de los siguientes pares:

- I. Par de cromosomas grandes, con constricción mediana.
- II. Par algo más pequeño, de constricción submediana.
- III. Uno de los brazos es algo menor que el más corto del par anterior.
- IV. Los dos brazos son aproximadamente iguales al más corto del par III.
- V. Constricción submediana. Par casi del mismo tamaño que el IV.
- VI y VII. Pares poco diferenciados entre sí, de constricción submediana y tamaño más pequeño que el par anterior.
- VIII. Constricción subterminal, siendo el brazo largo de tamaño análogo al del par I. El brazo corto lleva adosado un pequeño satélite.
- IX. Es el par más pequeño y de constricción submediana. El brazo más corto es portador de un satélite muy pequeño.

b) TRIBU STIPEAE

Stipa parviflora Desf. $2n = 28$. Figura 2 c. Tamaños: 0,8 a 1,8 μ . No conocemos determinación anterior y tampoco hemos encontrado citada otra especie con este número. Los cromosomas presentan constricción mediana o submediana, observándose cuatro satélites.

Stipa capillata L. $2n = 44$. Figura 2 d. Tamaños: 0,8 a 1,9 μ . Constatada previamente por AVDULOW (1931) con el mismo número. Los cromosomas presentan constricción mediana o submediana y dos de ellos subterminal.

Agradecimiento.—Debo hacer constar mi agradecimiento al Sr. J. H. TJIO, jefe del Departamento de Citogenética, y a las Srtas. M. GIMENO y P. LARDIES.

CUADRO I.—Número de cromosomas indicados en este trabajo

PLANTAS	n	2 n	Fig.	DATOS ANTERIORES		
				n	2 n	Autor
CARYOPHYLLACEAE						
<i>Silene Otites</i> L.		24	1 a	12	24	BLACKBURN (1928) y otros
<i>Dianthus pungens</i> L.		30	1 b		90	GENTSCHKEFF (1937)
(<i>Dianthus hispanicus</i> Asso)					60	ROHWEDER (1934)
ZYGOPHYLLACEAE						
<i>Peganum Harmala</i> L.		24	1 c		24	WARBURG (1938)
CISTACEAE						
<i>Helianthemum angustifolium</i> Pers.	10	20	1 d, e			
<i>Helianthemum paniculatum</i> Dun.		20	1 f	11?		COUTINHO y LORENZO (1948)
PAPILIONACEAE						
<i>Ononis tridentata</i> L.		30	1 g			
<i>Argyrolobium Linnaeanum</i> Walp.		48	1 h			
UMBELLIFERAE						
<i>Caucalis daucoides</i> L.		20	1 i		20	WANSCHER (1932)
COMPOSITAE						
<i>Centaurea aspera</i> L.		20	1 j			
PLANTAGINACEAE						
<i>Plantago albicans</i> L.		20	1 k		12	MACCULLAGH (1934)
BORRAGINACEAE						
<i>Lithospermum fruticosum</i> L. ...		28	1 l			
LILIACEAE						
<i>Asphodelus fistulosus</i> L.	14		2 a		28	LORENZO y GARCIA-SANZ (1950)
GRAMINEAE						
<i>Melica Magnolii</i> Gren. Godr. ...		18	2 b			
<i>Stipa parviflora</i> Desf.		28	2 c			
<i>Stipa ciliata</i> L.		44	2 d			AVDULOW (1931)

RESUMEN

Se determina el número somático de cromosomas de 14 plantas espontáneas en la Estepa de Aragón, dando además indicación de la meiosis de una de ellas, así como de la de otra contada en un trabajo anterior. Aplicando la técnica de la oxiquinoleína se detalla el cariotipo de *Melica Magnolia* Gren. Godr. Las 15 especies que en total se estudian corresponden a las familias: *Caryophyllaceae*, *Zygophyllaceae*, *Cistaceae*, *Papilionaceae*, *Umbelliferae*, *Compositae*, *Plantaginaceae*, *Borraginaceae*, *Liliaceae* y *Gramineae*. Los números correspondientes a 9 de estas plantas se dan por primera vez.

SUMMARY

(A CYTOLOGICAL STUDY OF SOME PLANTS FROM THE STEPPE OF ARAGON. III)

Chromosome numbers of 15 spp. in 13 genera were determined. Of these the chromosome numbers of 9 spp. are reported for the first time. The karyotype of *Melica Magnolia* is determined by the use of the oxyquinoline method.

Data concerning chromosome size, location of centromere and the occurrence of satellites are given.

REFERENCIAS

- AMO, M. del
1. 1871 Flora fanerogámica de la Península Ibérica. Tomo I, pág. 188.—Granada.
 - AVDULOW, N. F.
 2. 1931 Karyo-systematische Untersuchung der Familie Gramineen.—Suppl. to the *Bull. of Appl. Bot., of Genet. and Plant Breed. Leningrad*.
 - BLACKBURN, K. B.
 3. 1928 Chromosome number in *Silene* and neighbouring genera.—*Zeit. f. Ind. Ab. u. Ver.* Suppl. 1: 439-446.
 - BOWDEN, W. M.
 4. 1940 Diploidy, polyploidy and winter hardiness relationships in the flowering plants.—*Am. J. Bot.* 27 (6): 357-371.
 5. 1945 a A list of chromosome numbers in higher plants. I. *Acanthaceae* to *Myrtaceae*.—*Am. J. Bot.* 32 (2): 81-92.
 6. 1945 b A list of chromosome numbers in higher plants. II. *Menispermaceae* to *Verbenaceae*.—*Am. J. Bot.* 32 (4): 191-201.
 - CHIARUGI, A.
 7. 1925 Embriologia delle *Cistaceae*.—*N. G. Bot. Ital.* 32: 223-316.
 - COUTINHO, L. A. y LORENZO-ANDREU, A.
 8. 1948 Contribución al estudio cariológico de la flora espontánea de la Estepa de Aragón. I.—*An. Aula Dei* 1: 1-29.
 - DARLINGTON, C. D. and JANAKI-AMMAL, E. K.
 9. 1945 Chromosome atlas of cultivated plants.—*George Allen & Unwin Ltd. London*, 397 pp.
 - LORENZO-ANDREU, A. y GARCIA-SANZ, M.^a P.
 10. 1950 Cromosomas somáticos de plantas espontáneas en la Estepa de Aragón. II.—*An. Aula Dei* 2 (1): 12-20.
 - SAKAMURA, T.
 11. 1918 Kurze Mitteilung über die Chromosomenzahl und die Verwandtschaftsverhältnisse der *Triticum*-Arte.—*Bot. Mag. Tokyo*, 32: 150-153.
 - SUGIURA, T.
 12. 1936 Studies on the chromosome numbers in higher plants with special reference to cytokinesis. I.—*Cytologia* 7: 544-595.
 - TISCHLER, G.
 13. 1950 Die Chromosomenzahlen der Gefäßpflanzen Mitteleuropas.—*Uitgeverij Dr. W. Junk 'S-Gravenhage*, 263 pp.
 - TJIO, J. H. and LEVAN, A.
 14. 1950 The use of oxyquinoline in chromosome analysis.—*An. Aula Dei* 2 (1): 21-64.

ENSAYOS CON HIBRIDOS AMERICANOS DE MAIZ EN 1950

Por MANUEL ANGULO-BUSQUETS

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

SE han continuado los ensayos iniciados en 1949 (ANGULO-BUSQUETS, 1950). La semilla empleada en los ensayos procede de la F. A. O. y casas comerciales americanas. Casi todo el material que figura en el ensayo III fué suministrado por el Dr. D. F. JONES de la Connecticut A. E. S., mediante gestión del Dr. J. L. BLANCO, de la Misión Biológica de Galicia. A todos ellos nuestro agradecimiento.

Se plantearon los siguientes cinco ensayos:

Ensayo I	Medio-precoces	49	tratamientos
» II	Medio-tardíos	49	»
» III	Medio-tardíos	25	»
» IV	Tardíos	36	»
» V	Precoces	25	»

La forma de llevar a cabo los ensayos fué la misma que en 1949, con la diferencia de que se variaron las densidades de siembra, que fueron de 4 plantas por metro cuadrado para los ensayos I, II, III y V; y de 3 plantas por metro cuadrado para el IV.

Las condiciones climatológicas fueron normales (ANGULO-BUSQUETS, 1950), y los cuidados culturales (labores, riegos, abonos, etc.) análogos a los de 1949.

RESULTADOS

En los cuadros I, II, III, IV y V, correspondientes a cada uno de los 5 ensayos, se indican:

Columna 1.—El orden de maduración.

Columna 2.—La denominación del maíz ensayado.

Columna 3.—La duración del ciclo vegetativo contada desde el momento de la siembra.

Columna 4.—El período de tiempo desde la siembra hasta aquel en que el 50 % de las espigas tenían fuera los estilos.

Columna 5.—El tanto por ciento de plantas atacadas por el taladro o *european corn borer*. El ataque se consideró o en el cuello y corazón de la espiga o en cualquier punto del tallo desde el nudo portador de la espiga al suelo. El conteo se hizo sin tener en cuenta la intensidad del ataque, si bien en general a mayor % fué más fuerte el ataque.

Columna 6.—El recubrimiento incompleto de la espiga por las espigas, y daño subsiguiente originado principalmente por pájaros, siendo 0 = recubrimiento completo o daño nulo, y 4 = recubrimiento muy incompleto o daño considerable.

Columna 7.—La intensidad del daño ocasionado por las diversas especies del gusano de la espiga o *earworm*, siendo 0 = ataque nulo, y 4 = mucho ataque.

Columna 8.—La producción en grano con 15.5 % de humedad, expresada en kilos por hectárea.

CUADRO I. *Ensayo de ciclo medio-precoces. Siembra del ensayo 22 de mayo de 1950. Nascencia a los 7 días.*

1	2	3	4	5	6	7	8
1	* B38A	128	69,0	26,4	2,50	1,00	5.500
2	* B45A	129	69,3	25,0	1,50	1,00	4.830
3	* D56	129	69,8	24,8	1,50	0,00	5.260
4	* Ohio M34	129	69,9	23,1	1,50	1,00	6.540
5	* G30	130	70,0	25,2	1,00	0,75	5.570
6	U32	131	70,1	24,8	1,00	0,25	4.890
7	Dekalb 239	131	70,5	30,8	1,00	1,25	4.920
8	* V25	131	70,8	39,6	1,75	1,00	5.810
9	* U42	131	71,1	34,8	2,00	0,75	5.730
10	U39	132	70,2	25,0	2,75	0,75	5.140
11	PN79	133	71,3	28,3	1,50	0,50	6.360
12	* Wisconsin 641AA	133	71,4	28,5	1,75	1,00	5.630
13	D73A	134	70,3	27,7	2,00	0,75	5.020
14	* Kingcrost KY4	134	70,9	33,7	2,00	1,00	5.650
15	Iowa 4297	134	71,3	26,7	1,00	0,75	4.980
16	* Wisconsin 595	134	71,4	26,4	1,50	0,50	4.890
17	Pioneer 352	134	71,5	30,2	1,75	1,00	6.080
18	Ohio K24	135	71,7	24,6	1,75	1,50	4.910
19	Ohio K35	135	71,9	26,6	1,50	0,75	5.670
20	U41	135	72,2	24,8	2,25	0,50	5.790
21	B32	136	71,7	34,8	1,75	0,00	5.530
22	G29	136	71,9	30,2	1,50	1,00	5.720
23	* Iowa 4316	136	72,1	32,9	1,50	1,25	5.660
24	Indiana 419A	137	72,3	26,4	1,00	0,75	6.070
25	* Dekalb 450	138	72,3	36,0	1,00	0,75	5.160
26	** Dekalb 627	138	72,4	32,7	1,75	0,50	5.590
27	B24	138	72,6	32,3	1,50	0,00	6.290
28	U47	139	73,5	24,8	2,00	1,25	5.210
29	* Pioneer 340	141	76,3	31,2	2,25	0,75	4.210
30	Maygold 69	141	76,5	29,1	1,50	0,50	4.250
31	** Maygold 59A	143	77,0	22,3	1,25	0,50	5.090
32	Hembrilla de Aragón ...	144	76,5	17,1	0,00	0,75	4.060
33	V26	144	77,6	25,6	0,00	0,50	6.520

Producción de las 16 F₂

4.710 Kgs/Ha.

(100 %)

Producción de las 16 F₁

(114 %)

CUADRO II. *Ensayo de ciclo medio-tardíos. Siembra del ensayo 24 de mayo de 1950. Nascencia a los 7 días.*

1	2	3	4	5	6	7	8
1	* D66	140	73,7	21,5	2,25	1,00	5.700
2	* B60	141	74,0	25,0	1,75	1,25	5.710
3	G114	141	74,8	26,5	2,50	1,75	5.310
4	* G59	141	75,4	20,4	1,75	0,75	5.120
5	D75	142	75,2	24,4	1,50	1,00	4.730
6	Indiana 608	142	75,6	21,5	3,00	0,75	5.370
7	Huey's H23	142	75,9	17,9	2,50	0,75	5.410
8	* D85	143	76,4	19,0	1,50	1,00	5.340
9	* D83	143	77,2	20,4	3,50	1,75	4.430
10	Maygoyd 59	143	77,6	18,1	2,50	0,75	5.620
11	* Maygold 49	144	77,4	21,2	1,25	0,50	5.270
12	Dekalb 628A	144	77,5	21,5	1,75	1,25	5.130
13	** B53	144	78,0	21,7	0,75	0,75	5.600
14	** B31	145	78,1	18,1	1,00	0,75	6.350
15	* G50	145	78,6	19,8	1,25	0,50	5.460
16	Hembrilla de Aragón ...	146	77,0	12,1	0,25	0,25	4.170
17	* B29	146	78,4	16,5	2,25	0,75	6.410
18	U52	146	78,5	22,5	1,50	1,25	5.740
19	* Maygold 39	146	78,7	17,7	1,75	1,75	5.890
20	* U50	146	78,8	21,9	2,75	1,25	5.700
21	* Pioneer 300	147	78,5	20,4	1,75	1,50	5.200
22	U59	147	78,6	15,0	1,50	1,25	6.030
23	* B26	147	78,8	25,4	1,50	0,75	6.400
24	U4	148	79,2	24,0	0,25	1,00	5.150
25	Dekalb 875	149	79,0	19,0	2,00	2,00	5.730
26	V41	149	79,1	24,8	1,25	0,25	6.070
27	* V40	150	79,6	21,0	1,00	1,50	5.500
28	G98	151	79,8	19,2	1,50	1,75	6.140
29	Indiana 750A	151	80,1	24,6	0,25	0,25	6.540
30	V35	151	80,2	12,1	1,50	0,25	6.420
31	Pioneer 302	152	79,9	17,9	1,25	0,75	6.540
32	G99	152	80,0	17,7	1,25	0,50	5.890

Producción de las 17 F₂ 4.700 Kgs/Ha. (100 %)

Producción de las 17 F₁ (120 %)

CUADRO III. *Ensayo de ciclo medio-tardíos. Siembra del ensayo 3 de junio de 1950. Nascencia a los 6 días.*

1	2	3	4	5	6	7	8
1	Iowa 4297	139	66,9	25,9	1,50	0,75	4.610
2	V25	140	67,4	21,9	2,50	0,50	4.920
3	Dekalb 450	141	66,0	24,3	1,25	0,50	5.020
4	U41	141	67,9	28,3	3,25	0,50	4.930
5	B60	142	67,0	26,6	1,75	0,25	5.350
6	Iowa 4059	142	67,5	31,6	1,25	0,00	4.740
7	Indiana 608	142	69,3	28,3	2,75	1,25	4.420

1	2	3	4	5	6	7	8
8	Indiana 608C	142	69,0	25,6	2,50	0,50	4.790
9	Conn. 830	146	69,4	27,6	2,00	0,50	5.260
10	Hembrilla de Aragón	147	69,2	17,3	0,50	0,25	4.140
11	Conn. 831	147	69,9	21,6	2,00	0,75	4.400
12	Maygold 59A	147	69,9	19,3	1,00	0,25	5.780
13	G50	147	70,2	21,9	1,75	1,00	5.540
14	Conn. 871	148	69,6	19,9	2,50	1,00	5.500
15	Conn. 870	149	69,8	28,9	1,00	1,00	5.560
16	US. 13	149	70,3	18,3	1,75	1,00	5.180
17	NC. 8808	150	70,4	21,6	1,50	0,25	5.980
18	NC. 8901	151	71,2	17,3	3,50	1,25	4.980
19	NC. 8801	152	71,4	18,9	1,25	0,50	6.040
20	NE. 7879	155	73,4	22,6	1,50	0,25	6.100
21	NE. 8801	155	74,0	15,3	1,25	0,00	5.360
22	III. 1521	156	74,4	22,3	1,00	0,25	5.340
23	NC. 8902W	156	74,9	21,3	0,00	0,00	6.360
24	NC. 8901W	157	75,9	32,3	1,00	0,00	6.440
25	NC. 8902	158	76,6	19,9	1,25	0,75	6.500

CUADRO IV. *Ensayo de ciclo tardíos. Siembra del ensayo 8 de mayo de 1950. Nascencia a los 9 días.*

1	2	3	4	5	6	7	8
1	Hembrilla de Aragón ...	150	84,1	17,7	0,25	0,25	3.080
2	Pfister 173	153	85,8	29,8	1,50	0,50	3.970
3	Ohio C92	153	86,6	22,7	1,75	1,25	3.740
4	Embro 49	155	87,2	24,8	2,25	0,75	4.140
5	* US13	156	87,3	36,7	1,75	0,75	4.060
6	Indiana 844D	156	87,4	35,8	2,00	1,75	4.020
7	U65	157	87,2	24,6	1,50	0,50	3.350
8	* Dekalb 898	157	88,3	21,2	2,25	0,75	3.700
9	* G145	158	89,5	29,2	1,75	0,50	3.710
10	* Dekalb 1002	160	89,7	33,1	0,50	0,25	3.520
11	U-Embro 155W	162	93,5	33,5	1,00	0,00	5.280
12	S210	163	92,2	19,6	0,00	0,00	4.700
13	** Dekalb 1022	164	93,9	29,6	1,25	0,25	4.670
14	V45	164	94,9	23,5	0,50	0,25	5.020
15	* U6	165	92,5	26,7	0,25	0,00	4.550
16	U75	166	97,1	35,4	1,25	0,25	3.910
17	* Dekalb 1025	166	97,9	27,7	0,25	1,00	4.410
18	** G711	167	97,9	24,6	1,50	0,00	5.550
19	V50	168	98,4	22,5	1,75	0,00	4.360
20	US357	168	99,7	26,0	0,50	0,25	5.080
21	U7	169	101,7	23,1	0,25	0,00	5.380
22	NC27	170	101,5	24,8	0,25	0,00	4.060
23	S240	171	103,8	21,5	0,00	0,00	3.100
24	G737	173	104,7	10,4	0,00	0,00	3.500
25	* G720	175	106,4	20,8	0,50	0,00	3.170

Producción de las 11 F₂

3.710 Kgs/Ha.

(100 %)

Producción de las 11 F₁

(116 %)

CUADRO V. *Ensayo de ciclo precoces. Siembra del ensayo 4 de julio de 1950 (después de trigo). Nascencia a los 5 días.*

1	2	3	4	5	6	7	8
1	G8	115	51,5	51,0	1,00	0,75	2.710
2	Wisconsin 275	116	50,0	52,3	0,00	0,25	3.370
3	G188	117	53,1	42,2	1,00	0,75	2.340
4	U22	117	53,2	49,7	0,50	0,75	3.140
5	Kingcrost KE1	117	53,4	38,7	0,75	0,75	2.230
6	PN16	118	53,8	39,2	0,00	0,50	2.780
7	Kingcrost KA4	118	54,1	45,0	0,00	0,75	2.890
8	Wisconsin 416	119	54,4	42,5	0,75	0,25	3.070
9	Wisconsin 341	119	54,9	37,7	0,25	0,50	3.490
10	Minhybrid 607	120	55,3	36,0	0,25	0,25	3.240
11	D36	120	55,4	39,2	0,50	0,25	1.790
12	Dekalb 56	120	55,5	42,7	0,00	0,50	3.000
13	G6	121	55,0	41,7	1,50	0,00	3.350
14	Wisconsin 464	121	55,1	40,8	0,50	0,75	3.050
15	3325. RV (Aragón)	122	54,2	32,7	0,00	0,50	2.910
16	H. 3325 (Aragón)	122	54,0	32,0	0,00	0,25	3.460
17	35. RV (Aragón)	122	54,5	32,7	0,25	0,25	2.610
18	Minhybrid 503	122	56,7	40,0	0,25	0,50	2.720
19	U26	122	56,8	33,0	1,25	0,50	2.870
20	Rojo Vinoso de Aragón ...	123	52,1	33,1	0,00	0,75	3.140
21	PX222	123	57,3	40,7	0,50	0,25	2.310
22	U28	124	58,9	41,5	1,50	0,75	3.010
23	Ohio M15	125	59,6	30,7	0,25	0,50	3.730
24	H-513 (R)	129	62,5	32,2	0,75	0,50	2.550
25	Maygold 89	130	63,1	38,5	0,50	0,75	2.330

Las diferencias significativas, para el nivel del 5 %, fueron para cada uno de los ensayos las siguientes:

Ensayo I	1040 Kgs/Ha.
» II	760 »
» III	720 »
» IV	910 »
» V	680 »

Los aumentos de producción de los maíces híbridos americanos sobre los maíces indígenas, ya indicados en 1949, se han repetido en el año actual, y en algunos de los ensayos han sido todavía superiores. En varios de los ensayos se incluyeron un cierto número de F_2 de híbridos. Los híbridos marcados en la columna 2 con un asterisco son los que se han ensayado en su F_1 y en su F_2 . Al final de los cuadros figura la disminución de producción de la F_2 , que oscila entre un 14 y un 20 % (NEAL, 1935). Hay que hacer observar, que según los resultados del ensayo V, los maíces híbridos en siembra de verano no han superado tan notablemente a las variedades locales como los híbridos en siembra de primavera.

Respecto al ataque del taladro se sigue observando, como en 1949, una mayor resistencia para la variedad indígena que para los híbridos americanos considerados en conjunto. Si se tiene en cuenta la precocidad de los híbridos en relación con las variedades indígenas (PATCH y EVERLY, 1948), se observa que en general sólo son más resistentes que la variedad local aquellos híbridos americanos de ciclo vegetativo sensiblemente más largo.

En la columna 6 se observa que sólo los híbridos muy tardíos tienen un recubrimiento análogo a la variedad indígena. Lo mismo se puede decir en la columna 7 para el ataque del gusano de la espiga.

RESUMEN

Como continuación a los ensayos iniciados en 1949, se han llevado a cabo varios más en el año último. Los resultados fundamentales se han visto confirmados. Los híbridos americanos superan notablemente en producción a las variedades locales, mientras que la resistencia de estas últimas al taladro o «european corn borer» ha sido superior.

SUMMARY

(FURTHER TRIALS WITH AMERICAN HYBRID MAIZE IN 1950)

The trials with American hybrid maize started in 1949 (ANGULO-BUSQUETS, 1950) have been continued in 1950. The results were generally in agreement with those of the previous year. Further data are provided on the vegetative growth, vegetative period and yield of more hybrids introduced from the U. S. A. Most of the American hybrids were conspicuously superior in yield to the local varieties. They were however less resistant to the European corn borer.

REFERENCIAS

ANGULO-BUSQUETS, M.

1. 1950 Maíces híbridos americanos.—*An. Aula Dei* 2: 76-97.
- NEAL, N. P.
2. 1935 The decrease in yielding capacity in advanced generations of hybrid corn.—*Jour. Amer. Soc. Agron.* 27: 665-667.
- PATCH, L. H. and EVERLY, R. T.
3. 1948 Contribution of inbred lines to the resistance of hybrid dent corn to larvae of the early summer generation of the European corn borer.—*Jour. of Agr. Res.* 76: 257-263.

VARIEDADES DE BARBA LISA ENTRE LOS TRIGOS ESPAÑOLES

Por E. SANCHEZ-MONGE y LUIS M. VILLENA

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

AL realizar la clasificación botánica de los trigos de la colección que actualmente está en estudio en nuestra Estación, hemos encontrado entre las variedades españolas algunas cuya barba es casi lisa al tacto, y examinada al microscopio revela la existencia de un número muy reducido de cerdas cortas.

Estas variedades de barba lisa con su procedencia y clasificación botánica son las siguientes:

CUADRO I. *Clasificación botánica de varias muestras de Triticum durum Desf.*

Variedad	Procedencia de la muestra	Clasificación Botánica
Alonso	Centro de Cerealicultura	var. <i>fere-leucomelan</i> Palm.
Amorós	Centro de Cerealicultura	var. <i>fere-apulicum</i> (nobis?)
Caravaca 1	Centro de Cerealicultura	var. <i>fere-melanopus</i> Jakubz.
Caravaca 7	Centro de Cerealicultura	var. <i>fere-apulicum</i> (nobis?)
Valenciano	Servicio N. del Trigo, Granada	var. <i>fere-italicum</i> (nobis?)
Ruso	Centro de Cerealicultura	var. <i>fere-italicum</i> (nobis?)
Santa Coloma	Jefatura Agronómica, Tarragona	var. <i>fere-erythromelan</i> Nikol.

No hemos encontrado referencias de las variedades *fere-apulicum* y *fere-italicum* en la bibliografía de que disponemos y creemos que son descritas por primera vez. Difieren respectivamente de las variedades *apulicum* Körn. e *italicum* Alef. por sus aristas lisas al tacto sin llegar a ser totalmente lampiñas.

SUMMARY

(SMOOTH-AWNED WHEATS AMONG THE SPANISH VARIETIES)

The botanical varieties of *Triticum durum* Desf.: *fere-leucomelan* Palm., *fere-erythromelan* Nikol., *fere-melanopus* Jakubz., *fere-apulicum* and *fere-italicum* have been found among the cultivated wheats of Spain. The last two varieties are, as far as is known, observed for the first time.

BIBLIOGRAFIA

FLAKSBERGER, C.

1. 1929 Smooth-awned wheats.—*Bull. Apl. Bot. Genet. Plant Breed.*, **22**: 115-121.
2. 1935 Flora of cultivated plants. I. Cereals-Wheat. *Leningrad*.

GLOSARIO DE TERMINOS DE GENETICA Y CITOGENETICA

NUEVOS TERMINOS Y USOS. I.

Por E. SANCHEZ-MONGE

Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza

Las palabras señaladas * han sido ya definidas en nuestro glosario (Sánchez-Monge, 1950) y de ellas se da un nuevo concepto de acuerdo con el uso actual.

ADAPTACIÓN A LARGO PLAZO, la adquisición de la plena capacidad fermentativa para un determinado azúcar por una levadura, debido a que la presencia de dicho azúcar aumenta la producción de la enzima correspondiente hasta que se alcanza la concentración umbral. *Winge y Roberts, 1948.*

ANFIPLASTIA, modificación morfológica de los cromosomas de un híbrido por influencia citoplásmica. *Navashin, 1934.*

CARIOCLÁSICO, dícese de las sustancias que poseen toxicidad específica respecto al núcleo y a su división. (*Dangeard, 1947*).

C-MITOSIS DISTRIBUIDA, subtipo de la c-mitosis explotada en el que los c-pares no se separan en todas direcciones, sino en dos grupos. *Nybm y Knutsson, 1947.*

C-MITOSIS EXPLOTADA, aquel tipo de c-mitosis en el que los cromosomas son impelidos hacia la periferia celular pudiendo quedar separados en varios grupos pero sin que se dé la separación de los cromatidios hermanos. *Barber y Callan, 1943.*

COLASOMA, orgánulo organizado por las porciones terminales de los cromosomas y que mantiene unidos los extremos de éstos formando uno o varios haces, desde la telofase hasta la anafase siguiente. *Melander, 1950 b.*

COMPARIUM, grupo formado por especies que pueden unirse directa o indirectamente por hibridación. *Danser, 1929; v. Valentine, 1950.*

CROMOSOMA ACCESORIO *. cromosoma extra que no es homólogo con ninguno de los del complemento ordinario y que está en equilibrio en cierta dosis dentro de la población. *Melander, 1950 a.*

ESTATMOCINESIS, mitosis patológica producida por la acción de ciertas sustancias. C-MITOSIS. (*Dangeard, 1947*).

EUHETEROSIS, la heterosis propiamente dicha, o sea la superioridad adaptiva de los heterocigotos respecto a los homocigotos. *Dobzhansky, 1950.*

EXHIBICIÓN GÉNICA, número de cigotos que siendo homocigóticos para un carácter mutante, lo muestran de manera discernible. Se mide por la PENETRACIÓN y la EXPRESIVIDAD.

FENOMIO, el conjunto de todas las porciones extragénicas de la célula carentes de la facultad de auto-reproducción, sean citoplásmicas o nucleares. Incluye los productos de la acción génica. El fenomio es la base material del fenotipo, así como el genomio lo es del genotipo. *Davis*, 1949.

HETEROCROMATINA *, región cromosómica capaz de mostrar heteropícnosis. *Östergren*, 1950.

HETEROPÍCNOSIS *, apariencia diferencial de ciertas regiones cromosómicas debida a diferencias en capacidad de coloración o en capacidad de contracción. *Östergren*, 1950.

HETEROSIS MONOHÍBRIDA, la producida por heterocigosis en un sólo locus.

HÍBRIDO BIGENÉRICO, el híbrido entre dos especies pertenecientes a distinto género. Híbrido TRIGENÉRICO, TETRAGENÉRICO o en general POLIGENÉRICO es el obtenido a partir de tres, cuatro o más especies de distinto género. *Camp*, 1950.

HÍBRIDO PLEOMÓRFICO, el híbrido entre formas diferentes de una misma especie colectiva. *Camp*, 1950.

HÍBRIDO POLIGENÉRICO, v. híbrido bigenérico.

HÍBRIDO TRIGENÉRICO, v. híbrido bigenérico.

ISOPÍCNOSIS, condición de una región cromosómica que no difiere en su apariencia de la mayoría de las regiones cromosómicas de la célula. *Östergren*, 1950.

KINETÓCORO *, región especializada del cromosoma en la que se manifiesta la propiedad de movilidad activa sobre el huso. *Lima de Faria*, 1949.

—— DIFUSO, aquel que abarca una región cromosómica de extensión considerable que puede llegar a comprender todo el cromosoma.

—— LOCALIZADO, centrómero.

—— MÚLTIPLE, el formado por varias regiones.

LETAL (SENSU STRICTO) *, aplicase esta denominación cuando el gene tiene una penetración del 100 %. *Hadorn*, 1949.

MEROSTATMOCINESIS, c-mitosis parcial que conduce a una anafase multipolar. *Gavaudan*, 1943; *Östergren*, 1944.

METAFASE EN ESTRELLA, aquella en la que los centrómeros de los cromosomas se colocan muy cerca unos de otros en un punto central de la célula y los brazos cromosómicos se disponen como los radios de una esfera. *Barber y Callan*, 1943.

MITOCLÁSICO, dícese de las sustancias que alteran el curso normal de la mitosis. (*Dangeard*, 1947).

MOAICO DOBLE, individuo que es mosaico para dos mutaciones del mismo locus o para dos variaciones estructurales entre los mismos loci. *Auerbach*, 1948.

MUTACIÓN DETRIMENTAL, la que produce un gene subvital. *Muller*, 1948; v. *Hadorn*, 1949.

- NOTOMORFO, forma individual segregada de un grupo complejo de origen híbrido. *Camp*, 1950.
- NÚMERO FUNDAMENTAL, número total de brazos cromosómicos del complemento. *Matthey*, 1949.
- PSEUDOANAFASE, c-mitosis distribuida.
- PSEUDOQUIASMA, la figura formada por dos cromatidios hermanos que en su separación anafásica permanecen unidos en un punto, por lo que la tracción de los centrómeros reduce las porciones proximales a finos filamentos, mientras las distales forman un par de brazos transversales. *Levan y Tjio*, 1948.
- RETARDO FENÓMICO, el de la expresión fenotípica, debido a la transformación del fenotipo para ajustarse a un nuevo genotipo. Úsase especialmente en genética microbiana. *Davis*, 1949.
- RETROMUTACIÓN, la mutación a la forma originaria *A*, de un alelo *a*, que apareció a su vez por la mutación espontánea o inducida del *A*.
- SEMIDOMINANTE, dicese del gene letal que en condición heterocigótica produce una disminución de la viabilidad en comparación con el tipo normal. *Gustafsson, Nybom y von Wettstein*, 1950.
- SEMILETAL, dicese del gene que produce la muerte de más de un 50 % de los individuos sin llegar a tener penetración completa. *Hadorn*, 1949.
- SEMIRECESIVO, semidominante.
- SUBVITAL, dicese del gene que produce la muerte de menos de un 50 % de los individuos. *Hadorn*, 1949.
- SUPERDOMINANCIA, heterosis positiva o negativa producida por heterocigosis en un solo locus y para el carácter regulado por el gene en él situado. Aplícase a factores letales cuando el heterocigoto es menos viable que el homocigoto para el factor letal. *Nybom*, 1950.
- SUPER-RECESIVO, dicese del gene letal que en condición heterocigótica produce un aumento de viabilidad en comparación con el tipo normal. *Gustafsson, Nybom y von Wettstein*, 1950.
- TROPOCINESIS, mitosis con orientación anormal del huso, debido a la acción de un agente externo. Aplícase a los meristemos radiculares en los que los husos normales son paralelos al eje de la raíz. *Gavaudan*, 1943.

REFERENCIAS

- AUERBACH, C.
1. 1948 Double mosaics in the progeny of chemically treated *Drosophila*.—*Heredity* 2: 405.
- BARBER, H. N. and CALLAN, H. G.
2. 1943 The effects of cold and colchicine on mitosis in the newt.—*Proc. Roy. Soc. B*, 131: 258-271.
- CAMP, W. H.
3. 1950 Proposals for changes in various portions of the international rules of botanical nomenclature dealing with genetically complicated groups and also with horticultural materials.—*Amer. Jour. Bot.* 37: 31-38.
- DANGEARD, P.
4. 1947 Cytologie végétale et cytologie générale, *Paris*.

- DAVIS, B. D.
5. 1949 The isolation of biochemically deficient mutants of bacteria by means of penicillin.—*Proc. Nat. Acad. Sci. U. S.* **35**: 1-9.
- DOBZHANSKY, TH.
6. 1950 Genetics of natural populations. XIX. Origin of heterosis through natural selection in populations of *Drosophila pseudoobscura*.—*Genetics* **35**: 288-302.
- GAVAUDAN, P.
7. 1943 Étude quantitative de l'action mito-inhibitrice des substances aromatiques: Définition et terminologie des effets cytologiques utilisés comme test.—*C. R. Soc. Biol.* **137**: 281-283.
- GUSTAFSSON, Å., NYBOM, N. and VON WETTSTEIN, V.
8. 1950 Chlorophyll factors and heterosis in barley.—*Hereditas* **36**: 383-392.
- HADORN, E.
9. 1949 Begriffe und Termini zur Systematik der Letalfaktoren.—*Arch. d. J. Klaus-Stift.* **24**: 105-113.
- LEVAN, A. and TJIO, J. H.
10. 1948 Induction of chromosome fragmentation by phenols.—*Hereditas* **34**: 453-484.
- LIMA DE FARIA, A.
11. 1949 Genetics, origin and evolution of kinetochores.—*Hereditas* **35**: 422-444.
- MATTHEY, R.
12. 1949 Les Chromosomes des Vertébrés, *Lausanne*.
- MELANDER, Y.
13. 1950 a Accessory chromosomes in animals, especially in *Polycelis tenuis*.—*Hereditas* **36**: 19-38.
14. 1950 b Studies on the chromosomes of *Ulophysema öresundense*.—*Hereditas* **36**: 233-255.
- NAVASHIN, M.
15. 1934 Chromosome alterations caused by hybridization and their bearing upon certain genetic problems.—*Cytologia* **5**: 169-203.
- NYBOM, N.
16. 1950 Studies on mutations in barley. I. Superdominant factors for internode length.—*Hereditas* **36**: 320-328.
- NYBOM, N. and KNUTSSON, B.
17. 1947 Investigations on c-mitosis in *Allium Cepa*. II. The cytological effect of vitamin K.—*Hereditas* **33**: 227-234.
- ÖSTERGREN, G.
18. 1944 Colchicine mitosis, chromosome contraction, narcosis and protein chain folding.—*Hereditas* **30**: 429-467.
19. 1950 Isopycnosis and isopycnotic, two new terms for use in chromosome studies.—*Hereditas* **36**: 511-513.
- SANCHEZ-MONGE, E.
20. 1950 Glosario de términos de Genética y Citogenética.—*An. Aula Dei* **2**: 98-148.
- VALENTINE, D. H.
21. 1950 Cytology, Genetics and Classification.—*Nature* **166**: 769-771.
- WINGE, Ö. and ROBERTS, C.
22. 1948 Inheritance of enzymatic characters in yeast and the phenomenon of long-term adaptation.—*C. R. Trav. Lab. Carlsberg* **24**: 263-315.

