Lagascalia 2(1): 3-13, 1972.

ESTUDIOS CROMOSOMICOS EN EL GENERO TRIFOLIUM, VI

M.ª D. Angulo, A. M.ª Sánchez de Rivera
& F. González-Bernáldez

Instituto de Genética y Antropología, Sección de Citogenética Vegetal,
C.S.I.C. y Departamento de Ecología, Facultad de Ciencias, Sevilla.

(Recibido el 20 de febrero de 1972)

Summary. In this work, we have studied cytologically four Spanish annual species belonging to genus *Trifolium*. These species belong to the *Probatostoma* subsection, which includes the species with the smallest number of chromosomes. We have determined the karyotype of these species and, taking into account the structural and numerical characteristics of the chromosomes, have considered certain phylogenetical aspects.

Resumen. Se estudian citológicamente cuatro especies anuales españolas del género *Trifolium* pertenecientes a la subsección *Probatostoma,* en la que figuran las especies con números cromosómicos más bajos. Se determina el cariotipo de estas especies y, teniendo en cuenta las características estructurales y numéricas de los cromosomas, se hacen algunas consideraciones filogenéticas.

INTRODUCCION

Con la presente comunicación, proseguimos el estudio cariológico de la subsección *Probatostema* del género *Trifolium* iniciado en 1968, y sobre la cual hemos publicado diversos trabajos (Angulo & al. 1968, 1969, 1970, 1972; González Bernáldez & al. 1970) centrados especialmente en las especies anuales.

Dedicamos esta nota al estudio de cuatro especies (*T. incarnatum* L., *T. arvense* L., *T. pratense* L. y *T. striatum* L.), estableciendo sus correspondientes cariotipos mediante la determinación de la morfología y tamaño de sus cromosomas en metafase mitótica. Además del número cromosómico

diploide estudiado en metafase, hemos confirmado para las cuatro especies el número haploide mediante estudio de meiosis.

De las especies objeto de esta comunicación, *T. pratense* ha merecido especial atención como planta forrajera, y son numerosos los autores que se han ocupado de su estudio cariológico, asignándole un número diploide 2n = 14. Entre estos figuran BLEIER (1925); KARPECHENKO (1925); WEXELSEN (1928) (que al mismo tiempo han estudiado la meiosis encontrando n = 7); WIPF y COOPER (1938); WIPF (1939); NODA (1946); BRAGDO (1955); POVILAITIS (1956), etc. LEVAN (1940; 1942; 1943) y SOJSETH (1957), extendieron sus experiencias hacia la producción de formas poliploides en *T. pratense,* comparando la producción y vigor entre plantas diploides y tetraploides.

Para *T. arvense*, tanto KARPECHENKO (1925) como BLEIER (1925), en sus clásicos trabajos sobre *Trifolium,* encontraron 2n = 14, habiendo determinado también este último autor el número haploide n = 7. Más tarde, LÖVE & LÖVE (1944) y KLIPHUIS (1962), entre otros, confirmaron los números mitóticos, mientras que EVANS (1962), asigna a esta especie un número 2n = 16.

En *T. incarnatum* fue KARPECHENKO (1925) quien determinó el número cromosómico 2n = 14, que fue confirmado posteriormente por WEXELSEN (1928), WIPF (1939) y NODA (1946; el cual también estudió la meiosis encontrando n = 7). Sin embargo, BLEIER (1925) atribuye a esta especie el número haploide n = 8.

T. striatum es la especie menos estudiada desde el punto de vista citológico, y el número cromosómico 2n = 14 fue establecido por WULFF (1939) y KLIPHUIS (1962). No conocemos referencias bibliográficas donde conste el número meiótico de dicha especie.

MATERIAL Y METODOS

Indicamos a continuación las especies estudiadas, así como la procedencia de las muestras.

T. incarnatum L. (Instituto Nacional para Producción de Semillas Selectas. Ministerio de Agricultura, Madrid).

T. arvense L. (Elvas, Portugal).

T. pratense L. (Almodóvar del Campo, Ciudad Real).

T. striatum L. (Herradon, Avila).

La mitosis fue estudiada en meristemos radicales, utilizando la técnica

citológica de TJIO & LEVAN (1950), ya descrita en anteriores trabajos. También pudimos obtener preparaciones de meiosis utilizando los mismos métodos de tinción y tratamiento previo de dos horas y media con oxiquinoleina. Para las microfotografías empleamos un fotomicroscopio Zeiss de contraste de fase. Las medidas de los cromosomas fueron hechas siguiendo los métodos de ROTHFELS & SMINOWITCH (1958) y BEMPONG & SINK (1968). En la identificación del cariotipo hemos seguido a LEVAN (1964) e ISING (1967, 1970). Hemos adoptado para las subdivisiones del género la clasificación de VICIOSO (1952), y para las especies, la nomenclatura de COOMBE (1968).

OBSERVACIONES

T. incarnatum L.

Especie anual o bienal, extensamente cultivada. Su área geográfica en España comprende, principalmente, las regiones del Norte y también se ha localizado en Castilla (VICIOSO, 1952).

Ha sido estudiada citológicamente en los cuatro trabajos clásicos, ya mencionados en la introducción, y sus autores concuerdan en asignarle el número diploide 2n = 14. Hemos confirmado este número y establecido el correspondiente idiograma (fig. 3), determinando las características del cariotipo. Los cromosomas se clasifican según su morfología en los distintos grupos ya establecidos en otros trabajos, A, B, C y D, atendiendo a la posición que ocupa el centrómetro. En *T. incarnatum,* los pares de cromosomas homólogos, de acuerdo con su estructura, se distribuyen de dos en dos en la forma más común dentro de las especies de la Subsección *Probatostoma.*

Grupo A). *Cromosomas con centrómetro en posición mediana.*
2 pares de homólogos, uno de dimensiones grandes (V) y otro más pequeño (v).

Grupo B). *Cromosomas con centrómetro en posición submediana.*
2 pares de homólogos, uno de dimensiones medias (L) y otro más pequeño (l).

Grupo C). *Cromosomas con centrómetro en posición subterminal.*
2 pares de homólogos, uno de dimensiones medias (J) y otro más pequeño (j).

Grupo D). *Cromosomas SAT.*
1 par de homólogos (i).

El estudio de la meiosis ha permitido confirmar el número diploide, habiendo encontrado células madres del polen en que puede observarse claramente el número haploide n = 7, como en la diacinesis de la Lám. V, figs. 13 y 14. No se observan anomalías meióticas y el apareamiento cromosómico se realiza normalmente. En metafase I y II también se distinguen 7 cromosomas, con marcadas diferencias de tamaño (figs. 15 y 16), dando constancia del número haploide de esta especie. No ha sido posible obtener preparaciones en condiciones más favorables para observar detalles de la estructura cromosómica.

T. arvense L.

Espcie anual o bienal cuya área geográfica se extiende por todas las provincias españolas y casi por toda Europa (Vicioso, 1952).

Esta especie aparece estudiada citológicamente desde los trabajos de Bleier (1925) y Karpechenko (1925), donde ambos autores le asignaron el número 2n = 14, confirmado posteriormente por Löve (1944) y Kliphuis (1962). Nuestro análisis citológico coincide con los recuentos cromosómicos de la mayoría de los autores citados, habiendo encontrado un número somático 2n = 14. Al establecer por primera vez el cariotipo, determinamos las características morfológicas de los cromosomas de esta especie, cuya distribución dentro de los grupos establecidos es la siguiente:

Grupo A). 2 pares de homólogos de dimensiones medias (V) y (v).

Grupo B). 3 pares de homólogos de dimensiones grandes (L); medias (l) y pequeñas (l').

Grupo C). 1 par de homólogos de dimensiones medias (J).

Grupo D). 1 par de homólogos (i) SAT.

También pudimos comprobar, en el estudio de la meiosis, los números encontrados en mitosis, determinando que el número haploide de esta especie es n = 7. Los procesos meióticos transcurren normalmente y en la diacinesis de la Lám. VI, fig. 17, pueden observarse con nitidez los 7 bivalentes y los puntos de quiasma que en algunos cromosomas se marcan claramente. La fig. 18 muestra una diacinesis avanzada, donde los cromosomas empiezan a congregarse en la placa ecuatorial. Algunas divisiones de II, como la metafase de la fig. 19, muestran ligera desincronización entre los grupos cromosómicos. También se observan 7 cromosomas en la anafase de la fig. 20.

Especie y LTCd *	Par n.º	Long. media	LTCd %	Propor. entre brazos L/C
	1 (SAT)	23,0	9,3	1,7
	2 (J)	22,7	9,2	2,6
T. incarnatum L.	3 (V)	19,0	7,7	1,1
	4 (L)	16,0	6,5	1,4
LTCd = 245	5 (j)	15,2	6,2	2,1
	6 (v)	15,0	6,1	1,1
	7 (l)	11,5	4,6	1,5
	1 (SAT)	16,0	10,3	1,2
	2 (L)	11,5	7,5	1,4
T. arvense L.	3 (J)	10,7	6,9	2,3
	4 (l)	10,7	6,9	1,2
LTCd = 154	5 (V)	9,5	6,1	1,1
	6 (v)	9,2	5,9	1,1
	7 (l')	9,2	5,9	1,3
	1 (V)	22,5	10,9	1,1
	2 (SAT)	16,2	7,8	1,1
T. pratense L.	3 (v)	15,5	7,5	1,0
	4 (v')	13,7	6,6	1,1
LTCd = 206	5 (l)	12,5	6,0	1,5
	6 (J)	12,5	6,0	2,1
	7 (l)	10,0	4,8	1,2
	1 (SAT)	16,0	9,2	1,3
	2 (V)	16,0	9,2	1,1
T. striatum L.	3 (L)	11,2	6,2	1,3
	4 (l)	11,2	6,4	1,4
LTCd = 173,5	5 (l')	11,0	6,2	1,3
	6 (J)	10,7	6,1	2,1
	7 (l")	10,0	5,7	1,4

CUADRO I.—Características del cariotipo de *T. incarnatum* L., *T. arvense* L., *T. pratense* L. y *T. striatum* L.
* LTCd = Longitud total del complemento diploide.

T. pratense L.

Especie perenne, espontánea, que se localiza indistintamente en todas las regiones de España, cultivada también extensamente desde tiempos antiguos y de la que existen diversas formas (VICIOSO, 1952).

Por su interés como planta forrajera ha sido estudiada ampliamente en su aspecto citológico, y desde 1925 se conoce su número diploide 2n = 14,

en el que han coincidido todos los autores reseñados en la introducción. Hemos establecido el cariotipo de *T. pratense,* que no estaba determinado, encontrando también un número de cromosomas 2n = 14, los cuales, según su morfología, se distribuyen en los distintos grupos como sigue:

Grupo A). 3 pares de homólogos de dimensiones grandes (V) y medias (v) y (v').

Grupo B). 2 pares de homólogos; uno de dimensiones medias (L) y otro más pequeño (l).

Grupo C). 1 par de homólogos de dimensiones medias (J).

Grupo D). 1 par de homólogos de dimensiones grandes (i) SAT.

Dada la importancia agrícola de *T. pratense,* los mismos autores que estudiaron inicialmente la mitosis (BLEIER, 1925; KARPECHENKO, 1925; WEXELSEN, 1928), establecieron también el número meiótico de esta especie, n = 7. Este mismo número ha sido confirmado por nosotros en observaciones sobre meiosis cuyo estudio presenta inconvenientes, como en casi todas las especies del género, dada la dificultad de obtención de preparaciones que muestren con claridad suficiente el número de bivalentes, ya que las diacinesis son muy escasas y la brevedad con que transcurren los estados meióticos hace difícil conseguir fases propicias para la observación cromosómica. No obstante hemos determinado el número haploide n = 7, confirmando el número diploide 2n = 14 que habíamos encontrado en mitosis. La diacinesis de la Lám. VII, fig. 21, muestra 7 bivalentes, y en la fig. 22 puede verse otra diacinesis en la que los 7 cromosomas se están congregando en la placa ecuatorial. También observamos divisiones de II y en la metafase de la fig. 23 aparece también el número haploide de la especie, n = 7.

T. striatum L.

Especie anual cuya área geográfica es muy extensa en España, abarcando, de norte a sur, casi todas las provincias, y también la mayor parte de Europa (VICIOSO, 1952).

Esta especie es de las menos estudiadas desde el punto de vista citológico y los autores que se han ocupado de ella (WULFF, 1939; KLIPHUIS, 1962), le asignaron un número diploide 2n = 14. Hemos confirmado el número 2n = 14 en mitosis y, mediante el análisis citológico, hemos establecido su cariotipo que consta de los siguientes tipos cromosómicos, distribuidos por grupos como sigue:

Grupo A). 1 par de homólogos de dimensiones grandes (V).

Grupo B). 4 pares de homólogos de dimensiones medianas (L), (l), (l') y (l'').

Grupo C). 1 par de homólogos de dimensiones medianas (J).

Grupo D). 1 par de homólogos (i) SAT, el más largo del complemento diploide.

Hemos estudiado por primera vez la meiosis en esta especie, habiendo confirmado el número mitótico al establecer su número haploide n = 7. La obtención de preparaciones propicias para la observación citológica de células madres de polen presenta muchas dificultades, ya que las diacinesis también escasean bastante y es preciso examinar muchas preparaciones antes de obtener algún resultado positivo. Las figs. 24 y 25 (Lám. VII), muestran dos diacinesis donde puede observarse el número de cromosomas meióticos n = 7, que también puede verse en la metafase avanzada de la fig. 26.

DISCUSION

Dentro del género *Trifolium* y encuadrada en el subgénero *Lagopus,* fue establecida la subsección *Probatostoma* por GIBELLI y BELLI (1888). Se carecía de información citológica sobre algunas especies de este taxon y se desconocían las características del cariotipo en todas ellas. Los estudios cariológicos que hemos realizado ponen de manifiesto algunos hechos que consideramos interesante destacar. Dentro de esta subsección habíamos estudiado previamente ocho especies que juzgábamos importantes desde el punto de vista evolutivo y sistemático. En el presente trabajo estudiamos cuatro nuevas especies (*T. incarnatum* L., *T. arvense* L., *T. pratense* L. y *T. striatum* L.) completando así el número de las doce que juzgamos dignas de mayor atención.

En el cuadro II vemos reflejadas las características morfológicas del cariotipo de estas especies y los tipos de cromosomas que lo integran, clasificados por grupos, atendiendo a la posición ocupada por el centrómero. Se observan diferencias entre las cuatro especies en cuanto a la distribución del número de pares de homólogos que constituyen cada grupo.

El cariotipo de *T. incarnatum* es el más común en las especies de 14 cromosomas y ya lo habíamos encontrado en otras cuatro especies de esta subsección. Los pares de homólogos se disponen de dos en dos, de conformidad con la morfología de los cromosomas.

Grupos	Especies 2n = 14			
	T. incarnatum	*T. arvense*	*T. pratense*	*T. striatum*
A (centrom. pos. med.)	2 pares	2 pares	3 pares	1 par
B (centrom. pos. subm.)	2 »	3 »	2 »	4 pares
C (centrom. pos. subt.)	2 »	1 par	1 par	1 par
D (cromos. SAT)	1 par	1 »	1 »	1 »
LTCd *	245	154	206	173,5

CUADRO II.—Tipos cromosómicos de varias especies del género *Trifolium* subsect. *Probatostoma.*
* LTCd = Longitud total del complemento diploide.

En *T. arvense* las diferencias son pequeñas y radican en poseer 3 pares de cromosomas submetacéntricos en vez de dos, y solamente 1 par de cromosomas con centrómero subterminal.

En *T. pratense* las modificaciones consisten en un aumento de cromosomas metacéntricos (3 pares); y una reducción de cromosomas con centrómero subterminal (1 solo par).

Las diferencias más acentuadas se observan en *T. striatum,* donde se registra un aumento considerable de cromosomas de tipo submetacéntrico (4 pares), correspondiendo a los otros grupos 1 par de cromosomas solamente.

El cromosoma SAT es común a todas las especies.

Teniendo en cuenta los datos correspondientes a medidas de los cromosomas observamos que la longitud total del complemento diploide (LTCd) en *T. arvense* y *T. striatum* es menor en relación con las otras dos especies estudiadas (cuadros I y II) y puede obedecer a la mayor sensibilidad de las primeras ante los tratamientos con oxiquinoleina que inducen una gran contracción cromosómica. En cuanto a las medidas de los cromosomas SAT (cuadro III), observamos que éstos presentan mayores dimensiones dentro del complemento diploide, con la única excepción de *T. pratense* en que el cromosoma más largo es uno de tipo metacéntrico V.

La subsección *Probatostoma,* considerada desde el punto de vista citológico, presenta como nota característica notables divergencias de sus números cromosómicos en relación con el número básico 8 del género *Trifolium.* La mayoría de las especies de esta subsección corresponden a formas con nú-

mero 2n = 14 cromosomas, salvo raras excepciones (3 casos) en que aparecen formas 2n = 10 (*T. hirtum, T. cherleri, T. scabrum*); una especie con 12 (*T. ligusticum,* PRITCHARD, 1967), y otra con 16 (*T. lappaceum*).

Especie	Número cromosómico	LTCd	Par más largo; long. media	Par más corto; long. media	Par SAT			
					Long. media	Par número	LTCd %	Propor. entre los brazos L/C
T. incarnatum L.	2n = 14	245	22,7 (J)	11,5 (l)	23,0	1	9,3	1,7
T. arvense L.	2n = 14	154	11,5 (L)	9,2 (v)	16,0	1	10,3	1,2
T. pratense L.	2n = 14	206	22,5 (V)	10,0 (l)	16,2	2	7,8	1,1
T. striatum L.	2n = 14	173,5	16,0 (V)	10,5 (l")	16,0	1	9,2	1,3

CUADRO III.—Comparación del tamaño de los cromosomas SAT de las cuatro especies estudiadas, con el de los cromosomas más largos y más cortos de cada especie.

Teniendo en cuenta las tendencias evolutivas del género *Trifolium* y en vista de los datos aportados en nuestros estudios cariológicos, indicaremos nuestra opinión acerca de las posibles causas que hayan podido originar la evolución del cariotipo de las especies de la subsección *Probatostoma.*

En primer lugar, consideramos como más interesante y significativo el caso de las especies de 10 cromosomas, por lo excepcional de este número en el género *Trifolium.* Estas plantas presentan caracteres anatómicos que no pueden considerarse como primitivos en el género, lo que hace suponer que las especies de 10 cromosomas sean derivadas de las de 14 y que en la subsección *Probatostoma* se haya producido una reducción progresiva del número cromosómico. Asimismo, BRITTEN (1963) es de opinión que las especies de 14 cromosomas derivan de las de 16. Entre estas últimas se encuentran las más «primitivas» del género, que son las especies polispérmicas de la sección *Amoria,* especialmente las encuadradas en la subseción *Falcatula,* con 2n = 16 cromosomas. Atendiendo a estos hechos parece posible que en el género *Trifolium* se asista a una reducción de los números cromosómicos básicos 8, 7, 6 y 5, dándose excepcionalmente algunas especies de tipo poliploide.

También los resultados citológicos obtenidos en nuestros trabajos concuerdan plenamente con la filogenia del género. Teniendo en cuenta las medidas cromosómicas de las especies de la subsección *Probatostoma* se deduce que la LTCd de las especies de 14 y 10 no difieren muy sensiblemente entre sí y puede decirse que, con poca diferencia, se conserva el mismo volumen cromatínico aunque reorganizado de forma distinta. Así las especies de 10 cromosomas, sobre todo, muestran una reordenación distinta del material génico en unidades mayores, probablemente como consecuencia de procesos de translocación seguidos de nuevos reajustes estructurales, como se observa, por ejemplo, en el caso de los cromosomas SAT, los cuales presentan las medidas relativas más altas de todo el complemento diploide. Estos hechos apoyan nuestra hipótesis de que las especies de 10 cromosomas deriven de las de 14 y éstas, a su vez, de las de 16, y que las tendencias evolutivas del género *Trifolium* vayan en sentido de una reducción progresiva de los números básicos de cromosomas en las especies más avanzadas filogenéticamente, como son las incluidas en la subsección *Probatostoma*.

BIBLIOGRAFIA

Angulo, M. D., Sánchez de Rivera, A. M. & F. González-Bernáldez (1968) The chromosomes of Trifolium subterraneum L. *Israel Journ. Bot.* **17:** 155-162.

——— (1969) Estudios cromosómicos en el género Trifolium, II. *Anal. Est. Exper. Aula Dei* **9:** 97-110.

——— (1970) Estudios cromosómicos en el género Trifolium, III. *Bol. Soc. Brot., ser. 2* **44:** 13-26.

——— (1972) Estudios cromosómicos en el género Trifolium, V. *Bol. Soc. Brot., ser. 2* **45:** 253-267.

Bempong, M. & K. Sink (1960) The karyotype of Poinsettia. *Journ. Hered.* **59:** 259-261.

Bleier, H. (1925) Chromosomenstudien bei der Gattung Trifolium. *Jahrb. Wiss. Bot. Pringsheim* **64:** 604-636.

Bragdo, M. (1955) Production of polyploids by colchicine. *Euphytica* **4:** 76-82.

Britten, E. J. (1963) Chromosome numbers in the genus Trifolium. *Cytologia* **28:** 428-449.

Coombe, D. E. (1968) Trifolium, in Tutin, T. G. & al. (eds.). *Flora Europaea* **2:** 157-172. Cambridge.

Evans, A. M. (1962) Species hybridization in Trifolium, I. Methods of overcoming species incompatibility. *Euphytica* **11:** 164-176.

Gibelli, G. & S. Belli (1893) Rivista critica e descriptiva delle specie di Trifolium italiane. *Mem. R. Acad. Sci. Torino, ser. 2* **43:** 169-221.

González-Bernáldez, F., Sánchez de Ribera, A. M. & M. D. Angulo (1970) Estudios cromosómicos en el género Trifolium. IV. Presentado en el XXIX Congreso

Luso-Español de la Asociación para el Progreso de las Ciencias (Lisboa, 31 de marzo a 4 de abril de 1970).

ISING, G. (1967) Chromosome breakage and aneuploidy in Cyrtanthus. *Hereditas* **57:** 312-318.

KARPECHENKO, G. D. (1925) Kariologische Studien über die Gattung Trifolium. *Bull. Appl. Bot. Pl.-Breed.* (*Leningrad*) **14:** 271-279.

KLIPHUIS, E. (1962) Chromosome numbers of some annual Trifolium species occurring in the Netherlands. *Acta Bot. Neerland.* **11:** 90-92.

LEVAN, A. (1940) Framstallning av tetraploid röd Klöver. *Sveriges Utsadesförenings Tidsk.* 115-124.

——— (1942) Plant breeding by induction of poliploidy and some results in clover. *Hereditas* **28:** 245-246.

——— (1943) The pigment content of polyploid plants. *Hereditas* **29:** 255-268.

LEVAN, A., FREDGA, K. &. A. A. SANDBERS (1964) Nomenclature for centromeric position on chromosomes. *Hereditas* **52:** 201-220.

LÖVE, A. & D. LÖVE (1944) Cytotaxonomic studies on boreal plants. III. Some new chromosome numbers of Scandinavian plants. *Ark. Bot. (Stockholm)* **31A (12):** 1-22.

NODA, K. (1946) Studies of chromosome numbers in the clovers. *Jap. Journ. Genet.* **21:** 93-96.

POVILAITIS, B. & J. W. BOYES (1956) A cytological study of autotetraploid red clover. *Amer. Journ. Bot.* **43:** 169-174.

PRITCHARD, A. J. (1967) The somatic chromosomes of Trifolium cherleri L., T. hirtum All., T. ligusticum Balb. and T. scabrum L. *Caryologia (Firenze)* **20:** 323-331.

ROTHFELS, K. H. & L. SMINOVITCH (1958) The chromosome complement of the rhesus monkey (Macaca mulatta) determined in kidney cells cultivated in vitro. *Chromosoma (Berlin)* **9:** 163-175.

SJOSETH, H. (1957) Studies on frost hardiness in diploid and autotetraploid red clover (Trifolium pratense) and winter rye (Secale cereale). *Hereditas* **43:** 679-682.

TJIO, J. H. & A. LEVAN (1950) The use of oxyquinoline in chromosome analysis. With an appendix by STALFELT, M. G.—«The effect of oxyquinoline on protoplasmic viscosity». *Anal. Est. Exper. Aula Dei* **2:** 21-64.

VICIOSO, C. (1953) Tréboles españoles. Revisión del género Trifolium. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* **11 (2):** 289-383.

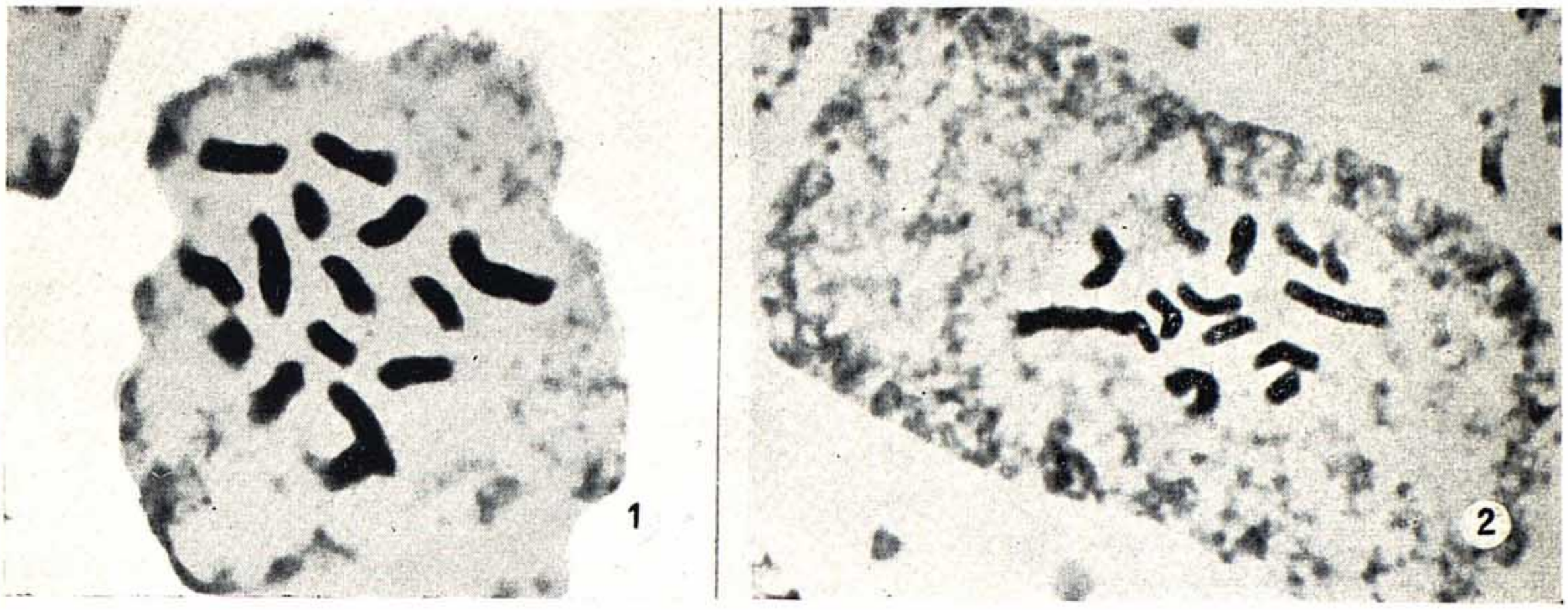
WEXELSEN, H. (1928) Chromosome numbers and morphology in Trifolium. *Univ. California Publ. Agric. Sci.* **2:** 355-376.

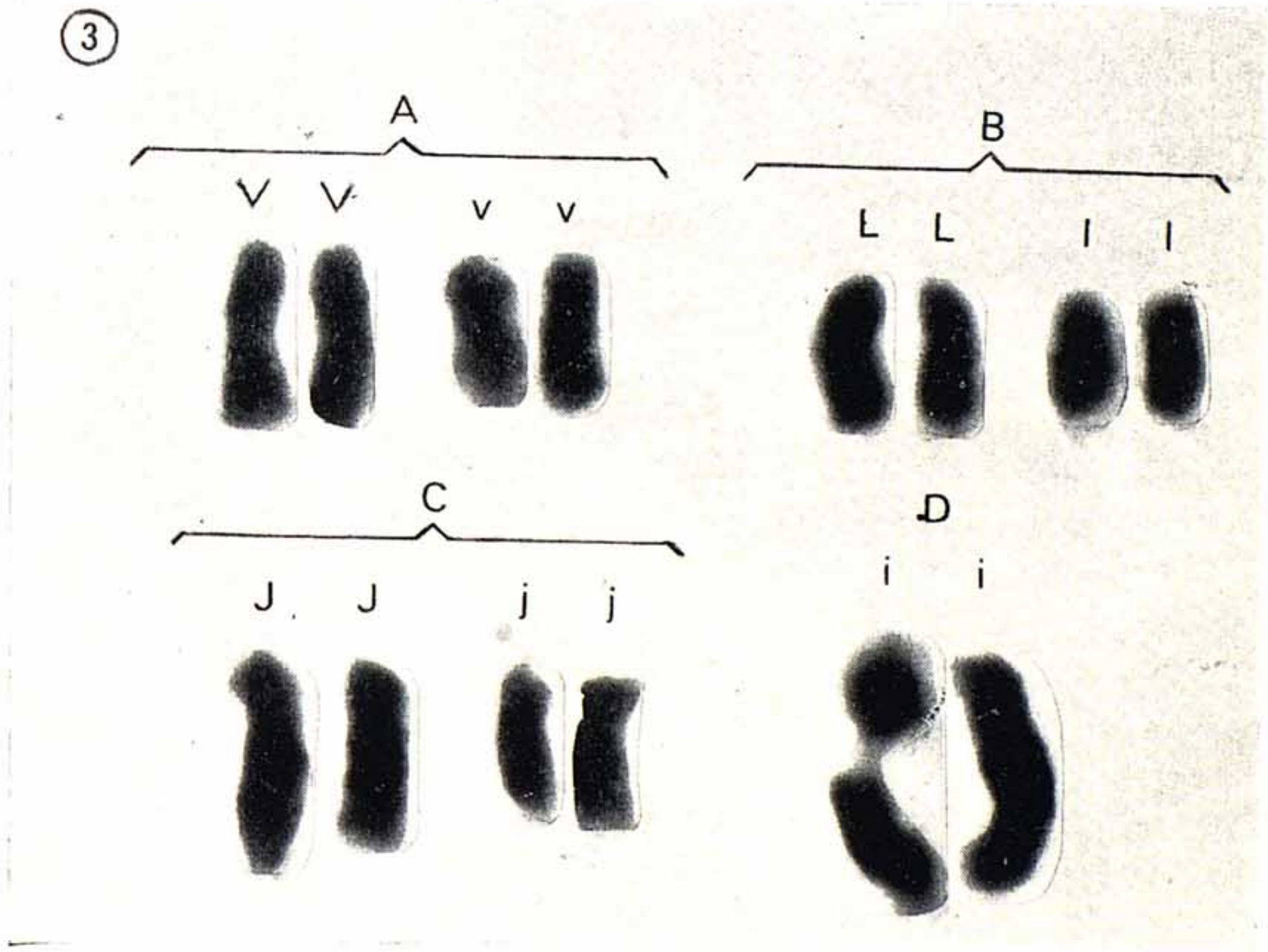
WIPF, L. (1939) Chromosome numbers in root nodules and root tips of certain Leguminosae. *Bot. Canad.* **101:** 51-67.

WIPF, L. & D. C. COOPER (1938) Chromosome numbers in nodules and roots of red clover; common vetch and garden pea. *Proc. Nat. Acad. Sci.* **24:** 87-91.

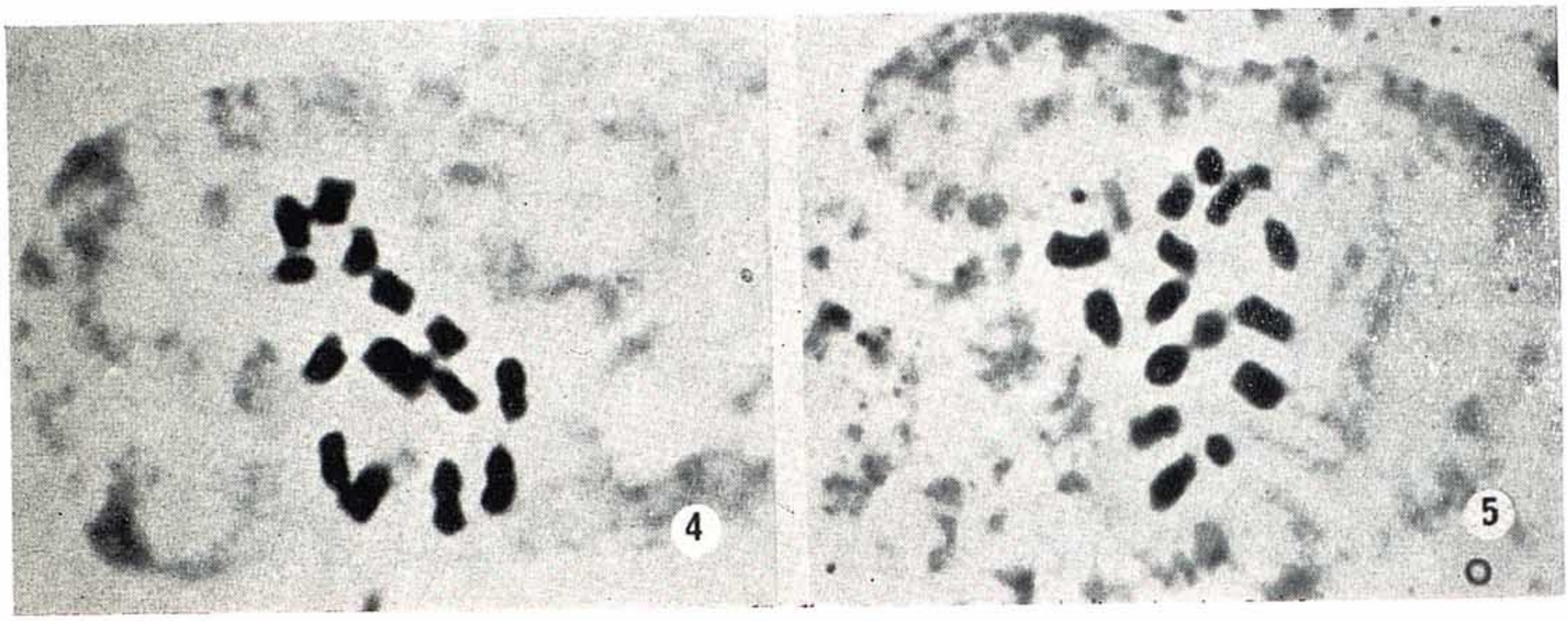
WULFF, H. D. (1939a) Chromosomenstudien an der schleswigholsteinischen Angiospermen Flora III. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* **57:** 84-91.

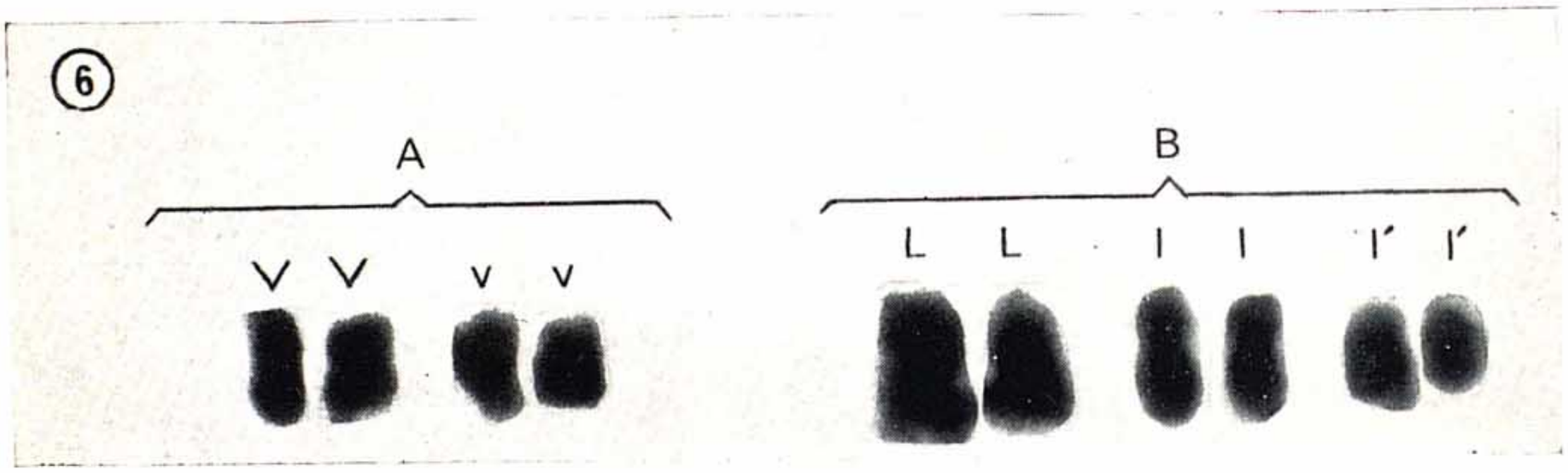
——— (1939b) Chromosomenstudien an der schleswigholsteinischen Angiospermen Flora IV. *Ber. Deutsch. Bot. Ges.* **57:** 424-431.



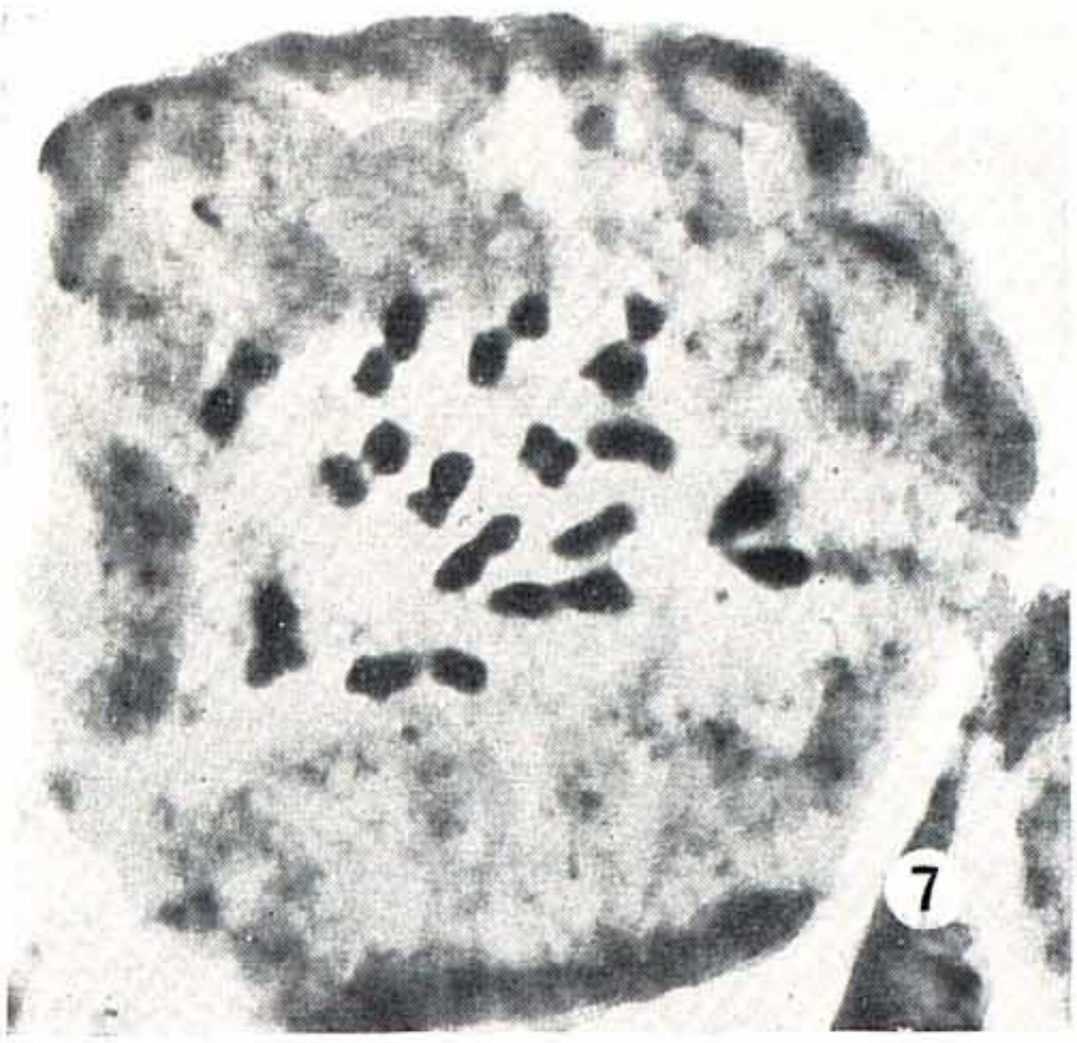


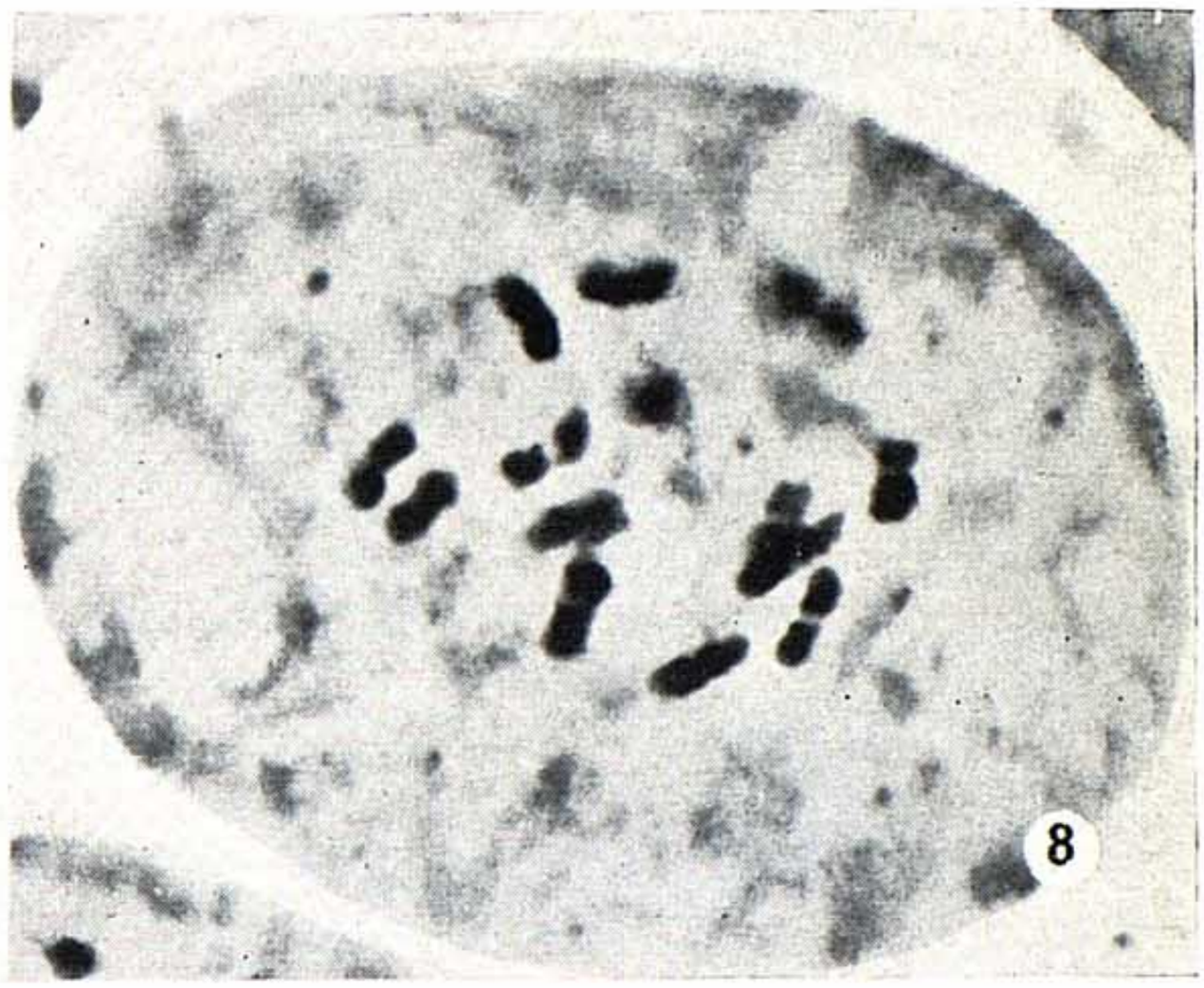
LÁM. I.—Cromosomas mitóticos de *T. incarnatum* L.—Fig. 1. Metafase × 3.000 a partir de la cual se ha confeccionado el idiograma.—Fig. 2. Otra metafase que muestra el número diploide de esta especie, 2n = 14.—Fig. 3. Idiograma. Metafase × 8.700.





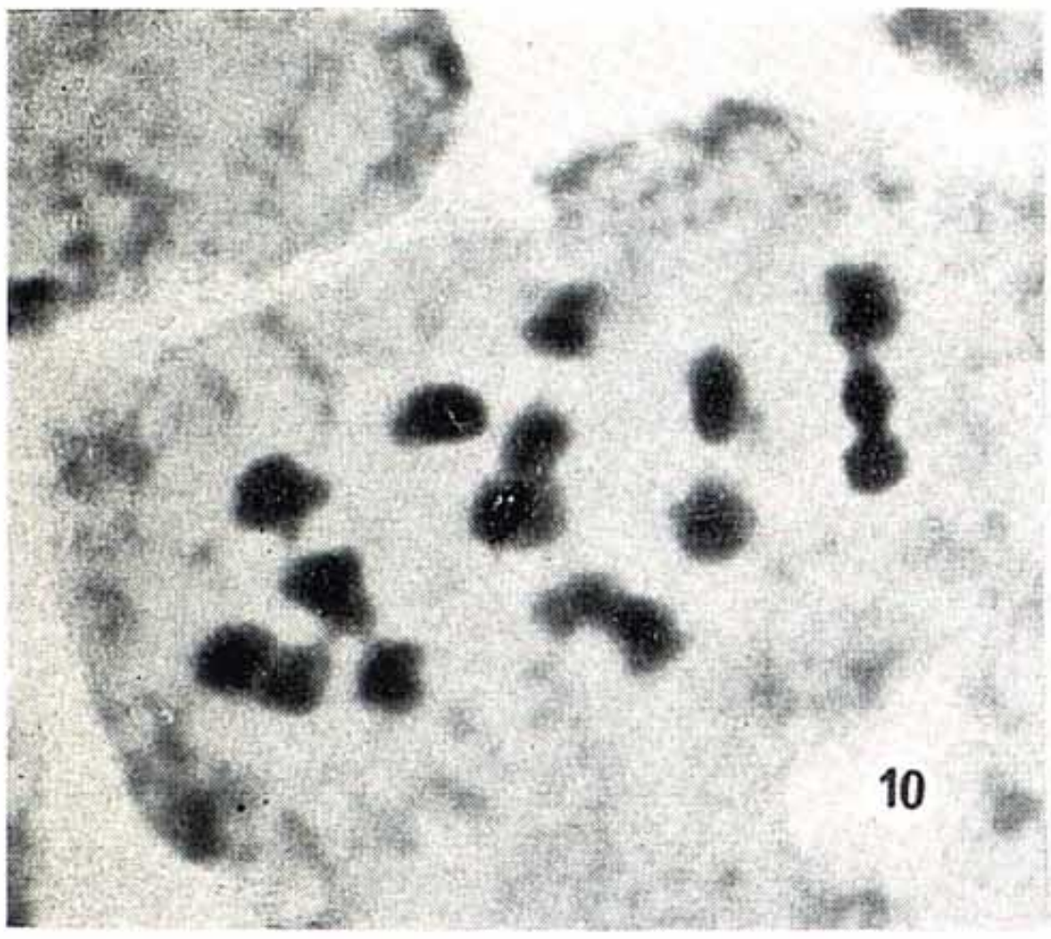
LÁM. II.—Cromosomas mitóticos de *T. arvense* L.—Fig. 4. Metafase × 3.000, a partir de la cual se ha confeccionado el idiograma.—Fig. 5. Otra metafase que muestra el número diploide de esta especie, 2n = 14.—Fig. 6. Idiograma. Metafase × 8.700.

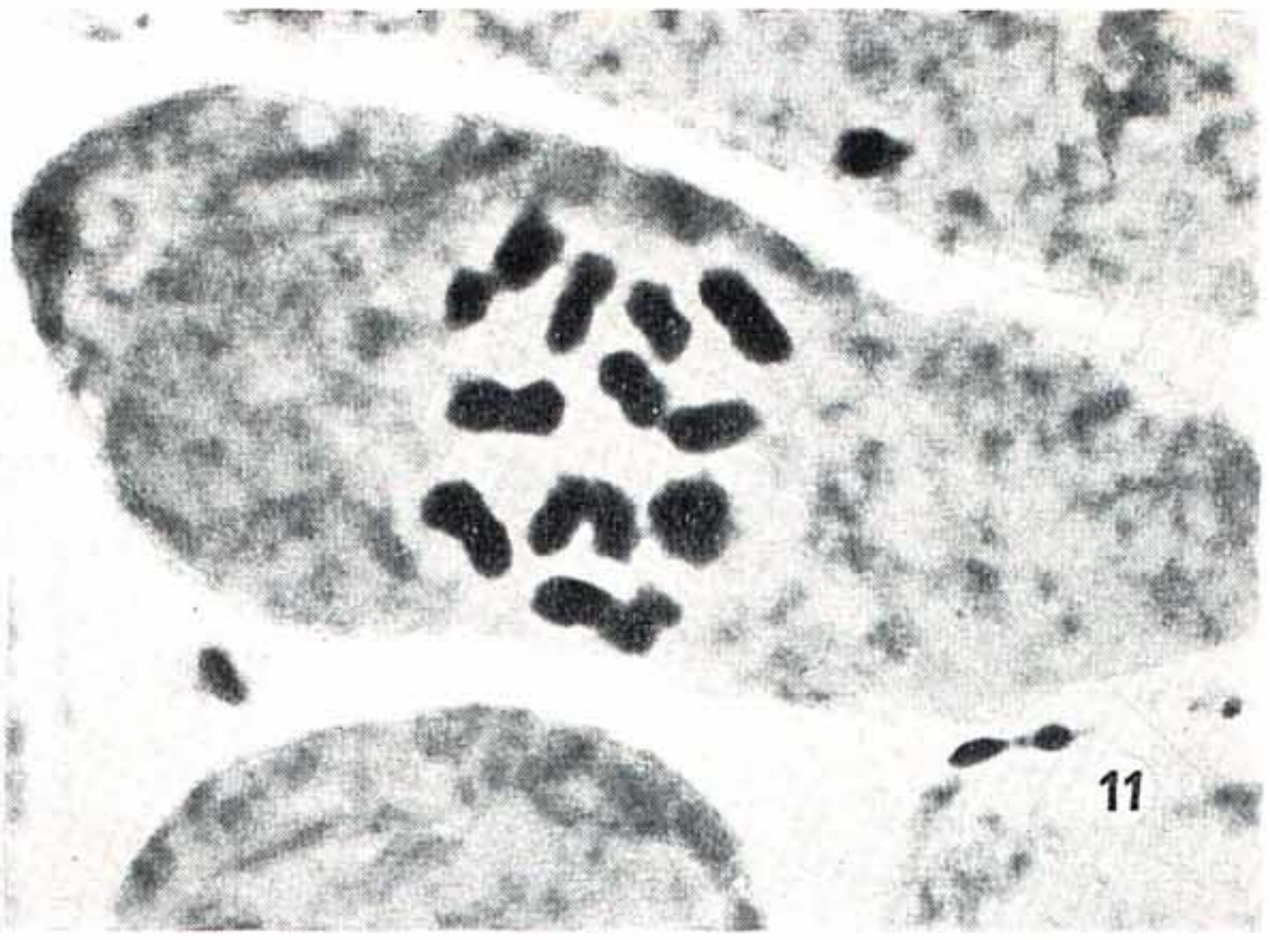


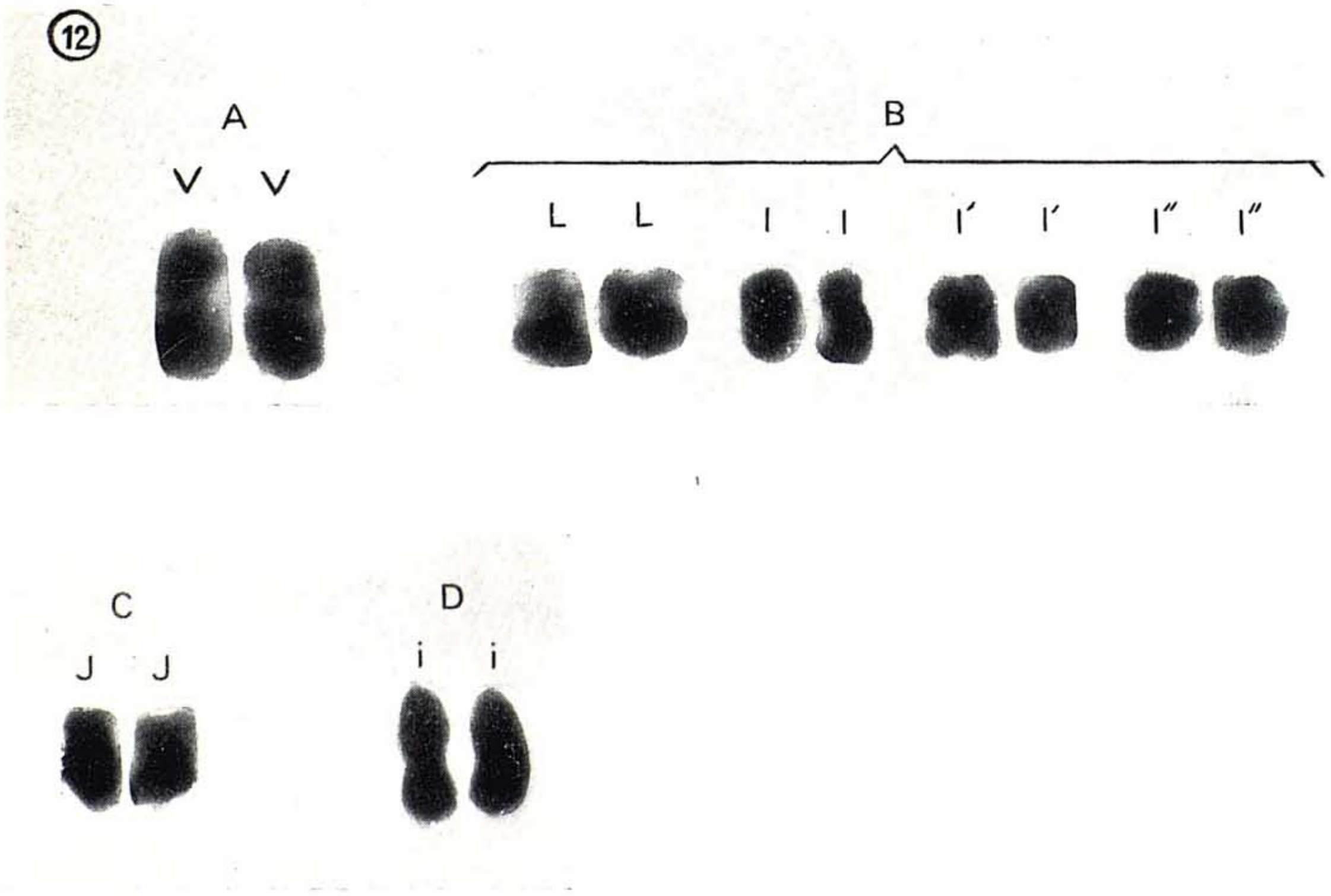




LÁM. III.—Cromosomas mitóticos de *L. pratense* L.—Fig. 7. Metafase × 3.000 a partir de la cual se ha confeccionado el idiograma.—Fig. 8. Otra metafase que muestra el número diploide de esta especie, 2n = 14.—Fig. 9. Idiograma. Metafase × 8.700.

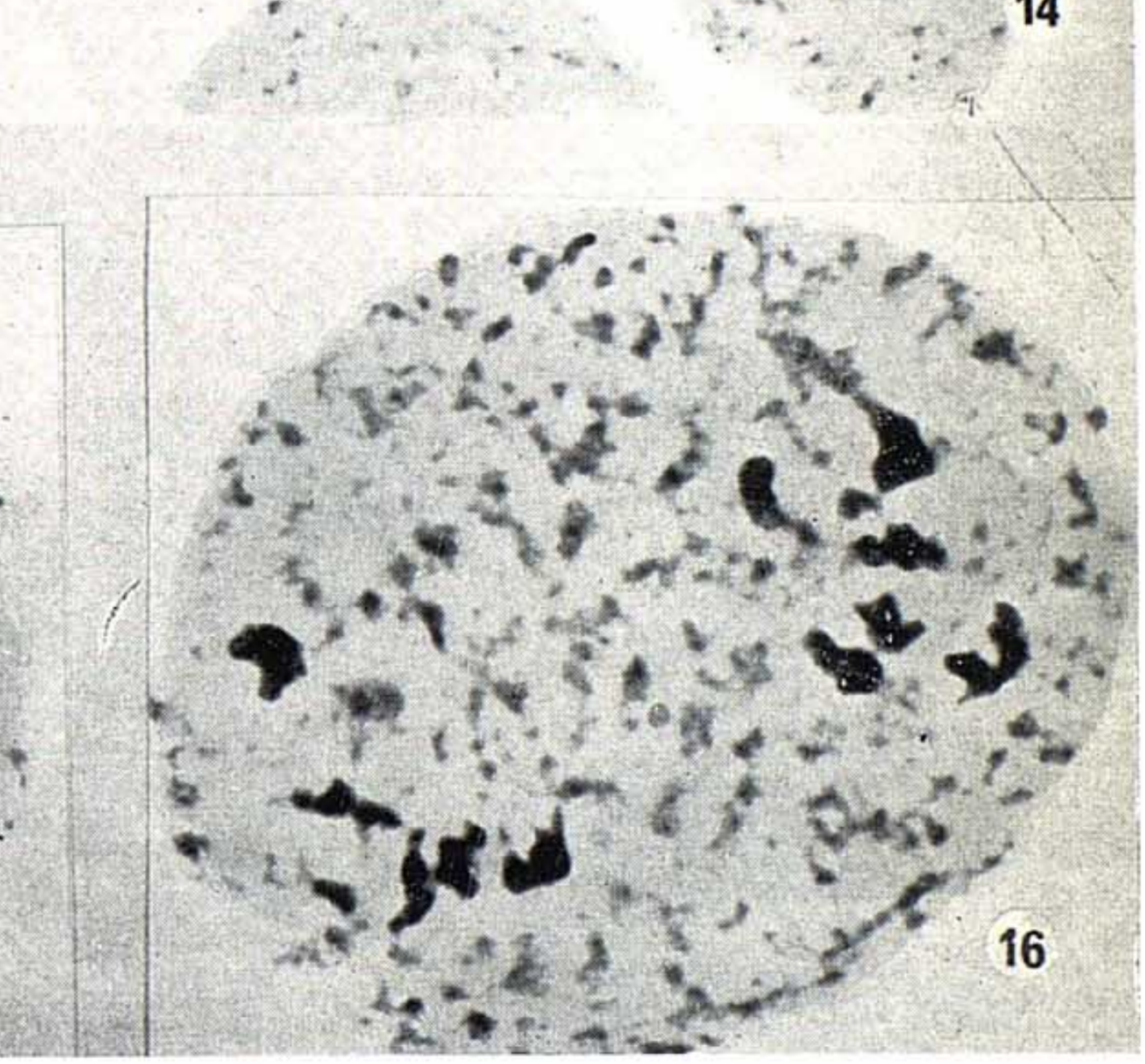




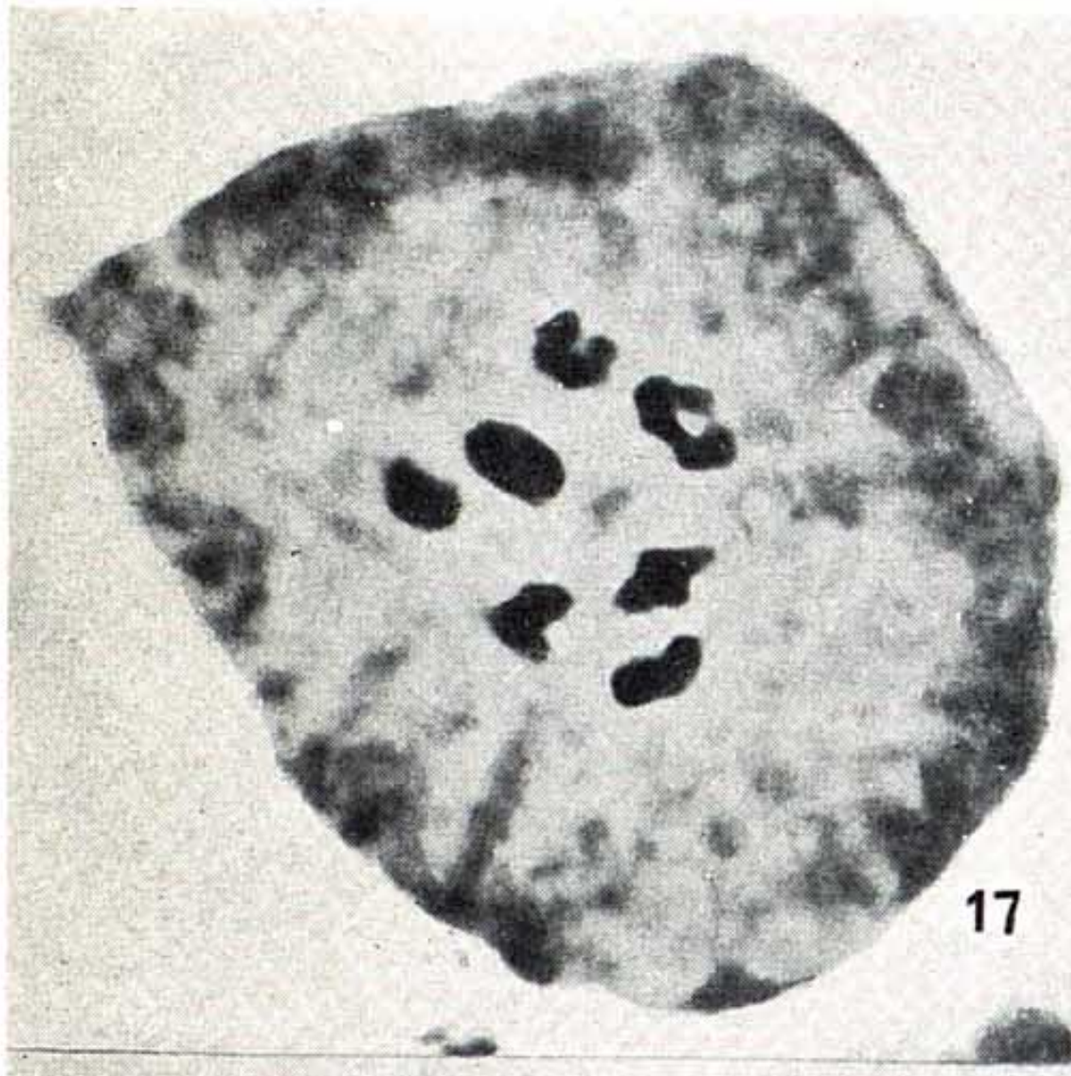


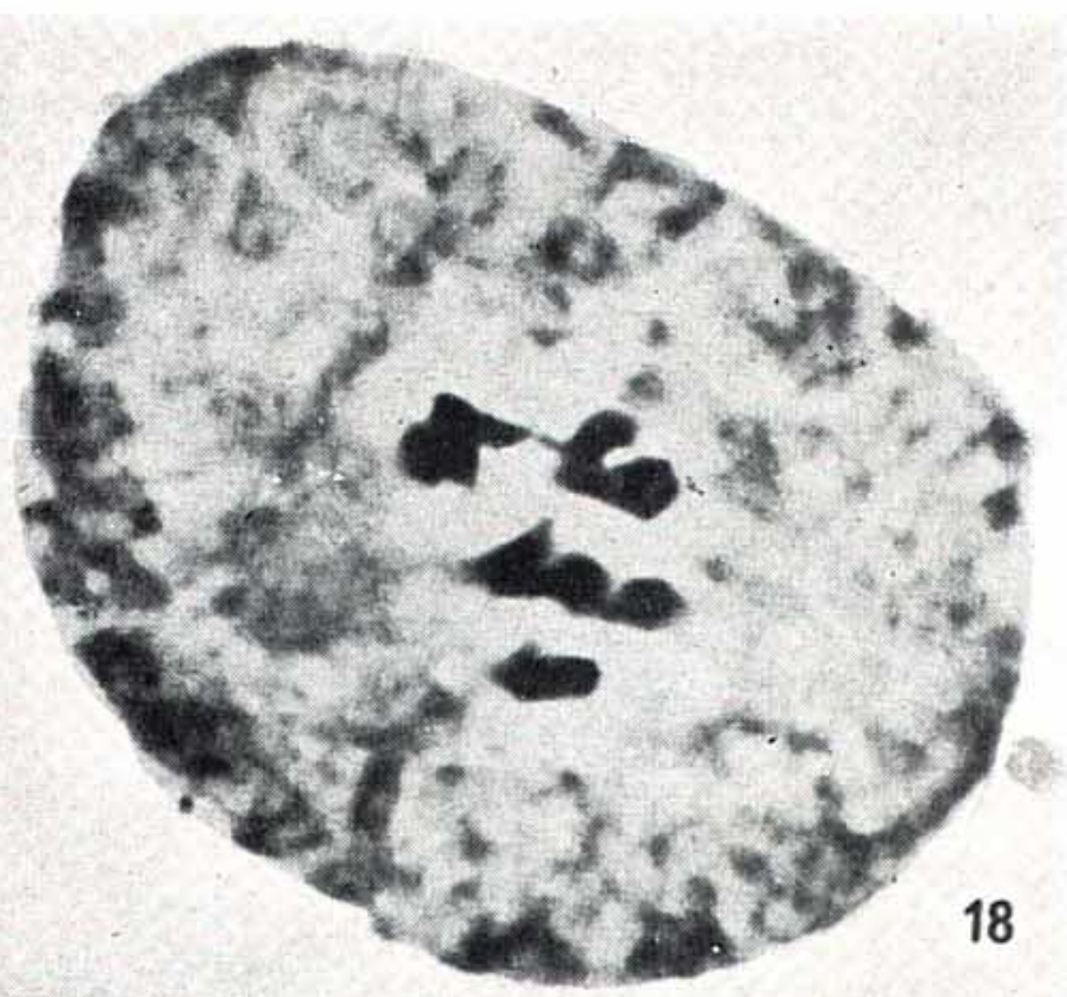
LÁM. IV.—Cromosomas mitóticos de *T. striatum* L.—Fig. 10. Metafase × 4.100 a partir de la cual se ha confeccionado el idiograma.—Fig. 11. Otra metafase que muestra el número diploide de la especie, 2n = 14.—Fig. 12. Idiograma. Metafase × 6.500.

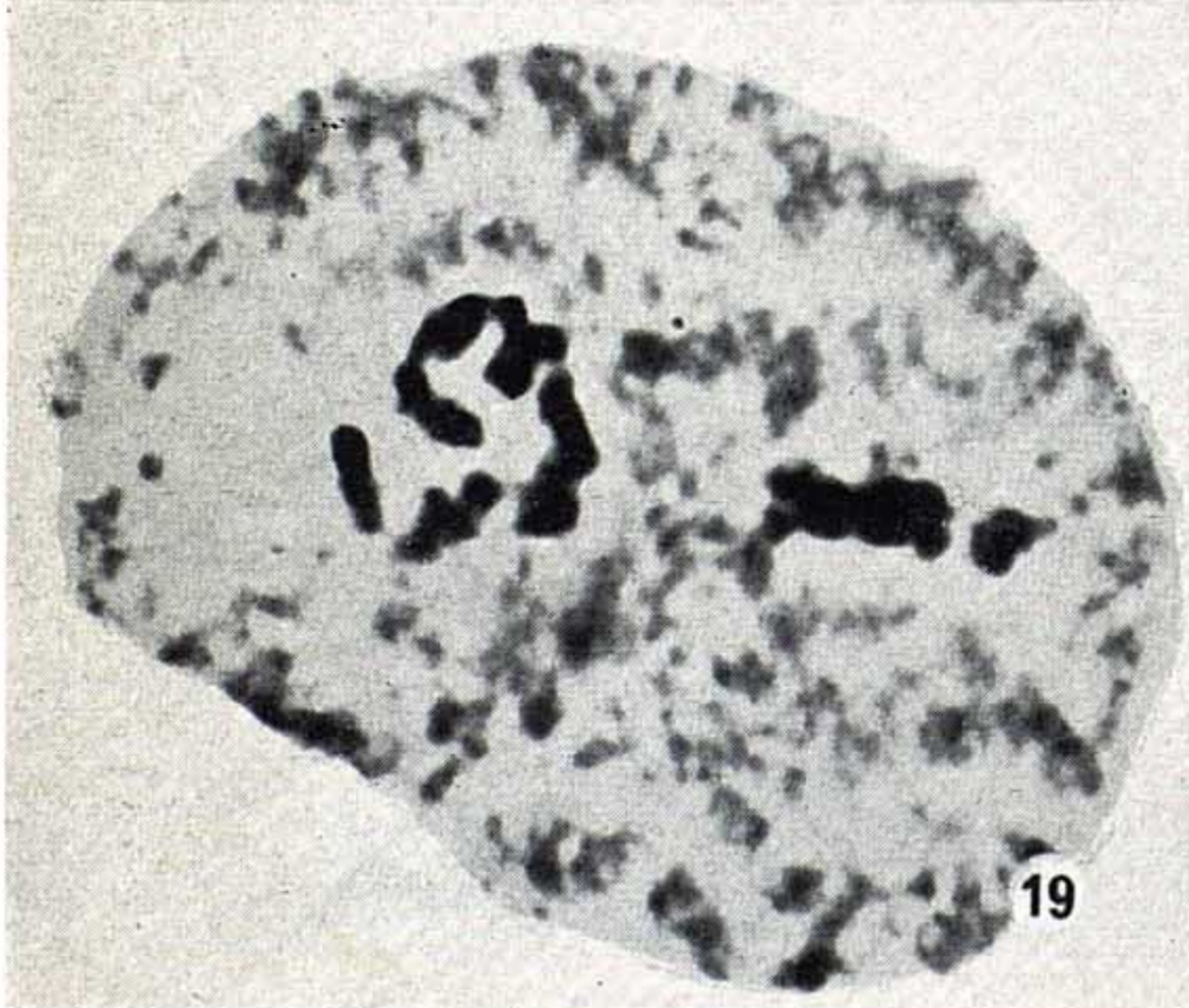


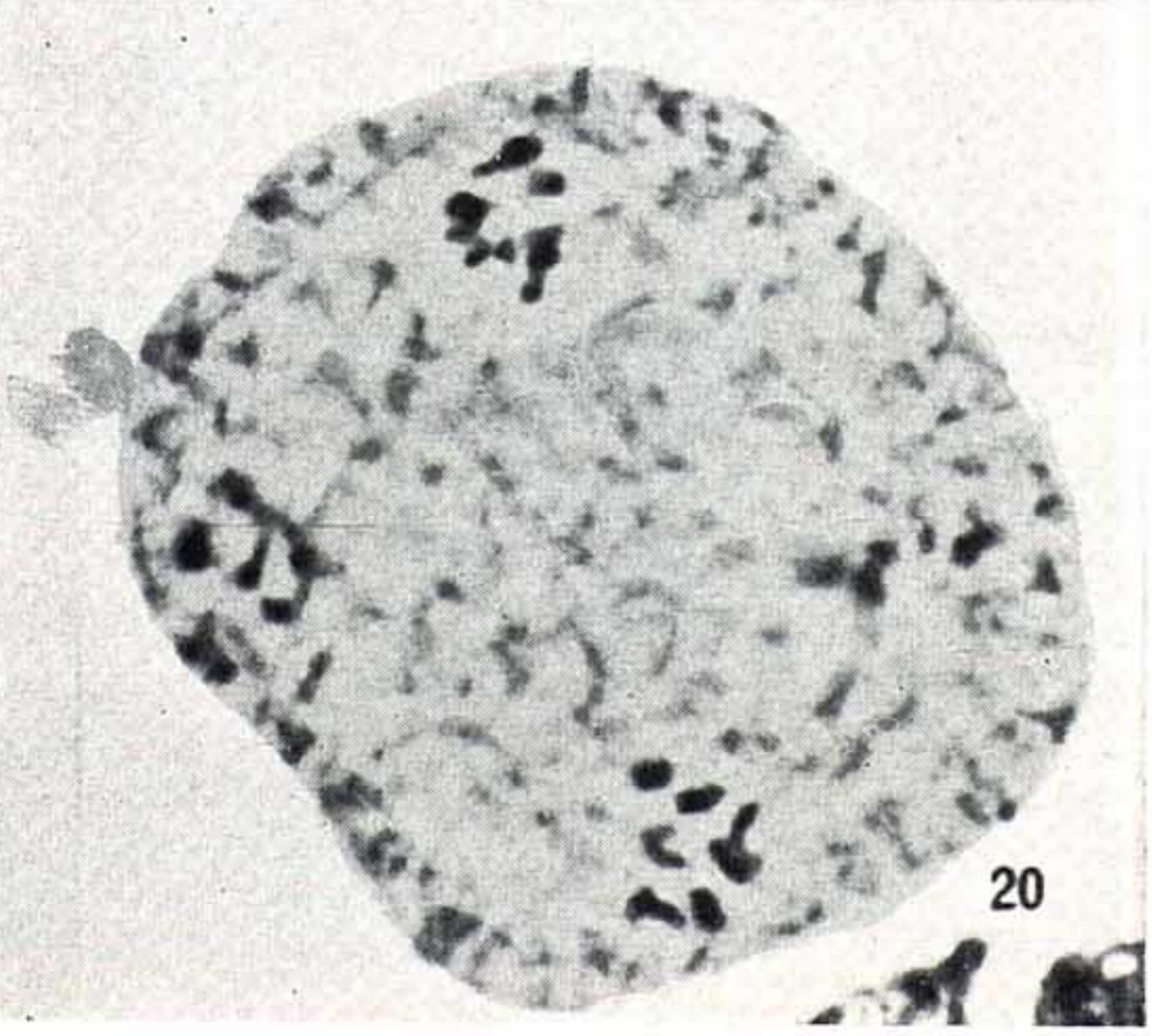


LÁM V.—Cromosomas meióticos de *T. incarnatum* L.—Fig. 13. Diacinesis que muestra siete bivalentes, observándose las diferencias de tamaño de los cromosomas.—Fig. 14. Dos diacinesis donde aparece el número haploide de la especie, n = 7.—Fig. 15. Metafase I con siete cromosomas donde se inicia la emigración hacia los polos.—Fig. 16. Metafase II donde aparece este mismo número cromosómico, n = 7.

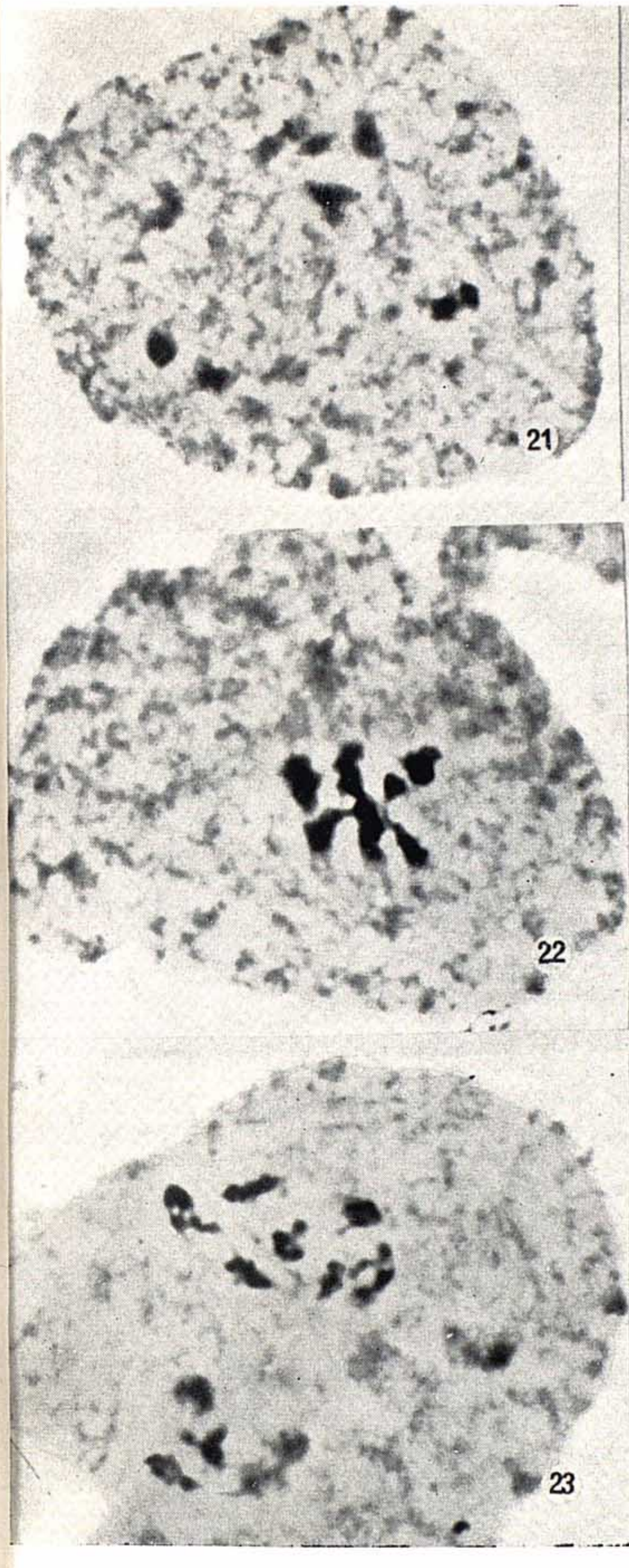


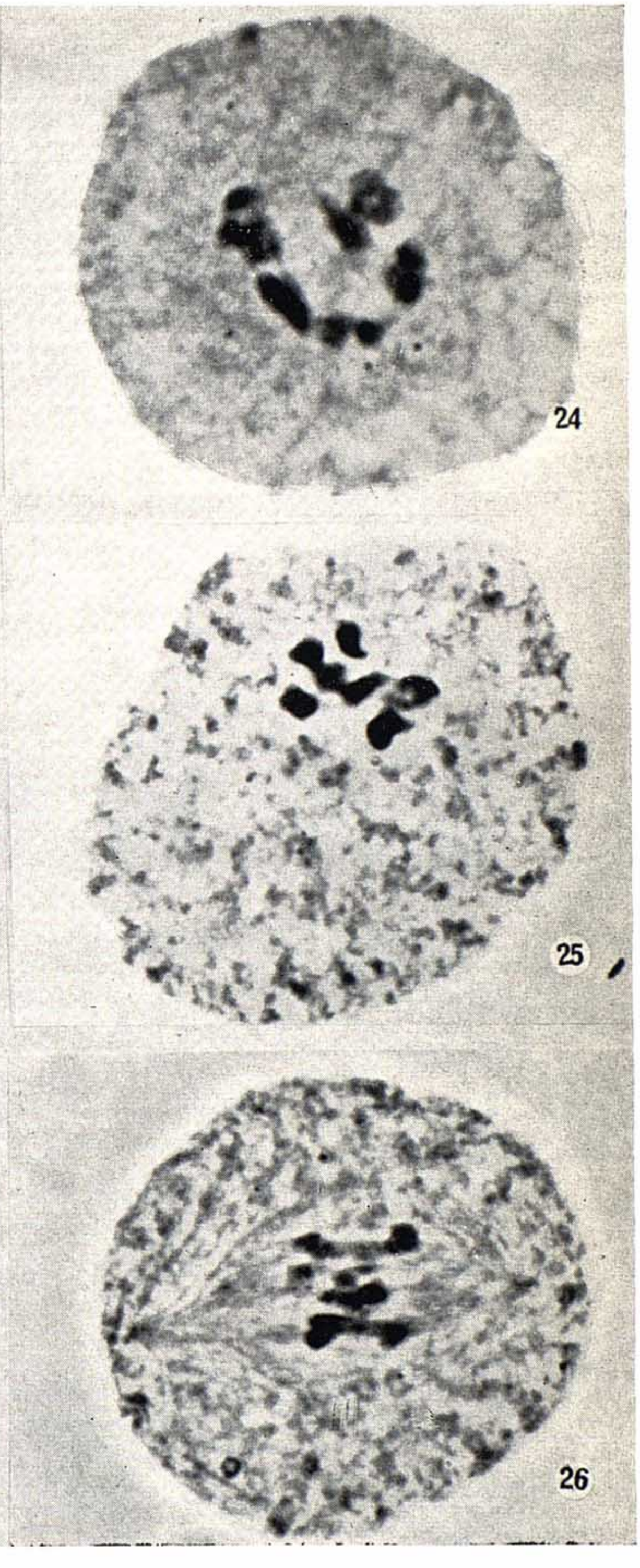






Lám. VI.—Cromosomas meióticos de *T. arvense* L.—Fig. 17. Diacinesis que muestra el número haploide de la especie, n = 7 y detalles de quiasmata en algunos de los cromosomas.—Fig. 18. Diacinesis avanzada donde los siete bivalentes empiezan a congregarse en la placa ecuatorial.—Fig. 19. Metafase II que muestra ligera desincronización entre los dos grupos cromosómicos.—Fig. 20. Anafase II, uno de cuyos polos muestra siete cromosomas.





LÁM. VII.—Cromosomas meióticos de *T. pratense* L.—Fig. 21. Diacinesis que muestra el número haploide de la especie, n = 7.—Fig. 22. Diacinesis avanzada donde los siete bivalentes están congregándose en la placa ecuatorial.—Fig. 23. Metafase II en la que también se observa el número cromosómico de la especie. — *T striatum* L.—Fig. 24. Diacinesis que muestra el número haploide n = 7.—Fig. 25. Otra diacinesis más adelantada, donde también se observan siete bivalentes.—Fig. 26. Metafase I avanzada donde se inicia la emigración cromosómica hacia los polos.