
ATTI ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
CLASSE SCIENZE FISICHE MATEMATICHE NATURALI
RENDICONTI

PAOLO MOSTI, VALERIO SCALI

Osservazioni sul corredo cromosomico di *Bacillus rossius* Insecta, Cheleutoptera

Atti della Accademia Nazionale dei Lincei. Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali. Rendiconti, Serie 8, Vol. 59 (1975), n.5, p. 537-545.

Accademia Nazionale dei Lincei

<http://www.bdim.eu/item?id=RLINA_1975_8_59_5_537_0>

L'utilizzo e la stampa di questo documento digitale è consentito liberamente per motivi di ricerca e studio. Non è consentito l'utilizzo dello stesso per motivi commerciali. Tutte le copie di questo documento devono riportare questo avvertimento.

*Articolo digitalizzato nel quadro del programma
bdim (Biblioteca Digitale Italiana di Matematica)
SIMAI & UMI*

<http://www.bdim.eu/>

Zoologia. — *Osservazioni sul corredo cromosomico di Bacillus rossius Insecta, Cheleutoptera* (*). Nota di PAOLO MOSTI e VALERIO SCALI, presentata (**) dal Socio M. BENAZZI.

SUMMARY. — The high variability of the chromosome number observed in the early embryonic stages of the insect *Bacillus rossius* and the need for karyological comparisons of different populations have suggested a study of its karyotype.

The analysis of mitotic divisions in the spermatogonia and of meiotic metaphases I, have shown that the basic chromosome set of the male is made up of two large metacentrics, three medium sized telocentrics (a pair of autosomes plus a single X chromosome), and of fifteen pairs of small acrocentrics. It has been observed that several numerical and structural variations exist in spermatogonia of many individuals and that chromosome breakages are common. In the spermatocytes, however, a much more uniform condition is found so that the onset of meiosis seems to act as a "sieve" for most, but not all, numerical and structural variations. The relevance of these chromosomal characteristics for both cytological inter-population comparisons and cytotaxonomy is discussed.

INTRODUZIONE

La cariologia dei *Cheleutoptera* non è molto conosciuta dato che solo una sessantina delle duemilacinquecento specie descritte su base morfologica è stata studiata dal punto di vista cromosomico [7].

A livello intraspecifico una caratteristica citologica assai diffusa sembra essere la tendenza alla variabilità del numero cromosomico che si realizza sia con la formazione di razze cromosomiche diverse, come ad esempio in *Didymuria violescens* [3], sia con variazioni inter- ed intraindividuali in specie monocariotipiche, soprattutto in certi stadi dello sviluppo embrionale [6, 8], sia, infine, con variazioni intra- ed interindividuali nelle «specie» partenogenetiche obbligatorie come *Clonopsis gallica* e *Carausius morosus* [1, 5, 7] in cui l'analisi del cariotipo ha inoltre messo in evidenza oltre alla variabilità numerica anche una forte variabilità strutturale dei cromosomi, che risulta addirittura caotica in *C. morosus* [7].

La sorprendente variabilità numerica dei cromosomi degli embrioni di *B. rossius* oltre ad aprire il problema del significato di tale variabilità, ha anche indicato la necessità di una definizione del corredo cromosomico della specie, tuttora mancante (cfr. [2], [4]), allo scopo di meglio chiarire le variazioni riscontrate.

MATERIALE E TECNICA

Per descrivere il corredo di base di *B. rossius*, abbiamo ritenuto opportuno studiare le divisioni degli spermatogoni e degli spermatociti sia perché nelle cellule germinali è prevedibile un accurato controllo del numero e della strut-

(*) Lavoro eseguito nell'Istituto di Zoologia e Anatomia comparata dell'Università di Pisa con contributo del C.N.R.

(**) Nella seduta del 15 novembre 1975.

tura dei cromosomi, sia perché nella linea maschile le difficoltà di conteggio risultano minori che in quella femminile. Ci siamo perciò serviti di maschi di 3° e 4° stadio « larvale » dato che è proprio nel penultimo ed ultimo stadio preimaginale che sono in svolgimento le suddette divisioni ed esiste quindi la possibilità di confrontare i cromosomi mitotici e meiotici dello stesso individuo.

Gli esemplari utilizzati sono stati da noi raccolti all'Isola del Giglio dove *B. rossius* è esclusivamente anfigonico (dati non pubblicati) e la loro utilizzazione è stata immediata oppure dilazionata per il tempo necessario al raggiungimento dello stadio larvale desiderato. In tal caso l'allevamento è stato effettuato su rovo in gabbie entomologiche di $28 \times 24 \times 26$ cm, ben areate, esposte ad un fotoperiodo naturale e tenute a temperatura ambiente.

I testicoli sono stati prelevati dopo addormentamento delle « larve » in CO₂ ed i preparati per schiacciamento sono stati eseguiti dopo fissazione in 3:1 alcool assoluto: acido acetico glaciale, per 60'-90', a seconda della taglia, e successiva dissociazione su vetrino siliconato in acido acetico al 45 %.

Copri e portaoggetto sono stati poi separati con una lametta dopo permanenza per 4'-5' su ghiaccio secco. È stata poi fatta seguire un'idrolisi a 60 °C in HCl 1 N per 6', dopodiché i preparati sono stati colorati con Giemsa per 25' e resi stabili con montaggio in Euparal.

ESPOSIZIONE DEI REPERTI

Dalle nostre indagini sono scaturite due serie di informazioni: la prima, oggetto della presente Nota, è quella relativa alle caratteristiche del corredo di base ed alle sue variazioni accidentali che si ritrovano, in grado maggiore o minore, in tutti gli individui; la seconda riguarda l'esistenza di ristrutturazioni cromosomiche di tipo ben preciso, estese a tutte le cellule di un individuo, e che verrà descritta separatamente.

I cromosomi mitotici delle divisioni goniali presentano la caratteristica tendenza alla « stickiness » comune ai cromosomi di molte specie di fasmidi, che ne rende difficile l'esatto conteggio. Anche un'altra caratteristica crea talvolta incertezza circa l'identità dei vari elementi del corredo e cioè l'esistenza, lungo l'asse cromosomico, di zone di assottigliamento con diminuita colorabilità che possono esser scambiate per zone di « stickiness » fra due cromosomi diversi. È per questa ragione che abbiamo dovuto scartare centinaia di piastre metafasiche per attenersi alla descrizione di quelle sicure.

Nei nostri preparati è possibile individuare la zona centrometrica che risulta più scura (eteropicnosi positiva) rispetto alle altre zone del cromosoma; tale reperto tuttavia non è assolutamente costante, neppure per tutti gli elementi della stessa piastra: per molti è quindi possibile una classificazione in base a taglia e posizione del centromero, per altri tale classificazione è fatta invece in base alla sola taglia. Sommando tuttavia le varie situazioni riscontrate nelle diverse piastre è possibile ottenere un quadro completo. Anche

i telomeri appaiono spesso come zone eteropicnotiche positive ma di dimensioni assai ridotte rispetto al centromero.

Il numero cromosomico di gran lunga più comune è risultato quello, atteso, di 35 elementi.

La coppia cromosomica meglio identificabile è quella formata da due grandi metacentrici (Tav. I, fig. 1); questi cromosomi sono lunghi più del doppio di qualsiasi altro elemento del corredo, sono leggermente eterobrachiali avendo un indice centromerico (i.c.) di circa 0,46. Tale coppia è ovviamente autosomica e, data la sua identificabilità e notevole costanza, è stata presa come riferimento per la suddivisione secondo la taglia, degli altri cromosomi del corredo. Uno o tutti e due i partners presentano spesso, anche in piastre con forte spiralizzazione dei cromosomi, una configurazione diversa da quella a «V» caratteristica dei metacentrici; ciò sembra dovuto alla presenza di punti di costrizione oltre al centromero in corrispondenza dei quali il cromosoma si piega in modo netto (cfr. Tav. I, figg. 2, 3, 4).

Fra i restanti cromosomi sono di regola distinguibili tre elementi di taglia media, nettamente più grandi degli altri e che risultano di lunghezza compresa fra $1/2$ ed $1/3$ rispetto a quella dei grandi metacentrici. Di questi, due, assai simili e chiaramente acrocentrici rappresentano un'altra coppia di autosomi (Tav. I, figg. 1, 3, 4 e Tav. II, fig. 6); il terzo ha lunghezza un po' variabile (risultando talvolta più lungo e talvolta più corto degli altri due medi), è in genere più tozzo e presenta vicino ad una estremità una zona di assottigliamento in corrispondenza della quale è spesso piegato. Tale caratteristica fa assumere al cromosoma l'aspetto di un subacrocentrico ma, quando distinguibile, il centromero risulta invece localizzato all'estremità dell'apparente braccio corto (Tav. I, fig. 1, 4 e Tav. II, fig. 6). Per la sua unicità abbiamo interpretato questo elemento come cromosoma X.

Gli altri cromosomi del corredo, trenta in tutto, formano una serie graduale di acrocentrici con lunghezza inferiore ad $1/4$ rispetto ai grandi metacentrici e vengono indicati come «piccoli».

Questi autosomi non presentano nei nostri preparati costanti particolarità morfologiche atte a caratterizzare gli omologhi (cfr. Tav. I, figg. 1, 3, 4 e Tav. II, fig. 6). La Tav. I, fig. 5 riporta l'ordinamento della piastra riportata nella Tav. I, fig. 1, disegnata alla camera lucida.

La definizione del cariotipo di *B. rossius* risulta quindi assai incompleta, ma tale pur parziale caratterizzazione ha permesso di individuare una certa variabilità numerica ed anche casi di rimaneggiamenti strutturali.

Il numero cromosomico varia da 35 a 38 e la variabilità interessa soprattutto la classe dei piccoli acrocentrici, ma neppure i medi ne sono completamente esenti (Tabella I, cellule 8, 11, 12, 14, 15, 38, 48, 64; Tav. I, figg. 2, 3, 4 e Tav. II, fig. 6).

Ristrutturazioni cromosomiche sono state riscontrate nelle mitosi goniali degli individui 2 e 5 (Tabella I, cellule 15 e 38). La Tav. I, fig. 3 si riferisce alla cellula 15; in essa sono evidenti due cromosomi piccoli insoliti in quanto chiaramente subtelocentrici anziché acrocentrici. Inoltre nelle cellule 4, 5

e 11 uno o due elementi normalmente acrocentrici hanno assunto l'aspetto di metacentrici; tuttavia, poiché in tali cromosomi non è evidente la posizione del centromero, questa interpretazione è un po' incerta (vedi Tav. I, fig. 2).

TABELLA I.

Numero cromosomico e costituzione del corredo in 64 cellule di Bacillus rossius

Individuo	Stadio larvale	N. cellula	Tipo di divisione	N. cromosomi	Classificazione dei cromosomi		
					Grandi	Medi	Piccoli
1	III	1	Mitosi	35	2	2 ; I	30
		2	Mitosi	35	2	2 ; I	30
		3	Mitosi	35	2	2 ; I	30
		4	Mitosi	35	2	2 ; I	28 ; 2 (<i>m</i>)
		5	Mitosi	35	2	2 ; I	29 ; 1 (<i>m</i>)
		6	Mitosi	35	2	2 ; I	30
		7	Mitosi	35	2	2 ; I	30
		8	Mitosi	36+1 <i>fr</i>	2	2 ; I	31
		9	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		10	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
2	III	11	Mitosi	35	2	2 (<i>m</i>) ; —	31
		12	Mitosi	35	2	2 ; —	31
		13	Mitosi	35	2	2 ; I	30
		14	Mitosi	36	2	— ; I	33
		15	Mitosi	37+2 <i>fr</i>	2	2 ; —	31 ; 2 <i>st</i>
		16	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		17	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		18	Metafase I ^a	34	2	2 ; —	30
		19	Metafase I ^a	34	2	2 ; —	30
		20	Metafase I ^a	34	2	2 ; —	30
3	IV	21	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		22	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		23	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		24	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		25	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		26	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
4	IV	27	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		28	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		29	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	28 ; 2 (<i>m</i>)
		30	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		31	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		32	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		33	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		34	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	28 ; 2 (<i>m</i>)
		35	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	28 ; 2 (<i>m</i>)
		36	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	28 ; 2 (<i>m</i>)
		37	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30

Segue: TABELLA I.

Individuo	Stadio larvale	N. cellula	Tipo di divisione	N. cromosomi	Classificazione dei cromosomi		
					Grandi	Medi	Piccoli
5	IV	38	Mitosi	38+2 fr	2	1, 1 m ; 1	33
		39	Mitosi	35	2	2 ; 1	30
		40	Mitosi	35	2	2 ; 1	30
		41	Mitosi	35	2	2 ; 1	30
6	IV	42	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	28 ; 2 (m)
		43	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		44	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
7	IV	45	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		46	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
8	IV	47	Mitosi	35	2	2 ; 1	30
		48	Mitosi	36	2	2 ; 1	31
		49	Metafase I ^a	35	2	2 ; 1	30
9	IV	50	Mitosi	35	2	2 ; 1	30
		51	Mitosi	35	2	2 ; 1	30
		52	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
10	IV	53	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		54	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		55	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		56	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
11	IV	57	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		58	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		59	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
12	IV	60	Mitosi	35	2	2 ; 1	30
		61	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
		62	Metafase I ^a	35	2	2 ; X	30
13	IV	63	Mitosi	35	2	2 ; 1	30
		64	Mitosi	36	2	2 ; 1	31

Dove non indicato diversamente i cromosomi grandi sono metacentrici, i medi e i piccoli, acrocentrici:

m = metacentrico; st = subtelocentrico.

Fra parentesi le classificazioni fatte in base alla sola forma del cromosoma.

È da notare che pure la coppia dei grandi metacentrici sembra talvolta interessata a rimaneggiamenti eterozigoti in quanto in tre cellule abbiamo osservato una marcata differenza di lunghezza fra i due partners unitamente al cambiamento dell'i.c. (da 0,46 a 0,49 nella cellula 64 della Tabella I, riportata in Tav. I, fig. 4). L'esistenza di rimaneggiamenti cromosomici è convalidata anche da un altro reperto e cioè dalla presenza di frammenti cromatinici, liberi o attaccati a cromosomi, in cellule con alterazioni del corredo standard (Tabella I, cellule 8, 15, 38 e Tav. I, fig. 3).

Passando ora ad analizzare le divisioni meiotiche c'è subito da osservare che alla metafase I^a il numero cromosomico è risultato assai più costante di quello riscontrato nelle mitosi goniali; tutte le cellule (ad eccezione delle cellule 18-20, su cui torneremo più avanti) hanno mostrato il previsto numero di cromosomi e cioè 17 bivalenti più il cromosoma X (Tabella I). Fra i bivalenti sono ben riconoscibili un grande anello, quasi sempre con chiasmi non terminali ed un bivalente a bastoncino, di taglia nettamente superiore agli altri.

Anche gli altri autosomi formano bivalenti a bastoncino e chiasma unico nella quasi totalità dei casi; in alcune cellule tuttavia (Tabella I, nn. 29, 34-36, 42) uno degli elementi più piccoli sembra assumere una forma ad anello anche se la forte contrazione ne impedisce una sicura diagnosi. Per gli autosomi, quindi, il quadro meiotico (con 2 grandi metacentrici, 2 acrocentrici medi e 30 acrocentrici piccoli) corrisponde molto bene a quello già desunto dalle mitosi goniali (Tav. II, figg. 7-9).

Il cromosoma X merita invece un discorso a parte. Poiché non ha l'omologo esso migra precocemente ad un polo e per questa sua caratteristica viene facilmente identificato nelle metafasi I^e.

Esso risulta però così contratto da assumere una forma tozza, quasi triangolare a volte, per niente rassomigliante al cromosoma acrocentrico unico riscontrato nelle mitosi (Tav. II, figg. 7, 8, 10, 11).

Tuttavia nei rari casi in cui la contrazione del cromosoma a migrazione precoce è meno spinta se ne è potuta riconoscere la natura acrocentrica a bastoncino.

Abbiamo già detto che l'unico caso di eccezione alla costanza numerica dei cromosomi degli spermatoцити Iⁱ è quello delle cellule 18-20 appartenenti allo stesso individuo (n. 2 della Tabella I). In tali cellule, nonostante che esse appaiano integre, non è stato riscontrato il cromosoma X e pertanto il loro numero scende a 34.

Nelle Tav. II, figg. 8-9 vengono riportate, per confronto, due metafasi I^e dell'individuo n. 2 (cell. 17 e 19, Tabella I) con e senza X, rispettivamente.

Tale reperto sembra trovare riscontro nel fatto che anche in tre mitosi goniali dello stesso testicolo (Tabella I, cellule 11, 12, 15 e Tav. I, fig. 3) l'X non è riconoscibile.

La seconda divisione meiotica non ci ha fornito indicazioni poiché non abbiamo potuto osservare piastre metafasiche 2^e con diadi sufficientemente separate da prestarsi ad un conteggio sicuro e tantomeno ad una identificazione dei vari elementi dell'assetto aploide.

Per quanto riguarda la presenza di ristrutturazioni riconoscibili alla metafase I^a è da dire che l'estrema contrazione dei bivalenti ne rende assai problematica l'individuazione e la valutazione. Tuttavia in alcuni spermatoцити Iⁱ di due diversi individui (n. 4 e 6, Tabella I) è stato riscontrato un piccolo bivalente eteromorfo, probabilmente non lo stesso nei due casi. La Tav. II, figg. 10-11, riporta la situazione riscontrata nell'individuo 4 (cellule 37 e 33, Tabella I), si nota che un partner del bivalente segnato con freccia, ha taglia notevolmente diversa dall'altro.

È infine da segnalare che sia nelle mitosi che nelle meiosi, numerose sono le cellule che degenerano, i cui cromosomi si presentano come impastati fra loro e con elementi non orientati in maniera corretta rispetto al fuso.

DISCUSSIONE

La variabilità cromosomica degli embrioni ed il bisogno di comparazione fra il cariotipo di popolazioni diverse di *B. rossius* hanno indicato la necessità di una migliore conoscenza dell'assetto cromosomico della specie; le nostre indagini, anche se parzialmente, hanno risposto proprio a questo quesito preliminare attraverso la completa caratterizzazione di due coppie autosomiche e del cromosoma X, e la definizione per taglia e posizione del centromero degli altri 30 autosomi, sia nelle mitosi che nella prima divisione meiotica.

Le attuali acquisizioni sono già sufficienti per analizzare la situazione di mosaicismo cromosomico embrionale e per iniziare uno studio comparativo del cariotipo delle varie popolazioni anfigoniche e partenogenetiche, insulari e continentali di questa specie.

Le indagini svolte hanno inoltre confermato, pur in un quadro di generale stabilità, l'esistenza di una variabilità numerica che interessa circa un quarto delle cellule in mitosi, unitamente ad una elevata tendenza ai rimaneggiamenti cromosomici. Quest'ultima caratteristica è senz'altro da mettere in relazione alla notevole facilità con cui i cromosomi di *B. rossius* si rompono, fatto questo suggerito dal ritrovamento di numerosi frammenti cromatinici. La facilità alla rottura cromosomica in *B. rossius* conferma in pieno il reperto delle numerose frammentazioni già segnalato per *Carausius morosus* e che, in termini più generali sembra essere comune negli insetti stecco (cfr. [7]).

La maggiore stabilità numerico-strutturale riscontrata negli spermatoцити Iⁱ rispetto agli spermatogoni indica una potente azione di filtro, rispetto alla variabilità cromosomica, operata dalla meiosi, azione tendente ad assicurare una certa stabilità del corredo dei gameti; le numerose degenerazioni di spermatoцити Iⁱ starebbero ad indicare proprio tale selezione cellulare.

La soppressione della meiosi, con la conseguente sospensione dell'azione di filtro sulle anomalie numerico-strutturali, così numerose anche nelle cellule germinali, potrebbe essere alla base della formazione dei cariotipi caotici riscontrati nelle « specie » a partenogenesi obbligatoria.

L'attuale indagine, quindi, oltre a fornire le basi per una migliore analisi intraindividuale ed interpopolazioneistica dei fatti cariologici di *B. rossius*

stimola anche a ricercare le modalità con cui si producono le rotture e le conseguenti ristrutturazioni cromosomiche negli insetti stecco in genere; queste indagini potrebbero oltretutto gettare nuova luce sui problemi citotassonomici che investono l'intero ordine dei *Cheleutoptera*.

BIBLIOGRAFIA

- [1] L. BULLINI e A. P. BIANCHI (1971) - *Ricerche sulla riproduzione e sul corredo cromosomico del fasmide Clonopsis gallica* (Cheleutoptera, Bacillidae), «Acc. Naz. Lincei, Rend. Sc. fis. mat. e nat.», 51, 563-568.
- [2] P. CAPPE DE BAILLON, M. FAVRELLE e G. DE VICHET (1937) - *Parthénogenèse et variation chez le Phasmes*, III, «Bull. Biol. Fr. Belg.», 71, 128-189.
- [3] E. CRADDOCK (1970) - *Chromosome Number Variation in a stick insect Didymuria violescens* (Leach), «Science», 167, 1380-1382.
- [4] G. MONTALENTI e L. FRATINI (1959) - *Observations on the spermatogenesis of Bacillus rossius* (Phasmoidea). Proc. XVth Intern. Congr. Zool. London, 749-750.
- [5] L. P. PIJNACKER (1964) - *The cytology, sex determination and parthenogenesis of Carausius morosus* (Br.), Thesis, Groningen.
- [6] V. SCALI (1969) - *Osservazioni citologiche sullo sviluppo embrionale di Bacillus rossius* (Insecta Phasmoidea), «Acc. Naz. Lincei, Rend. Sc. fis. mat. e nat.», 46, 110-116.
- [7] V. SCALI (1972 a) - *Problemi di citotassonomia nei Cheleutoptera*, Crampton. (1915) Atti IX Congr. Naz. Ital. Ent., 285-293, in «Atti Acc. Naz. Ital. Ent.».
- [8] V. SCALI (1972 b) - *La citologia della partenogenesi di Bacillus rossius*, «Boll. Zool.», 39, 567-573.
- [9] V. SCALI e R. MARRACCINI - *Chaotic variation in the chromosome complement of the stick insect Carausius morosus* (in preparation).
- [10] V. SCALI e P. MOSTI (1975) - *Riarrangiamenti cromosomici in Bacillus rossius* (Insecta, Cheleutoptera) dell'Isola del Giglio, «Acc. Naz. Lincei, Rend. Sc. fis. mat. e nat.», 59, 493-498.

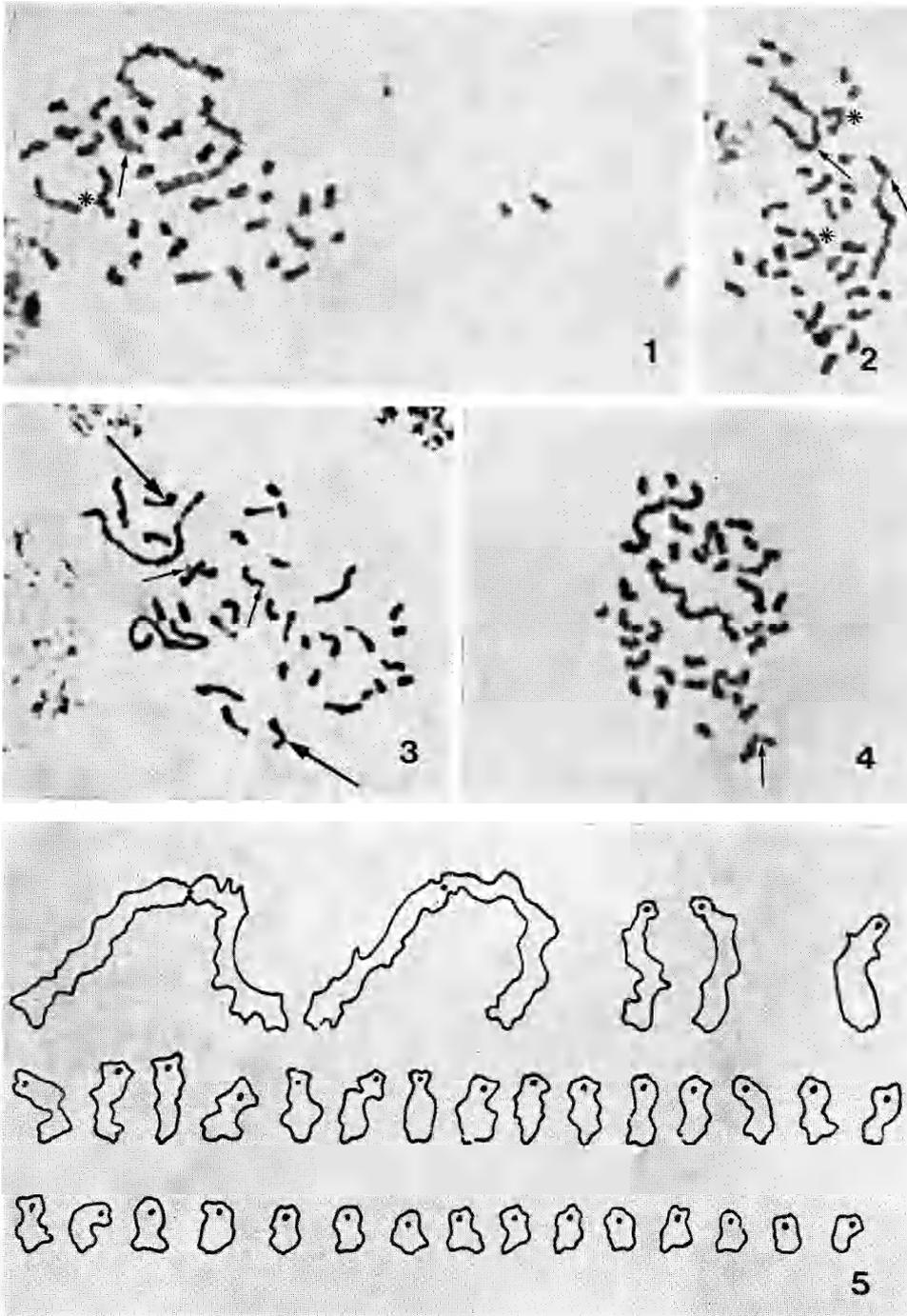
SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE I-II

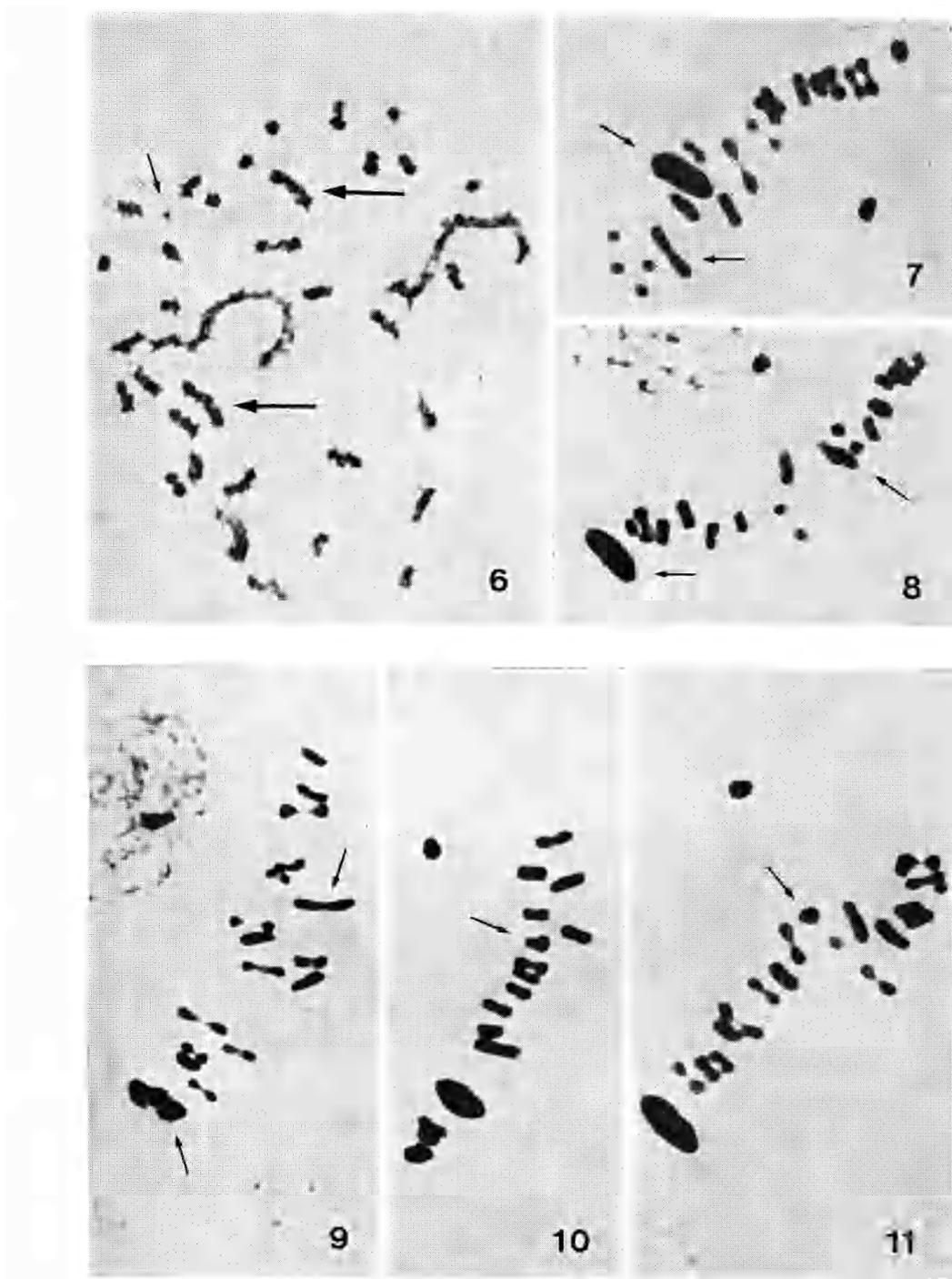
TAVOLA I

Fig. 1. - Cellula n. 7 della Tabella I, con i 35 cromosomi del corredo standard (2 grandi metacentrici, 2 medi acrocentrici segnati con asterisco, 1 cromosoma X e 30 piccoli acrocentrici). Il cromosoma X mostra una zona di minore colorabilità adiacente al centromero (freccia); in molti cromosomi è ben visibile la regione centromerica più colorata. Il cromosoma isolato sulla estrema destra non è ben visibile perché fuori fuoco. ($\times 1300$).

Fig. 2. - Cellula n. 11 della Tabella I, con 35 cromosomi. I grandi metacentrici mostrano delle piegature anche in zone diverse da quella centromerica (frecce). I due cromosomi medi hanno qui l'aspetto di metacentrici (asterischi), ma il loro centromero non è distinguibile; inoltre non è riconoscibile il cromosoma X. ($\times 1300$).

Fig. 3. - Cellula n. 15 della Tabella I, con 37 cromosomi più due frammenti (frecce piccole). Uno dei grandi metacentrici mostra due nette piegature in regioni extracentromeriche; non è riconoscibile il cromosoma X, mentre sono presenti 2 cromosomi insoliti subacrocentrici (frecce grandi); i piccoli acrocentrici sono 31. In molti elementi è ben evidente la regione centromerica. ($\times 1300$).





- Fig. 4. - Cellula n. 64 della Tabella I, con 36 cromosomi. I due grandi metacentrici hanno dimensioni e i.c. diversi. Nel cromosoma X è qui ben evidente, adiacente al centromero, la costrizione con piegatura (freccia); i piccoli acrocentrici sono 31. ($\times 1300$).
- Fig. 5. - Ordinamento per taglia e posizione del centromero dei 35 cromosomi della cellula rappresentata in fig. 1, ottenuto da un disegno alla camera lucida; su ogni cromosoma è indicato il punto medio della regione centromerica. ($\times 3400$).

TAVOLA II

- Fig. 6. - Cellula n. 8 della Tabella I, con 36 cromosomi + 1 frammento (freccia piccola). Oltre ai grandi metacentrici sono evidenti i due acrocentrici medi (freccie grandi), il cromosoma X (in basso a sinistra) con la costrizione adiacente alla regione centromerica e 31 piccoli acrocentrici. Sono evidenti numerose stickinesses fra diversi cromosomi come, ad esempio, fra X ed acrocentrici vicini. ($\times 1650$).
- Fig. 7. - Cellula n. 35 della Tabella I, con 35 cromosomi. Sono ben evidenti il grande bivalente ad anello dei metacentrici ed il bivalente a bastoncino dato dagli acrocentrici medi (freccie); gli omologhi di alcuni bivalenti dati dai piccoli acrocentrici sono quasi completamente separati. In alto a destra un piccolo bivalente con probabile configurazione ad anello. Il cromosoma X è a destra, isolato. ($\times 1650$).
- Fig. 8. - Cellula n. 17 della Tabella I. Valgono le osservazioni generali della fig. 7. Il cromosoma X, di forma tozza, quasi triangolare è isolato, in alto. ($\times 1650$).
- Fig. 9. - Cellula n. 19 della Tabella I. In questo spermatocita I, appartenente allo stesso testicolo della cellula della fig. 8, è assente il cromosoma X, mentre tutti gli altri bivalenti mostrano le usuali caratteristiche generali. ($\times 1650$).
- Figg. 10 e 11. - Cellule n. 37 e 33 della Tabella I. In questi due spermatociti I¹, appartenenti allo stesso individuo, uno dei piccoli bivalenti è chiaramente eteromorfo (freccia) mentre gli altri cromosomi, X compreso, hanno un normale aspetto. ($\times 1650$).