

EDMONDO HONSELL

Ricerche cario-embriologiche in *Ruta corsica* DC.*

SOMMARIO

Premessa	Pag.	141
Materiale e metodo	»	143
Cariologia e microsporogenesi	»	143
Struttura dell'ovulo, macrosporogenesi e formazione del gametofito femminile	»	144
Discussione e conclusioni	»	146
Riassunto	»	150
Summary	»	151
Bibliografia	»	151
Spiegazione delle tavole	»	153

PREMESSA

La famiglia delle *Rutaceae* è carilogicamente ancora poco nota, poichè delle sette sottofamiglie in cui viene suddivisa (ENGLER e HARMS, 1931), si hanno dati in proposito solo per le *Rutoideae*, le *Toddalioideae* e le *Aurantioideae*.

Per quanto concerne la sottofamiglia *Rutoideae* il nume-

(*) Lavoro eseguito nell'Istituto di Botanica Generale della Facoltà di Agraria di Portici, diretto dalla prof.ssa V. MEZZETTI BAMBACIONI.

ro base dei cromosomi è $x = 9$ in tutte le cinque tribù che la costituiscono, con notevole frequenza di specie poliploidi: infatti nelle *Xanthoxyleae*, il genere *Evodia* presenta specie tetra e ottoploidi (SMITH-WHITE, 1954; BOWDEN, 1945), *Gejgera* specie dodecaploidi (SMITH-WHITE, 1954), mentre in *Xanthoxylum* sono noti cariogrammi con $2n = 68, 70, 72$ (WALKER, 1942; NAKAJIMA, 1937; BOWDEN, 1940).

Nelle *Ruteae*, $2n = 18$ è stato trovato in *Boeninghausenia albiflora* (SUGIURA, 1936, da DARLINGTON e WYLIE, 1955), in *Ruta patavina* (CAPPELLETTI, 1929), unica rappresentante della sezione *Haplophyllum* nelle nostre regioni, e in *Ruta corsica* (CONTANDRIOPOULOS, 1957), della sezione *Euruta*, che ha anche specie poliploidi, quali *Ruta chalepensis* ssp. *angustifolia* e *Ruta montana* con $2n = 36$ (NEGODI, 1939) e *Ruta graveolens* con $2n = 72$ (NEGODI, 1939) e $2n = 81$ (REWELL, 1945, da DARLINGTON e WYLIE, 1955).

Delle *Boronieae* sono state studiate recentemente da SMITH-WHITE (1954) ben 69 specie australiane di 11 generi, e se, nella maggior parte delle specie, diploidi o poliploidi, è $x = 9$, non rari sono altri valori di x , quali 7, 8, 11, 13, 17, 19.

Nelle *Diosmeae*, *Coelonema pulchrum* ha $2n = 36$ (SMITH-WHITE, 1954).

Nelle *Cusparieae*, *Pilocarpus pennatifolius* presenta $2n = 36$ (HONSELL, 1954).

Dell'embriologia delle Rutaceae, negli ultimi trentacinque anni, si sono occupati SCHÜRHOFF (1924), SOUÈGES (1926), CAPPELLETTI (1929), MAURITZON (1935), FRANCHINO (1951). Nel 1954, io stesso mi sono occupato della struttura dell'ovulo e della microsporogenesi in *Calodendron capense* e *Pilocarpus pennatifolius*. Lo sviluppo del gametofito femminile in tutte le specie studiate avviene secondo il tipo normale, le tre antipodi degenerano presto, i granelli di polline maturi presentano due o tre nuclei, il tappeto nelle antere è ameboide in *Ruta graveolens* e *R. chalepensis* ssp. *angustifolia* (NEGODI, 1937, 1939), è di secrezione in *Ruta patavina* (CAPPELLETTI, 1929), *Calodendron capense* (FRANCHINO, 1951), *Pilocarpus pennatifolius* (HONSELL, 1954). L'albumine è nucleare. Sterilità di origine micotica è stata osservata da CAPPELLETTI in *Ruta patavina*, poliembrionia nu-

cellare dal LONGO (1908) in *Xanthoxylum Bungei* e dal MAURITZON (1935) in *Ptelea trifoliata* e *Triphasia aurantiaca*.

MATERIALE E METODO

Ho condotto le presenti ricerche su un'infiorescenza di *Ruta corsica* di circa 70 fiori, raccolta in Sardegna sul Gennargentu (Sciussiu) il 10 agosto 1954 dal prof. G. MARTINOLI che cordialmente ringrazio per avermela inviata.

Il materiale, che comprendeva fiori in diversi stadi di sviluppo, dai bottoni giovanissimi ai piccoli frutti, era stato fissato in Carnoy e conservato in alcool a 85°. Io l'ho imparaffinato, sezionato longitudinalmente, con spessori di circa 10 μ , e quindi colorato con l'ematosilina ferrica.

La *Ruta corsica*, appartenente alla sezione *Euruta* è una specie endemica delle montagne più alte della Sardegna e della Corsica. E' un suffrutice ramosissimo, ma le sue dimensioni sono decisamente inferiori a quelle della *Ruta graveolens* e della *Ruta chalepensis*, mentre non differisce molto, sotto questo aspetto, dalla *Ruta montana*. Le foglie, 2-pennatosette, hanno foglioline molto più piccole delle altre specie, ma per la loro conformazione sono simili a quelle di *Ruta chalepensis*. I petali sono generalmente interi, come in *Ruta montana* e *R. graveolens*, mentre i sepali sono ovali e ottusi. Il numero degli stami varia da otto a dieci, l'ovario, con quattro-cinque logge, contiene da sei a dodici ovuli per loggia; il frutto è una capsula globulare a superficie rugosa (FIORI, 1925; HEGI, 1925).

CARIOLOGIA E MICROSPOROGENESI

Le sezioni dei giovanissimi bottoni florali, nei nuclei a riposo dei tessuti meristemati, mi hanno mostrata una chiara struttura a procromosomi o cromocentri (TISCHLER, 1951), non ancora descritta, per quanto mi consta, nella famiglia delle *Rutaceae*. In parecchi nuclei ho potuto calcolare il numero dei procromosomi, che è sempre risultato eguale a 36 (Tav. I, 1). Quando questi nuclei si accingono a dividersi, i procromosomi si colorano più intensamente, poi il nucleolo scompare;

piuttosto frequenti sono le metafasi, le anafasi e le telofasi, in cui mi è stato però impossibile computare il numero dei cromosomi, molto piccoli e ravvicinati fra loro. Nei nuclei figli, mentre ricompare il nucleolo, i cromosomi gradualmente si trasformano in procromosomi globulari, riducendo di poco le loro dimensioni e l'affinità per il colorante.

Nelle antere dei più piccoli bottoni florali ho potuto seguire la divisione dei microsporangi. Frequenti le sinizesi (Tav. I, 4), rare invece le diacinesi, in cui i diametri dei nuclei, dei nucleoli e dei cromosomi, hanno presentato rispettivamente, i valori di μ 7,5, 1,9, 0,8; il rapporto nucleo/nucleolare è di circa 4. Rari e non bene orientati anche i fusi eterotipici, che non mi hanno permesso di calcolare il numero dei gemini, i cui costituenti avevano una forma decisamente prismatica; frequenti, invece, le metafasi dei fusi omeotipici (Tav. I, 2, 3), nelle quali con molta chiarezza ho potuto computare il numero aploide dei cromosomi, $n = 18$, confermando quindi il numero diploide $2n = 36$ e il fatto che il numero dei procromosomi, calcolato nei meristemi dell'ovulo, corrisponde perfettamente a quello dei cromosomi.

Durante la formazione delle tetradi, le cellule del tappeto, che è di secrezione (Tav. II, 1), cominciano ad andare a male, per scomparire soltanto quando le microspore sono del tutto differenziate. Queste ultime (Tav. I, 5), a maturanza, sono sempre binucleate, l'esina e l'endina sono bene evidenti e con l'ematoxilina si colorano intensamente; possiedono tre pori germinativi.

STRUTTURA DELL'OVULO, MACROSPOROGENESI E FORMAZIONE DEL GAMETOFITO FEMMINILE

Gli ovuli, da sei a dodici per ogni loggia, si avvicinano al tipo epitropo e hanno un orientamento piuttosto variabile. Il loro sviluppo si svolge normalmente e non presenta alcuna particolarità degna di rilievo: esso però è appena iniziato quando nelle antere sono già formati i granelli di polline. La *Ruta corsica* è quindi pianta nettamente proterandra. Gli abbozzi dei tegumenti appaiono presto nell'ovulo e sotto lo strato epi-

dermico della nucella si differenzia sempre una sola cellula madre del macrosporangio, da cui, in seguito a una divisione periclina, hanno origine una cellula del tappeto e il macrosporangio, che dopo essere rimasto qualche tempo a riposo, produce le quattro macrospore, generalmente in pila (Tav. II, 3, 4). La cellula del tappeto, invece, dividendosi ulteriormente, dà origine a una o più pile di cellule che determinano il carattere

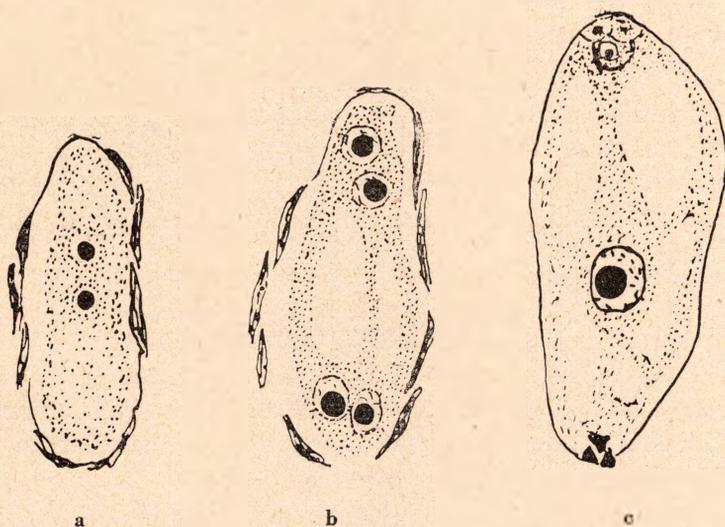


FIG. 1

Sacco embrionale negli stadi binucleato (a), tetranucleato (b) e a completo sviluppo (c) (1000 x).

crassinucellato dell'ovulo. Inoltre le cellule epidermiche della nucella, in corrispondenza della sua porzione micropilare, iniziano pure a suddividersi con divisioni periclinali (Tav. I, 6), dando origine alla cappa nucellare, sempre presente nelle *Rutoideae*. Tale cappa non assume però un grande sviluppo, essendo costituita da pochi strati di cellule, e nell'ovulo adulto non si riescono a distinguere gli strati cellulari derivati dall'epidermide da quelli derivati dalla cellula del tappeto. Contemporaneamente entrambi i tegumenti si accrescono fino a ricopri-

re completamente l'apice della nucella, caso non molto frequente nelle *Rutaceae* dove, spesso, uno dei due tegumenti è più o meno ridotto.

Delle quattro macrospore disposte in pila, le tre micropilari degenerano e si schiacciano, mentre la quarta dà origine al gametofito femminile, che quindi nel suo sviluppo segue il tipo normale. Nella fig. 1, a,b,c, ho indicato gli stadi binucleato, tetranucleato e ottonucleato. I nuclei polari, come in *Ruta patavina*, si fondono presto e presto le antipodi degenerano (Tav. II, 2). Il sacco embrionale si ingrandisce poi notevolmente e compare in esso un abbondante albume nucleare.

Ho sezionato numerosi ovuli dall'aspetto di semi, ma mai ho potuto notare un processo fecondativo o un residuo di tubetto pollinico. Ciò mi fa pensare che la *Ruta corsica* sia, se non totalmente, notevolmente sterile: conto di approfondire questo problema non appena mi sarà possibile avere altro materiale.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Le mie ricerche cariologiche hanno dimostrato chiaramente che nell'esemplare di *Ruta corsica* da me studiato e proveniente dal Gennargentu, è $2n = 36$ e $n = 18$.

Dato che il numero cardinale per il genere *Ruta* è $x = 9$, l'esemplare in questione sarebbe un tetraploide, facilmente inquadrabile, sotto questo punto di vista, nella sezione *Euruta* accanto alle altre specie fino ad oggi studiate. Infatti, come rileva NEGODI (1937, 1939), in questa sezione si avrebbe una serie di forme poliploidi, con una specie ottoploide, di statura e di dimensioni maggiori, la *Ruta graveolens*, e le rimanenti specie, di statura intermedia, come la *Ruta montana* e la *Ruta chalepensis* ssp. *angustifolia*, tetraploidi: a queste tetraploidi va ora aggiunto l'esemplare di *Ruta corsica* del Gennargentu, mentre gli esemplari della stessa specie vivente in Corsica e studiati recentissimamente da CONTANDRIOPOULUS (1957) sarebbero diploidi. Tale reperto confermerebbe l'ipotesi formulata dal NEGODI nel 1939 (pag. 176): *non si può escludere che, anche in altre entità sistematiche dello stesso sottogenere Euruta, possa*

comparire il valore base $n = 9$. Il che è anzi presumibile e dovrà essere ricercato nelle specie di piccola statura (p. es. *Ruta corsica*).

La presenza in *Ruta corsica* di individui diploidi e tetraploidi, merita ulteriori ricerche, tendenti a dimostrare le eventuali differenze morfologiche e a stabilire se essi sieno caratteristici, i primi della Corsica, i secondi della Sardegna, o coesistano nelle due isole. In tal caso la poliploidia potrebbe essere in rapporto all'altitudine secondo l'ipotesi di HAGERUP (MARTINOLI, 1954).

Se confrontiamo i dati relativi alle dimensioni, nei microsporangii in diacinesi, dei nuclei, dei nucleoli e dei cromosomi dell'esemplare di *Ruta corsica* del Gennargentu, con quelli rilevati da NEGODI (1939) per altre specie, troviamo una notevole concordanza, particolarmente con i dati relativi alla *Ruta chalepensis* ssp. *angustifolia*, come risulta dalla seguente tabella.

	numero aploide cromos.	diam. nucleo μ	diam. nucle- olo μ	lungh. cromo- somi μ	N/n	diam. polline μ
<i>Ruta graveolens</i>	36	8	1,8	0,8	4,4-4	32-36
<i>Ruta montana</i>	18	7,8	1,3	0,7	6	—
<i>Ruta chalepensis</i> ssp. <i>angustifolia</i>	18	7,8	2	0,8	4	26-28
<i>Ruta corsica</i>	18	7,5	1,9	0,8	4	14-20
<i>Ruta patavina</i>	9	7,8	2,6	1,6	3	—

Nella tabella è stata inserita la *Ruta patavina*, pur appartenendo alla sezione *Haplophyllum*, per avere un termine di confronto a valore somatico diploide. Le differenze fra queste e le altre specie, come era da prevedersi, sono infatti notevoli, sia per la lunghezza dei cromosomi, che in questo caso è doppia, sia per i diametri dei nucleoli più elevati, mentre quasi eguali sono le dimensioni del nucleo. Il rapporto N/n è per-

tanto il più basso. *Ruta corsica* e *R. chalepensis* sono invece molto simili, mentre *R. montana* ne differisce soltanto per il nucleolo più piccolo e, di conseguenza, per il rapporto N/n più elevato. La *R. graveolens*, unica specie ottoploide, differisce ben poco da quelle tetraploidi, sotto questo aspetto e comunque molto di meno da quanto differiscano queste dalla specie diploide. Ciò conferma un fatto ben noto, cioè che, quanto più elevato è il grado di poliploidia, tanto minori sono le variazioni delle dimensioni delle cellule e dei costituenti nucleari rispetto alla specie o forma a poliploidia più bassa, mentre in genere, maggiori sono le dimensioni della pianta; di fronte alle altre specie, infatti, la *Ruta graveolens*, ottoploide, presenta dimensioni di nuclei, nucleoli e cromosomi molto simili alle specie tetraploidi, mentre invece ha una grandezza somatica di gran lunga maggiore.

Per quanto concerne l'inquadramento cariologico della *Ruta corsica* nelle *Rutaceae*, le osservazioni su questa specie confermano la validità del numero cardinale $x = 9$ per la sottofamiglia delle *Rutoideae* e la sua omogeneità cariologica; infatti, tra le specie studiate finora, solo *Dictamnus albus* avrebbe $2n = 30$ (NEGODI, 1939); va però ricordato a questo proposito che nella stessa specie BOWDEN (1945) ha riscontrato $2n = 36$.

Un'interessante caratteristica di *Ruta corsica*, che, a quanto mi consta, non è stata ancora rilevata per nessun'altra specie di questo genere, è la costante presenza, nei tessuti meristemati dell'ovulo e delle antere, di nuclei a procromosomi o cromocentri, che hanno l'aspetto tipico di quelli finora descritti in altre famiglie (TISCHLER, 1951). I cromocentri, sempre in numero di 36, sono particolarmente evidenti all'inizio e durante le profasi, quando parallelamente alla riduzione e scomparsa del nucleolo essi aumentano lievemente di dimensioni, ma notevolmente nell'intensità della colorazione e non differiscono affatto, nella forma e grandezza, dai cromosomi della metafase.

Per quanto concerne la struttura dell'ovulo, esso è, come in tutte le altre specie di questa famiglia, del tipo epitropo, crassinucellato, bitegminato. Anche *Ruta corsica* possiede la caratteristica cappa nucellare, di provenienza epidermica, descritta per la prima volta da LONGO (1908) in *Xanthoxylum Bun-*

gei e successivamente da MAURITZON (1935) in numerose altre specie, e che io pure ho osservato in *Calodendron capense* e in *Pilocarpus pennatifolius* (1954). In questo caso essa non è molto sviluppata, essendo costituita da due o tre strati di cellule, e a maturità non si riesce a distinguere, nella nucella, la porzione di origine epidermica, da quella proveniente dalla cellula del tappeto.

I tegumenti, contrariamente a quanto ha osservato il MAURITZON (1935) in molte *Rutaceae*, sono entrambi bene sviluppati e ricoprono completamente l'ovulo.

La macrosporogenesi non presenta particolarità degne di nota. Anche in *Ruta corsica*, come in molte altre *Rutaceae* (SCHÜRHOFF, 1924), esiste una sola cellula madre delle macrospore, che distacca una cellula del tappeto. Il gametofito femminile si sviluppa secondo il tipo normale e corrisponde a quelli descritti da SCHÜRHOFF (1924) in *Ruta graveolens* e da CAPPELLETTI in *Ruta patavina*; le tre antipodi degenerano molto rapidamente, come accade in quasi tutte le *Rutaceae* note da questo punto di vista.

La microsporogenesi è pure normale: essa precede di molto la formazione delle macrospore ed è del tutto simile a quella descritta da NEGODI (1937, 1939) in *Ruta graveolens*, *R. chalepensis* ssp. *angustifolia*, *R. montana*, e da CAPPELLETTI (1936) e NEGODI (1939) in *R. patavina*; il tappeto è di secrezione, come in *R. patavina* e non ameboide come in *R. graveolens*; i granelli di polline maturi hanno due nuclei.

Nel materiale da me studiato non ho osservato alcun fenomeno fecondativo, e quantunque ritenga opportuno studiare altro materiale, appena potrò averlo, non è forse azzardata la ipotesi, che la pianta da me studiata sia sterile. Sterilità è stata osservata anche in *Ruta patavina*, da CAPPELLETTI (1929), e come in questa pianta, anche in *Ruta corsica* si osserva la produzione di abbondante albume. La sterilità di *R. patavina* è però in rapporto con la presenza, nelle radici, di un fungo del genere *Penicillium*; coltivata su terreni meno infetti essa riesce a produrre semi abboniti.

L' albume è di tipo nucleare, come in *Ruta graveolens*, *Dictamnus albus* e diverse altre specie (SCHÜRHOFF, 1924).

Concludendo, possiamo dire che la *Ruta corsica* presenta moltissime affinità cariologiche e morfologiche con le altre specie della sezione *Euruta* fino ad oggi studiate, e in particolare con le tetraploidi *R. montana* e *R. chalepensis* ssp. *angustifolia* e con la ottoploide *R. graveolens*. Un confronto con piante della stessa specie viventi in Corsica e descritte da CONTANDRIOPOULOS (1957) come diploidi, avrebbe certamente un particolare interesse soprattutto dal punto di vista citotassonomico.

RIASSUNTO

Il kariogramma di un esemplare di *Ruta corsica* proveniente dal Gennargentu in Sardegna è $n = 18$ e $2n = 36$, quindi, dato che il numero base per il genere *Ruta* è $x = 9$, l'individuo in questione è da considerare un tetraploide, come *R. montana* e *R. chalepensis* ssp. *angustifolia* e differirebbe dagli individui viventi in Corsica, che sarebbero diploidi.

Il computo dei cromosomi è stato fatto nelle metafasi delle divisioni omeotipiche dei microsporangii e nei nuclei a procromosomi dei tessuti meristemati di giovani ovuli.

L'ovulo è tipicamente crassinucellato, come in tutte le *Rutaceae* e presenta una caratteristica cappa nucellare, di origine epidermica. I tegumenti sono entrambi bene sviluppati. La macrosporogenesi avviene normalmente: si ha una sola cellula archesporiale, da cui derivano quattro macrospore. La macrospora calazale produce il gametofito femminile, che quindi ha sviluppo normale. Dal nucleo secondario deriva un albume nucleare, più o meno sviluppato, senza che, nei casi osservati, abbia avuto luogo la fecondazione.

Anche la microsporogenesi avviene normalmente e precede di molto la macrosporogenesi. Il polline maturo è binucleato, di forma ellissoidale, con tre pori germinativi. Il tappeto è di secrezione.

SUMMARY

The chromosome number of an exemplar of *Ruta corsica* from Gennargentu in Sardinia isle is $n = 18$ and $2n = 36$, therefore, supposing that the basic number for the genus *Ruta* is $x = 9$, the individual in question is to consider a tetraploid, as *R. montana* and *R. chalepensis* ssp. *angustifolia* and it differs from the corsican individuals, that are described diploid.

The chromosomes are calculated during the metaphases of the homeotypic divisions of the microsporangia and in the pro-chromosome nucleus of the meristematic tissues of young ovules.

The ovule is typically crassinucellated as in all the Rutaceae and he present a characteristic nucellar cap of epidermical origin. Both the integuments are well developed. The macrosporogenesis succeeds normally; there is a single archesporial cell, from which derive four macrospores. The chalazal macrospore produce the female gametophyte, that has a normal development. From the secondary nucleus derives a nuclear albumen, more or less developed without the fecondation in the observed cases.

The microsporogenesis befalls also normally, but before the macrosporogenesis. The mature pollen is binucleate, ellipsoidal with three germinative pores. The tapetum is secretory.

Portici, Istituto Botanico, maggio 1957

BIBLIOGRAFIA

- BOWDEN W. M. - 1940 - Diploidy, polyploidy and winterhardiness relationships in the flowering plants. *Amer. Journ. of Bot.*, **27**, 357-371.
- BOWDEN W. M. - 1945 - A list of chromosome numbers in higher plants. II. Menispermaceae to Verbenaceae. *Amer. Journ. of Bot.*, **32**, 191-201.
- CAPPELLETTI C. - 1929 - Sterilità di origine micotica nella *Ruta patavina* L. *Ann. di Bot.*, **28**, 145-166.

- CONTANDRIOPOULOS J. - 1957 - Caryologie et localisation des espèces végétales endémique de la Corse. *Bull. Soc. Bot. de France*, **104**, 53-55.
- DARLINGTON C. D. e A. P. WYLIE - 1955 - Chromosome Atlas of flowering plants. II Ed., 193-196.
- ENGLER A. e H. HARMS - 1931 - Die natürlichen Pflanzenfamilien. - Bd. 19a, 187-357.
- FIORI A. - 1925 - Nuova flora analitica d'Italia. Vol. II, 148-151.
- FRANCHINO A. - 1951 - Osservazioni embriologiche in *Calodendron capense* Thunb. *Ann. di Bot.*, **23**, 505-512.
- HEGI G. - 1925 - Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. V (1), 68-77.
- HONSELL E. - 1954 - Osservazioni sulla struttura dell'ovulo e sulla cario-logia di *Calodendron capense* Thunb. e *Pilocarpus pennatifolius* Lem. *Ann. di Bot.*, **24**, 438-448.
- LONGO B. - 1908 - La poliembrionia nello *Xanthoxylum Bungei* Planch. senza fecondazione. *Bull. Soc. Bot. Ital.*, 113-115.
- MARTINOLI G. - 1954 - La cytotaxinomie expérimentale appljquée aux espèces végétales de la Sardaigne et en particulier aux endémiques. VIII Congrès int. de Bot., Sect. 9-10, 78-79.
- MAURITZON J. - 1935 - Über die Embryologie der Familie Rutaceae. *Swensk. Bot. Tidsk.*, **29**, 319-347.
- NAKAJIMA G. - 1937 - Cytological studies in some dioecious plants. *Cytologia*, Fujii Jub. Vol., 282-293.
- NEGODI G. - 1937 - Lineamenti sulla cario-logia delle Rutaceae e delle Zygophyllaceae. *Arch. Bot.*, **14**, 93-102.
- 1939 - Cariologia delle Rutaceae e delle Zygophyllaceae (II Contributo). *Scientia genetica*, **1**, 168-185.
- SCHNARF K. - 1927-1929 - Embryologie der Angiospermen. Berlin.
- SCHNARF K. - 1941 - Vergleichende Embryologie der Angiospermen. Berlin.
- SCHÜRHOFF P. N. - 1924 - Zytologische Untersuchungen in der Reihe der Geraniales. *Jahrb. f. wiss. Bot.*, **63**, 730-732.
- SMITH-WHITE S. - 1954 - Chromosome numbers in the Boronieae (Rutaceae) and their bearing on the evolutionary development of the tribe in the australian flora. *Austr. Jour. of Bot.*, **2**, 287-302.
- SOUÈGES R. - 1925 - Embryogénie des Rutacées. Développement de l'embryon chez le *Ruta graveolens* L. *Compt. Rend. Acad. Sci. Paris*, **180**, 1957-1959.
- TISCHLER G. - 1951 - Allgemeine Pflanzenkaryologie. 2 Hälfte: Kernteilung und Kernverschmelzung. Berlin.
- WALKER R. I. - 1942 - Chromosome Number of *Zanthoxylum americanum*. *Bot. Gaz.*, **103**, 625-626.

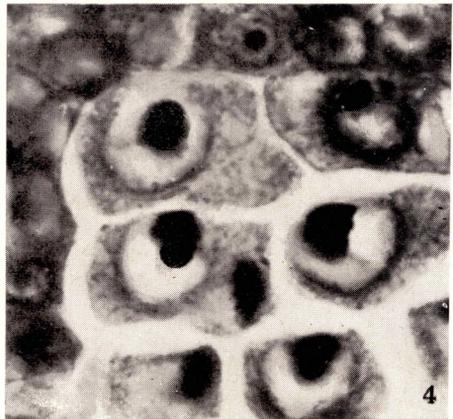
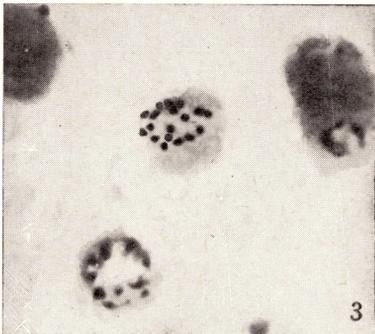
SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAVOLA I

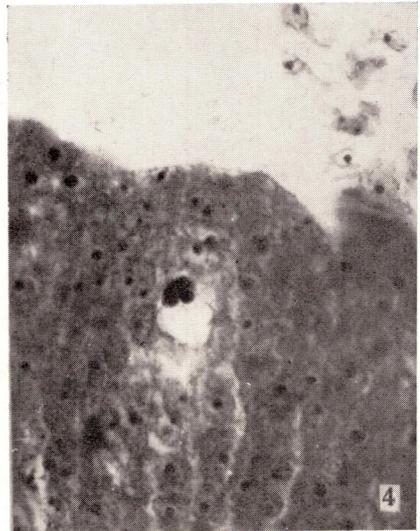
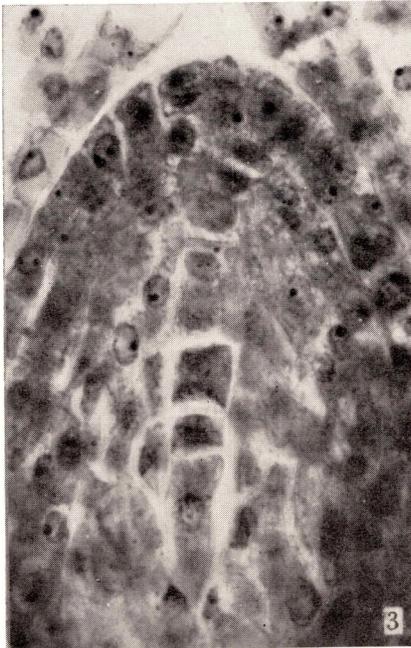
- Fig. 1 — Nuclei a cromocentri in cellule vegetative di giovani ovuli (2400 x).
- Fig. 2 — Diadi nella microsporogenesi (1600 x).
- Fig. 3 — Metafasi dei fusi omeotipici nella microsporogenesi (1600 x).
- Fig. 4 — Fase di sinizesi nella microsporogenesi (1600 x).
- Fig. 5 — Granelli di polline maturi (1000 x).
- Fig. 6 — Ovulo in via di sviluppo all'inizio della formazione della cappa nucellare (1000 x).

TAVOLA II

- Fig. 1 — Sezione di antera all'inizio della microsporogenesi (500 x).
- Fig. 2 — Sacco embrionale adulto (1000 x).
- Fig. 3 — Giovane ovulo con macrosporangio in sinizesi (1000 x).
- Fig. 4 — Giovane ovulo con le quattro macropore disposte in pila (1000 x)



E. HONSELL - Ricerche cario-embriologiche in *Ruta corsica* DC.



E. HONSELL - Ricerche cario-embriologiche in *Ruta corsica* DC

