

ORESTE PELLEGRINI

**Lo sviluppo embrionale
in *Koelreuteria paniculata* Laxm. (Sapindaceae)**

INTRODUZIONE

Il presente studio rientra in quello delle ricerche embriogenetiche sulla famiglia delle Sapindaceae, già da me iniziate in *Cardiospermum hirsutum* (PELLEGRINI 1954, 1955).

Nel genere *Koelreuteria* mancano completamente dati sull'embriogenesi ed esistono soltanto osservazioni riguardanti altre strutture dell'ovulo in via di sviluppo (GUERIN 1903) o del sacco embrionale (MAURITZON 1936).

Il presente lavoro tratta esclusivamente dello sviluppo dell'embrione a partire dalle prime segmentazioni dello zigote fino allo stadio in cui si rendono evidenti i primordi degli organi embrionali.

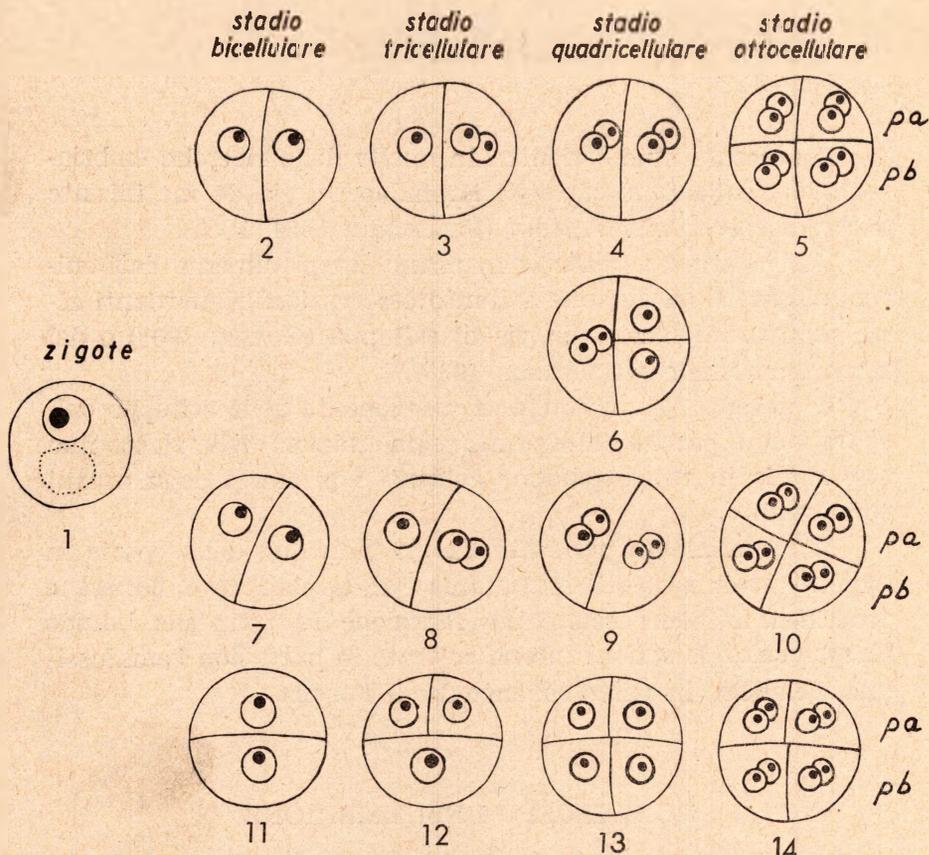
Il materiale fu prelevato da un individuo della specie in oggetto vivente nell'Orto Botanico di Napoli, dove fiorisce e fruttifica in piena estate. La fissazione fu fatta nel liquido Karpescenko, le sezioni furono colorate in parte con l'ematossilina Delafield, in parte col metodo di FOSTER.

LO SVILUPPO DELL'EMBRIONE

Lo zigote di *Koelreuteria paniculata* presenta una forma presso a poco sferoidale (fig. 1; Tav. I, 1). A giudicare però dalla sua struttura si rileva che la sua simmetria non è centrica, ma come in quasi tutte le angiosperme è assiale. Difatti si può sempre riconoscere la presenza di un grosso vacuolo rivolto verso il micropilo, mentre il nucleo voluminoso, circondato dalla

densa massa di citoplasma, è localizzato nell'emisfero che guarda il sacco embrionale. Anche in questo caso si determina quindi una precoce polarità che permette fin da questo momento di individuare il polo vegetativo e quello germinativo del futuro organismo.

Le prime segmentazioni embrionali sono molto varie fino allo stadio di otto cellule. La direzione della prima membrana



FIGG. 1-14 — Varie modalità delle prime segmentazioni dello zigote fino allo stadio ottocellulare che si mostra sempre costante. *pa*, « piano apicale », *pb*, « piano basale ».

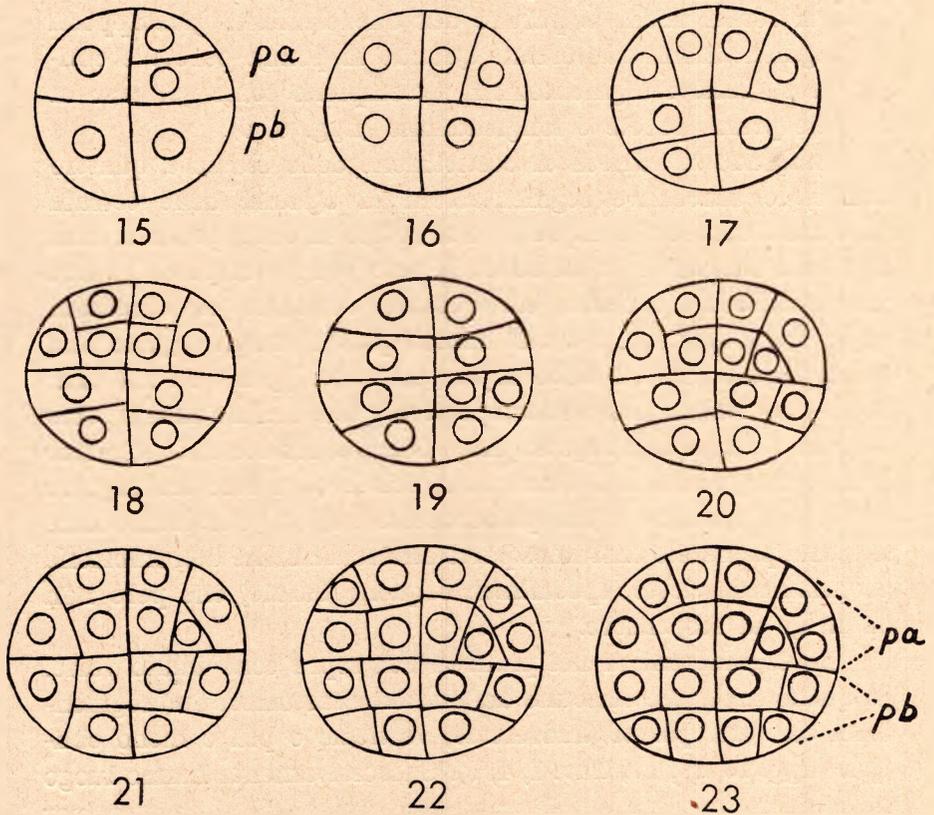
può essere longitudinale, più o meno obliqua, od anche trasversale (figg. 2, 7, 11). La tetrade che ne risulta alla seconda generazione cellulare è anch'essa varia. Quando i primi due blastomeri sono giustapposti essi possono entrambi segmen-

tarsi ancora longitudinalmente con pareti normali alla prima membrana, in modo da dar luogo a quattro cellule disposte in croce in un piano orizzontale (figg. 3, 4) oppure soltanto uno di essi si divide in tal modo, mentre l'altro si segmenta trasversalmente, risultandone una tetrade a forma di tetraedro (fig. 6). Nel caso in cui la prima membrana è trasversale le due cellule sovrapposte si dividono entrambe longitudinalmente dando origine a due coppie di cellule disposte in due piani orizzontali (figg. 12, 13). E' probabile che una tetrade così costituita si formi anche a partire dai due elementi giustapposti per segmentazioni trasversali. Quando la prima parete è obliqua, le successive segmentazioni si compiono come nel caso in cui tale prima parete è longitudinale (figg. 8, 9).

Malgrado la varietà di costituzione dello stadio a quattro cellule, le successive segmentazioni di ognuna delle tetradi descritte conducono sempre ad uno stadio in cui il proembrione, di forma sferoidale, è formato da otto cellule disposte in due piani, ciascuno formato da quattro elementi circumassiali (figg. 5, 10, 14; Tav. I, 3). E' chiaro quindi che in seguito alla prima segmentazione dello zigote, nella maggioranza dei casi, non si determina una cellula apicale ed una cellula basale come avviene secondo una regola quasi generale, ma soltanto alla fine della terza generazione cellulare si può in ogni caso distinguere un «piano apicale» ed un «piano basale». Questi due piani, come si vedrà, prendono entrambi parte alla formazione dell'embrione propriamente detto, specialmente quello basale, che però non dà luogo al sospensore.

Le segmentazioni nei piani di cui sopra sono molto varie. In quello superiore ciascuno dei quattro blastomeri può segmentarsi con una parete trasversale, verticale o più o meno obliqua (figg. 15, 16, 17; Tav. I, 4, 5). Successivamente hanno luogo le divisioni tangenziali, le quali non sono però definitive, per cui non si realizza precocemente la separazione verso l'esterno di iniziali dermatogeniche (figg. 18 a 26). Il processo della separazione del dermatogeno si compie invece per gradi ed esso si completa solo quando stanno per prodursi gli abbozzi dei cotiledoni. Solo a questo stadio infatti lo strato dermatogenico è ben riconoscibile, seppure si può notare in esso ancora qualche segmentazione periclina (figg. 27, 28).

Dal piano apicale dell'embrione ottocellulare prende origine la regione cotiledonare e quella della piumetta. Da principio le segmentazioni sono presso a poco normali fra di loro per cui le cellule presentano sezione quadrangolare e sono disposte regolarmente in strati; successivamente, man mano che si individualizza lo strato dermatogenico, le divisioni avvengono in varie direzioni e le cellule perdono la loro disposizione stratificata. Quando incominciano a formarsi le protuberanze coti-

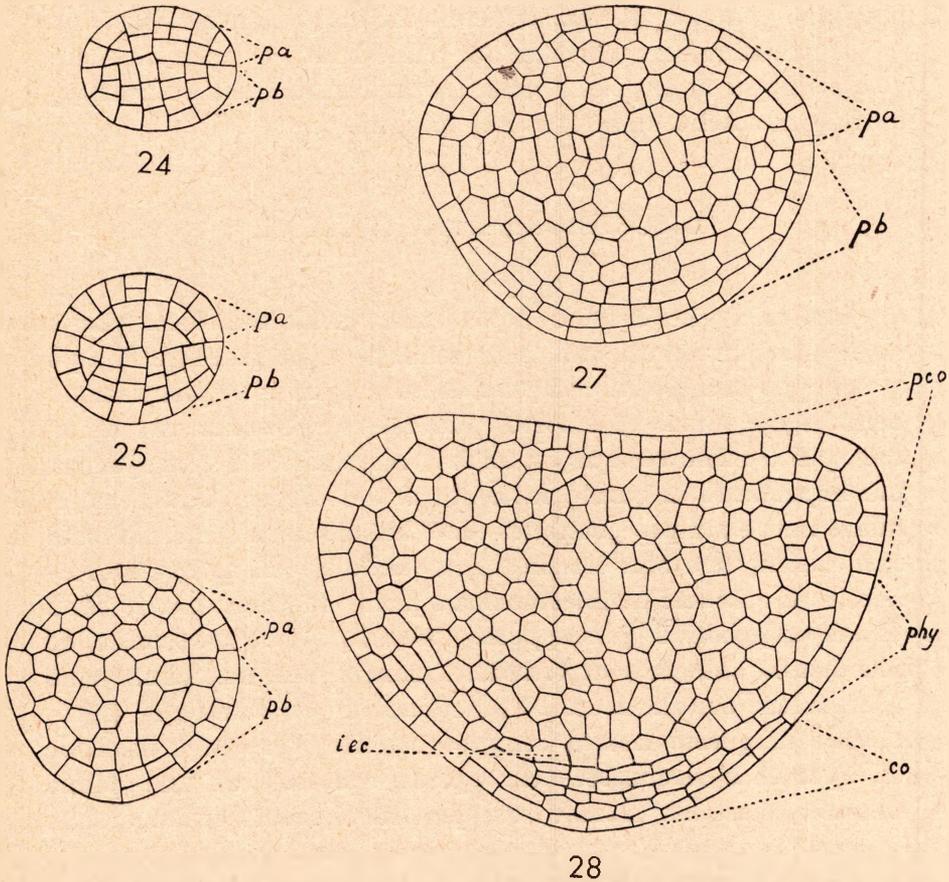


FIGG. 15-23 -- La fase embriogenetica in cui si osserva lo sviluppo del « piano apicale » e del « piano basale ».

ledonari, mentre in queste le cellule presentano tutti i caratteri meristematici, la regione assile presenta cellule quasi tutte vacuolizzate tranne in corrispondenza dell'epidermide e di qualche strato sottostante (Tav. II, 9), dove alcuni elementi restano

meristematici e si distinguono in seguito anche dagli abbozzi dei cotiledoni. Sono le iniziali del meristema dell'epicotile, le quali entrano in attività soltanto quando i cotiledoni sono in pieno sviluppo (Tav. II, 10).

Le quattro cellule inferiori dell'embrione ottocellulare si segmentano anch'esse con pareti trasversali e verticali (figg. 17



FIGG. 24-28 — L'ulteriore sviluppo dell'embrione fino allo stadio (28) in cui stanno per formarsi gli abbozzi dei cotiledoni. *pa*, regione derivante dal « piano apicale »; *pb*, regione derivante dal « piano basale »; *pco*, primordio cotiledonare; *phy*, primordio dell'asse ipocotile; *co*, cuffia; *iec*, iniziali della corteccia radicale.

a 24), sviluppando una regione che per parecchio tempo si mantiene distinta da quella derivata dal piano apicale (Tav. I, 6)

e che ad un certo stadio dello sviluppo differenzia per prima cosa inferiormente uno strato esterno (fig. 25) il quale non tarda a segmentarsi in direzione tangenziale dando origine agli elementi della cuffia radicale (figg. 26, 27, 28; Tav. II, 8, 10).

Quando incominciano ad abbozzarsi i cotiledoni la cuffia è formata da cinque strati di cellule appiattite ed a questo stadio, al di sopra di tale regione, si possono anche notare in posizione centrale, le iniziali della corteccia radicale (fig. 28).

Tutta la regione derivata dal piano basale assume un notevole sviluppo ed oltre alla cuffia ed ai tessuti della radichetta, dà origine anche all'intero asse ipocotile.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Da quel che è stato detto sulla variabilità delle prime segmentazioni embrionali, non sembra facile stabilire il tipo di sviluppo di *Koelreuteria paniculata*. La prima segmentazione dello zigote, come si è visto, può essere perfettamente verticale, più o meno obliqua od anche trasversale. La conseguenza più importante di questo fatto sta in ciò che allo stadio bicellulare non è sempre possibile, come accade nella generalità dei casi, distinguere una cellula apicale ed una cellula basale. Anche le segmentazioni interessanti i primi due blastomeri, siano essi sovrapposti o giustapposti, risultano varie determinando più di una categoria di tetrade. Tuttavia, alla fine della terza generazione cellulare, ossia allo stadio di otto cellule, la disposizione di queste risulta sempre costante, per cui è possibile in ogni caso riconoscere un « piano apicale » ed un « piano basale », ciascuno formato da quattro elementi circumassiali.

L'insieme di questi fatti ci rende conto che, almeno nel caso in esame, la direzione della prima parete divisoria, ai fini della classificazione embriogenetica, ha scarsa o nessuna importanza se considerata in se stessa, così come scarsa importanza bisogna attribuire all'assetto diverso che presenta la tetrade alla generazione successiva. A mio avviso, bisogna piuttosto tener conto dei rapporti esistenti fra le direzioni delle membrane di segmentazione durante le prime tre generazioni cellulari, rap-

porti indubbiamente costanti, che conducono sempre ad un proembrione ottocellulare manifestamente di tipo globuloso. Non dovrebbe esservi quindi difficoltà a considerare in ogni caso di tipo globuloso anche la tetrade, malgrado le deviazioni più apparenti che reali, ed assegnarla, se ci si vuole attenere al sistema di SOUEGES, alla variante globulosa del 1. Gruppo embriogenetico del 1. Periodo.

Ciò precisato, è possibile procedere ulteriormente nella classificazione in base alle proprietà morfogenetiche del « piano apicale » e del « piano basale », essendo lecito riferirli in ogni caso rispettivamente alla cellula apicale ed alla cellula basale. Come si è visto il piano basale contribuisce in notevole misura alla costruzione dell'embrione dando origine alla cuffia, ai tessuti della radichetta, nonché all'intero asse ipocotile. Da ciò si può dedurre che il piano di sviluppo di *Koelreuteria paniculata* appartiene al II megarchetipo, nell'ambito del I Gruppo embriogenetico, rientrando quindi nella famiglia embriogenetica avente come tipo fondamentale il *Senecio vulgaris*.

Da questo tipo esso si discosta principalmente per il carattere globuloso della tetrade, filamentosa in *Senecio* ed anche per l'assenza di un sospensore, caratteri questi che avvicinano l'embriogenesi di *Koelreuteria* più propriamente al tipo *Lycopsis arvensis*, appartenente alla medesima famiglia embriogenetica.

Se si vuol comparare l'embriogenesi di *Koelreuteria* con quella di *Cardiospermum* ci si accorge che i due generi presentano delle differenze sostanziali, che si possono così riassumere:

Koelreuteria paniculata:

tetrade globulosa; la cellula basale partecipa in larga misura alla costituzione dell'embrione originando la cuffia, i tessuti della radichetta e l'intero asse ipocotile; sospensore nullo.

Cardiospermum hirsutum:

tetrade lineare; la cellula basale contribuisce in misura minore alla formazione dell'embrione dando luogo soltanto alla cuffia ed alla corteccia radicale; sospensore sviluppatissimo.

Tali osservazioni portano ovviamente alla conclusione che le leggi embriogenetiche della famiglia delle Sapindaceae sono tutt'altro che omogenee e che i due generi fin qui studiati *Cardiospermum* e *Koelreuteria* bene a ragione si tengono distinti — anche in concomitanza con altri caratteri — come membri di due sottofamiglie.

RIASSUNTO

Sono state studiate le modalità di sviluppo dell'embrione di *Koelreuteria paniculata* Laxm. E' risultata una variabilità nelle prime segmentazioni dello zigote fino allo stadio di otto cellule che si è mostrato sempre costante e formato da due piani cellulari ciascuno di quattro elementi.

Dal carattere globuloso della tetrade, che si discosta da quella lineare di *Cardiospermum*, nonchè per le diverse proprietà morfogenetiche della cellula apicale e della cellula basale nei due generi, è stato possibile concludere che le leggi embriogenetiche nella famiglia delle Sapindaceae non sono uniformi. Questi due generi sistematicamente vengono classificati in due differenti sottofamiglie ed in considerazione dei risultati embriogenetici l'A. ritiene che tale distinzione sia comprovata e debba essere ritenuta.

Il piano di sviluppo di *Koelreuteria paniculata* si è mostrato simile al tipo fondamentale *Senecio vulgaris* ed in particolare, per il carattere della tetrade e per l'assenza di sospensore, al tipo *Lycopsis arvensis*, facente anch'esso capo a *Senecio vulgaris*.

SUMMARY

The A. studied the embryonic development of *Koelreuteria paniculata* Laxm. It resulted a variability in the first segmentations of the zygote until the stadium of eight cells, which

appears always constant and formed of two cell tiers each of four elements.

The globular character of the tetrad which is far removed from that linear of *Cardiospermum*, and the different morphogenetic properties of the apical and basal cell make possible to conclude that the embryogenetic laws in the family of the Sapindaceae are not uniform. These two genus are systematically arranged in two different sub-families, and considering the embryogenetic results, the A. thinks that such a distinction is comproved and must be retained.

The plan of development of *Koelreuteria paniculata* appears similar to fundamental type *Senecio vulgaris* and particularly, for the character of the tetrad and for the absence of the suspensor, more similar to type *Lycopsis arvensis*, which belongs even to fundamental type.

BIBLIOGRAFIA

- ENGLER A. e PRANTL K. 1897 - Die Naturlichen Pflanzenfamilien. Leipzig. P. III, 4 e 5.
- GUERIN M.P. 1901 - Developpement de la graine et en particulier du tégument séminal de quelques Sapindacées. *Jour. de Bot.*, 10, 336-348.
- JOHANSEN D. A. 1950 - P'ant Embryology. *The Chronica Botanica Co., Waltham, Massachussetts* (U. S. A.).
- MAHESHWARY P. 1950 - An introduction to the Embryo'ogy of Angiosperms. *Mc Graw-Hill Book Co., Inc.*
- MAURITZON J. 1936 - Zur embryologie und sistematischen Abgrenzung der Reihen Terebinthales und Celastrales. *Bot. Notiser.*
- PELLEGRINI O. 1954 - I primi stadi dello sviluppo embrionale in *Cardiospermum hirsutum* Willd. *Delpinoa* (n.s. *Bull. Ort. Bot. Univ. Napoli*), 7, 1-20.
- PELLEGRINI O. 1955 - Le leggi dello sviluppo embrionale in *Cardiospermum hirsutum* Willd. *Delpinoa* (n.s. *Bull. Orto Bot. Univ. Napoli*), 8, 1-11.

SOUÈGES R. 1938 - Embryogénie des Boragacées. Développement de l'embryon chez le *Lycopsis arvensis* L. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 207, 640-642.

SOUÈGES R. 1939 - Embryogénie et Classification. Deuxième fasc. *Hermann et C. Edit., Paris*.

SOUÈGES R. 1948 - Embryogénie et Classification. Troisième fasc. *Hermann et C. Edit., Paris*.

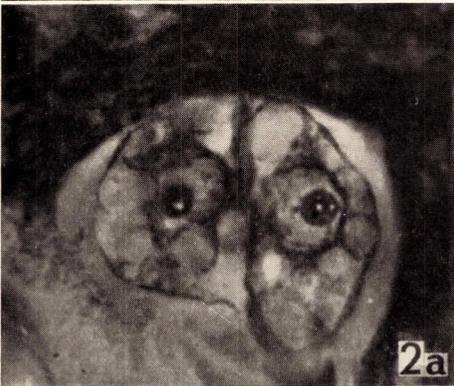
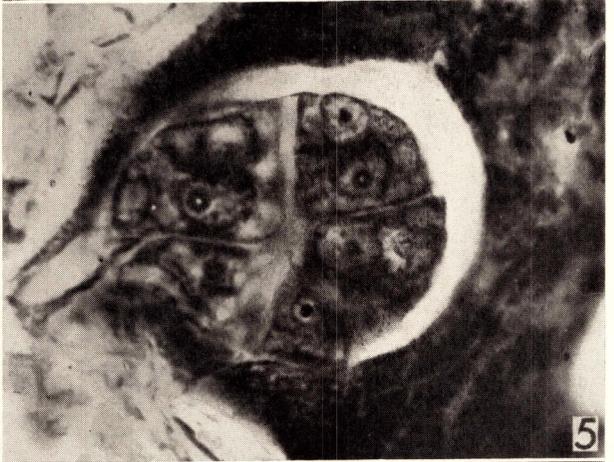
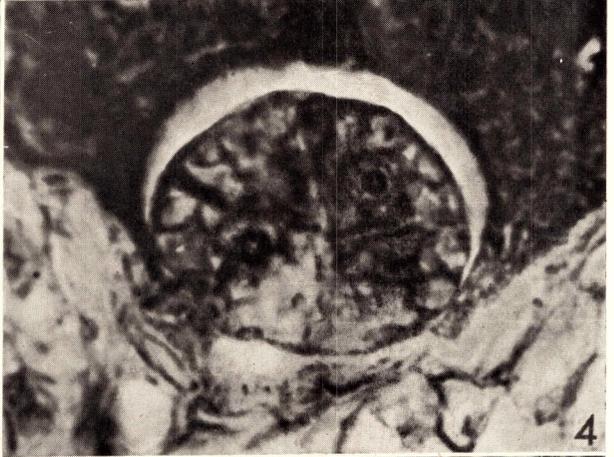
SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAVOLA I

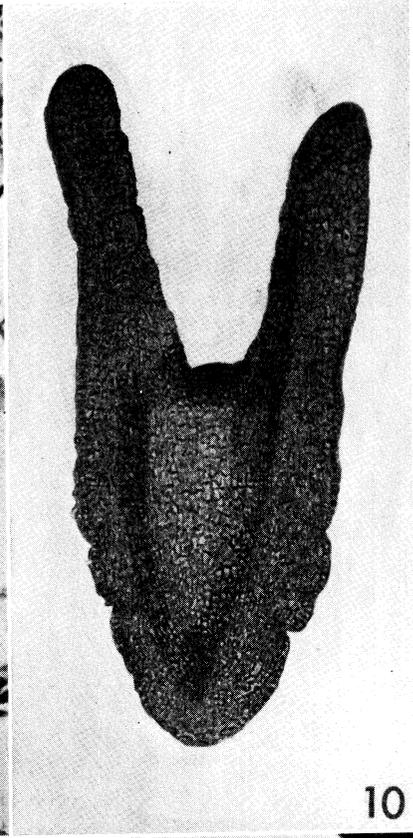
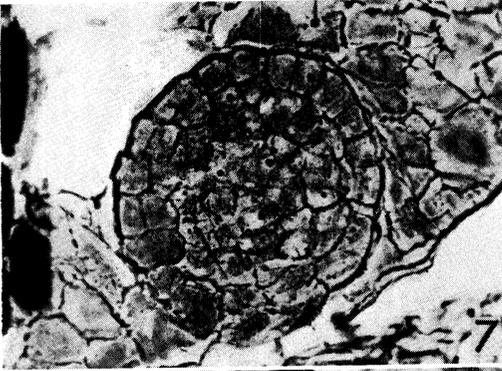
FIG. 1: zigote; FIGG 2 e 2 a: proembrione tricellulare in due sezioni longitudinali contigue; FIG. 3: stadio ottocellulare in cui sono visibili soltanto due cellule del «piano apicale» e due cellule del «piano basale»; FIGG. 4, 5 e 6: sviluppo del «piano apicale» e del «piano basale».

TAVOLA II

FIG. 7: embrione in sezione longitudinale, nel quale hanno luogo i primi accenni differenziativi: inferiormente si possono notare le iniziali della cuffia radicale; FIG. 8: stadio più avanzato nel quale incomincia a palesarsi il primo abbozzo della radichetta; FIG. 9: embrione che mostra l'inizio dei primordi cotiledonari; FIG. 10: embrione con radichetta e cotiledoni in pieno sviluppo. Tra i cotiledoni si può notare il meristema dell'epicotile.



O. PELLEGRINI - Lo sviluppo embrionale in *Koelreuteria paniculata* Laxm.



O. PELLEGRINI - Lo sviluppo embrionale in *Koelreuteria paniculata* Laxm.

