

**Ultrastruttura delle « punteggiature » delle cellule nel
caulidio di un muschio: *Tortula ruralis* (L.) Ehrh.
subsp. *ruraliformis* (Besch.)**

In un nostro precedente contributo, dedicato allo studio dell'ultrastruttura del « sistema conduttore » di *Mnium undulatum* Weiss., avevamo avuto anche modo di descrivere, contemporaneamente alle « punteggiature » degli idroidi, altre « punteggiature » proprie delle pareti longitudinali delle cellule parenchimatiche e dell'ipoderma meccanico del gametofito di questo muschio igrofilo (CAPUTO & CASTALDO, 1967). Tali « punteggiature » erano state già osservate da SMITH (1964, 1966) per le cellule idroconduttrici di talune epatiche.

Al fine di avere, attraverso lo studio delle « punteggiature », altri elementi utili per la interpretazione delle modalità con le quali si attua la conduzione nei muschi, abbiamo esaminato al microscopio elettronico sezioni del caulidio di *Tortula ruralis* (L.) Ehrh. subsp. *ruraliformis* (Besch.) (*Bryales, Pottiaceae*). Questo muschio è stato da noi scelto perché, contrariamente a quello in precedenza esaminato, risulta privo di cordone idroconduttore. *Tortula ruralis* subsp. *ruraliformis* è entità xerofila ed è stata raccolta nei pascoli sassosi della vetta del Monte Taburno (m 1.400 s.l.m.) in Campania.

La mancanza di un cordone idroconduttore nelle forme che rientrano nel ciclo di *Tortula ruralis* è largamente confermata in letteratura; d'altra parte i risultati di una serie di osservazioni eseguite al microscopio ottico sia in sezione longitudinale che trasversale, a vari livelli del caulidio, non lasciano dubbi sulla validità di questa affermazione.

Il fusticino risulta, infatti, costituito di un parenchima verde omogeneo delimitato esternamente da uno strato di tre o quattro file di stereidi a pareti notevolmente ispessite.

MATERIALE E METODO

Dal caulidio di *Tortula ruralis* subsp. *ruraliformis*, che raggiunge negli esemplari da noi raccolti un'altezza massima di circa 3 cm, abbiamo prelevato tratti in prossimità della regione basale ed in quella subapicale.

È stata usata come fissativo una soluzione, non tamponata, di KMnO_4 al 2% per 30' a 4° C.

Dopo la fissazione si è proceduto al lavaggio in acqua bidistillata e, quindi, alla disidratazione dei frammenti con una serie di alcoli etilici a concentrazione crescente.

Quale resina includente si è usato l'Epon 812. I blocchetti, ottenuti per polimerizzazione in stufa alla temperatura di 60°C per 48 h, sono stati sezionati con un ultramicrotomo Ultratome III della LKB.

Abbiamo poi contrastato le sezioni, dello spessore di 400-500 Å, per 5' in acetato di uranile e per 5' in citrato di piombo.

Le osservazioni e le microfotografie sono state eseguite utilizzando un microscopio elettronico Siemens Elmiskop 1A.

OSSERVAZIONI

Le sezioni longitudinali del caulidio ricavate dal tratto basale, comprese quelle relative al piano passante per l'asse del fusticino, si sono sempre dimostrate costituite di cellule prive di contenuto protoplasmatico e dotate di pareti longitudinali

notevolmente ispessite, interrotte da « punteggiature » limitate a tratti molto brevi della parete stessa e destinate a mettere in comunicazione cellule adiacenti (Tav. II, B e Tav. IV, A, B).

Le cellule del fusticino mostravano altresì sulle sottili pareti trasversali e per l'intera lunghezza della parete stessa numerosissime « punteggiature » (Tav. II, A, B).

Nell'altro tratto esaminato, piuttosto prossimo all'apice, le cellule del fusticino, a partire da quelle più esterne fino a quelle più interne, mostrano le caratteristiche solite delle cellule parenchimatiche delle Briofite.

Il citoplasma si presenta molto ricco di vescicole di probabile origine dittiosomica (Tav. I, A, B, C). Ciò potrebbe essere messo in relazione con quello che è il notevole ispessimento delle pareti longitudinali delle cellule, meglio evidente nel tratto del caulidio più vicino alla base.

Le numerose formazioni, a contorno irregolare, sparse in tutto il citoplasma derivano da goccioline di oli eteri visibili, peraltro, al microscopio ottico; il loro aspetto è dovuto verosimilmente al tipo di fissazione da noi usato (Tav. I, A, B, C e Tav. III, A, C).

Si è potuto notare che la degenerazione del citoplasma di queste cellule del caulidio è progressiva, nel senso che, a mano a mano che si va dalla zona più vicina all'apice a quella più prossima alla base del fusticino, essa diventa sempre più evidente (Tav. III, C).

È interessante notare che anche in questa zona le cellule si presentano tutte, dalle più esterne alle più interne, dotate di entrambi i tipi di « punteggiature »; si presentano, cioè, bene evidenti e contemporaneamente sia le « punteggiature » del tipo di quelle presenti sulle pareti longitudinali, sia quelle che caratterizzano le sottili pareti trasversali. Ma in entrambe sono visibili ancora i plasmodesmi e pertanto le « punteggiature » non appaiono del tutto pervie (Tav. I, A, B, C e Tav. III, A, B).

CONCLUSIONI

I risultati delle nostre osservazioni su sezioni longitudinali del fusticino di *Tortula ruralis* subsp. *ruraliformis*, esaminate a diversi livelli, ci sembrano degni di rilievo.

In questo muschio, privo di cordone idroconduttore, le pareti longitudinali di tutte le cellule del caulidio mostrano «punteggiature» limitate a brevi tratti della spessa parete cellulare, analogamente a quanto da noi osservato in un precedente lavoro per le sole cellule del parenchima e dell'ipoderma meccanico di *Mnium undulatum*.

Va sottolineata per *Tortula* la contemporanea presenza, in tutte le cellule, di «punteggiature» che interessano la sottile parete trasversale e che in *Mnium undulatum* caratterizzano, invece, le sole pareti degli idroidi.

Entrambi i tipi di «punteggiature» si presentano assai bene evidenti nel tratto basale del fusticino dove il contenuto cellulare ed i plasmodesmi risultano completamente degenerati e di conseguenza tali «punteggiature» risultano pervie.

Le estese «punteggiature» presenti sulle pareti trasversali di tutte le cellule del fusticino fanno pensare che queste ultime abbiano la stessa funzione delle «punteggiature» del cordone idroconduttore in quelle specie in cui questo è presente.

La presenza di «punteggiature» numerose, anche se localizzate su aree più ristrette, nelle pareti longitudinali di tutte le cellule del caulidio, comprese le stereidi, avalla l'ipotesi che in queste piccole piante a conformazione cormoide la conduzione esterna per capillarità (BOWEN, 1933 a, b, c; HÉBANT, 1964-1965, 1966 a, b; HÉBANT & PREVOST, 1968; SMITH, 1964, 1966) assume sempre una grande importanza ai fini dell'assorbimento delle soluzioni.

RIASSUNTO

Sono state fatte ricerche su *Tortula ruralis* (L.) Ehrh. subsp. *ruraliformis* (Besch.), muschio privo di cordone idroconduttore. Le pareti longitudinali di tutte le cellule del caulidio mostrano « punteggiature » limitate a brevi tratti della spessa parete cellulare, analogamente a quanto osservato per le sole cellule del parenchima e dell'ipoderma meccanico di *Mnium undulatum*.

In *Tortula ruralis* subsp. *ruraliformis* è stata notata la contemporanea presenza di « punteggiature » che interessano le sottili pareti trasversali di tutte le cellule del caulidio e che in *Mnium undulatum* caratterizzano invece le sole pareti degli idroidi. Entrambi i tipi di « punteggiature » si presentano più evidenti nel tratto basale del fusticino dove il contenuto cellulare ed i plasmodesmi risultano completamente degenerati. Per la presenza delle estese « punteggiature » sulle pareti cellulari trasversali, tutte le cellule del fusticino di *Tortula ruralis* subsp. *ruraliformis* sembrano comportarsi a guisa di quelle del cordone idroconduttore nelle specie in cui questo è presente.

D'altra parte la presenza di numerose « punteggiature » sulle pareti longitudinali di tutte le cellule del caulidio, stereidi comprese, conferma l'ipotesi che nelle Briofite la conduzione esterna per capillarità risulta sempre di grande importanza ai fini dell'assorbimento delle soluzioni.

SUMMARY

Research was carried out on *Tortula ruralis* (L.) Ehrh. subsp. *ruraliformis* (Besch.), a moss without a « water-conducting system ». The longitudinal walls of the cells of the stem show pits only in some limited areas of the thick cell wall in analogy with what had been observed exclusively for the cells of the parenchyma and the mechanical hypoderma of *Mnium undulatum*.

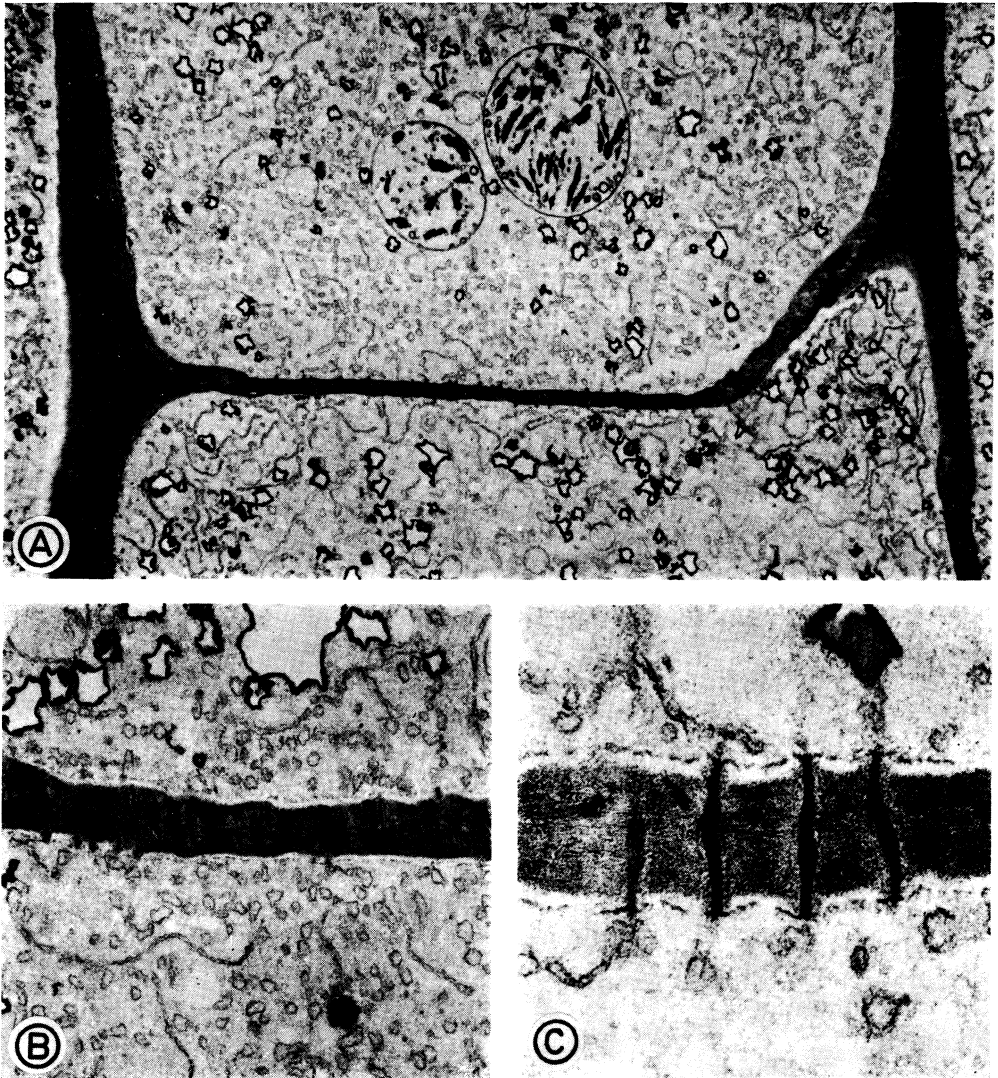
Tortula ruralis subsp. *ruraliformis* has shown the presence of pits also on the whole surface of the thin cross walls of all the cells of the stem while they are present only in the walls of the hydroids in *Mnium undulatum*.

Both types of pits are more evident in the basal portion of the stem where the cell contents and the plasmodesmata appear completely degenerated. Owing to the presence of the wide-spread pits on the cross walls of the cells, all the cells of the stem of *Tortula ruralis* subsp. *ruraliformis* seem to behave like those in the water-conducting system in the species where such a system is present.

On the other hand the presence of numerous pits in the longitudinal walls of all the cells of the stem, including the stereids, confirms the hypothesis that the external conduction by capillarity in the Bryophytes is always very important as far as the absorption of the solution is concerned.

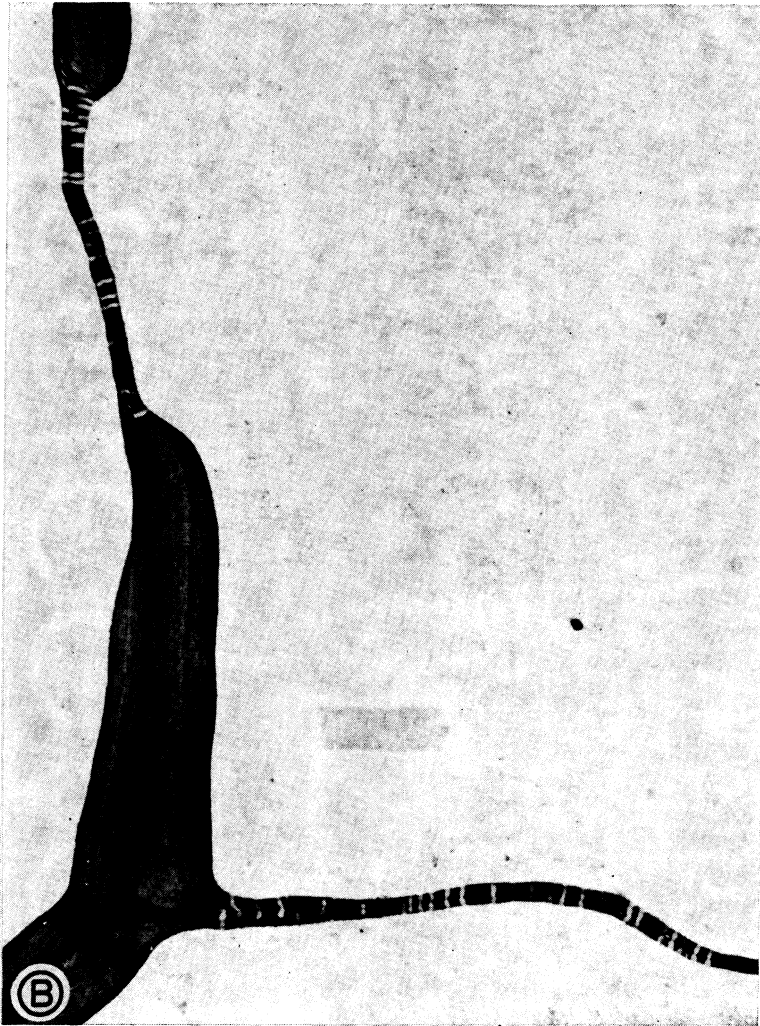
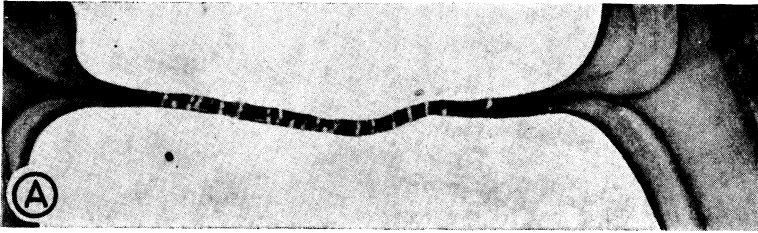
BIBLIOGRAFIA

- BOWEN, E. J., 1933a. *The Mechanism of Water Conduction in the Musci considered in Relation to Habitat. I. Mosses growing in Wet Environments.* Annals of Botany, **47**: 401-422.
- —, 1933b. *The Mechanism of Water Conduction in the Musci considered in Relation to Habitat. II. Mosses growing in Damp Situations.* Annals of Botany, **47**: 635-661.
- —, 1933c. *The Mechanism of Water Conduction in the Musci considered in Relation to Habitat. III. Mosses growing in Dry Environments.* Annals of Botany, **47**: 889-912.
- CAPUTO G. & R. CASTALDO, 1967. *Prime osservazioni ultrastrutturali sul «sistema conduttore» di Mnium undulatum Weiss.* Delpinoa, n.s., **8-9**: 85-91.
- GIACOMINI, V., 1947. *Syllabus Bryophytarum italicarum. Pars Prima: Andreaeales et Bryales.* Atti Ist. Bot. Univ. Lab. Critt. Pavia, serie V, **4**(2): 179-294.
- HÉBANT, C., 1964-1965. *Signification et évolution des tissus conducteurs chez les Bryophytes.* Naturalia Monspeliensia, **16**: 79-86.
- —, 1966a. *Différenciation des tissus conducteurs dans la tige feuillée de Polytrichum juniperinum Willd. (Mousses Polytrichales).* C. R. Acad. Sc. Paris, **262**: 2585-2588.
- —, 1966b. *Précisions nouvelles sur la signification et la répartition des tissus conducteurs dans la tige feuillée des Mousses.* C. R. Acad. Sc. Paris, **263**: 1065-1068.
- —, 1967. *Sur la comparaison des tissus conducteurs des Bryophytes et des Plantes vasculaires.* C. R. Acad. Sc. Paris, **264**: 901-903.
- —, & F. PREVOST, 1968. *Infrastructure des tissus conducteurs dans le gamétophyte de Polytrichum formosum Hedw.* C. R. Acad. Sc. Paris, **267**: 2120-2122.
- SMITH, J. L., 1964. *Water-conducting System of Symphyogyna.* Nature, **202**: 617.
- —, 1966. *The Liverworts Pallavicinia and Symphyogyna and their conducting System.* Univ. of Calif. Public. in Bot., **39**: 1-46.



A: Sezione longitudinale, relativa ad un tratto prossimo all'apice, del caulidio di *Tortula ruralis* subsp. *ruraliformis* (x 4.000). Si notino su tutta la sottile parete trasversale le numerose « punteggiature ». In seno al citoplasma sono visibili, oltre alle numerose vescicole dittiosomiche, corpi a contorno irregolare derivanti da oli eteri.

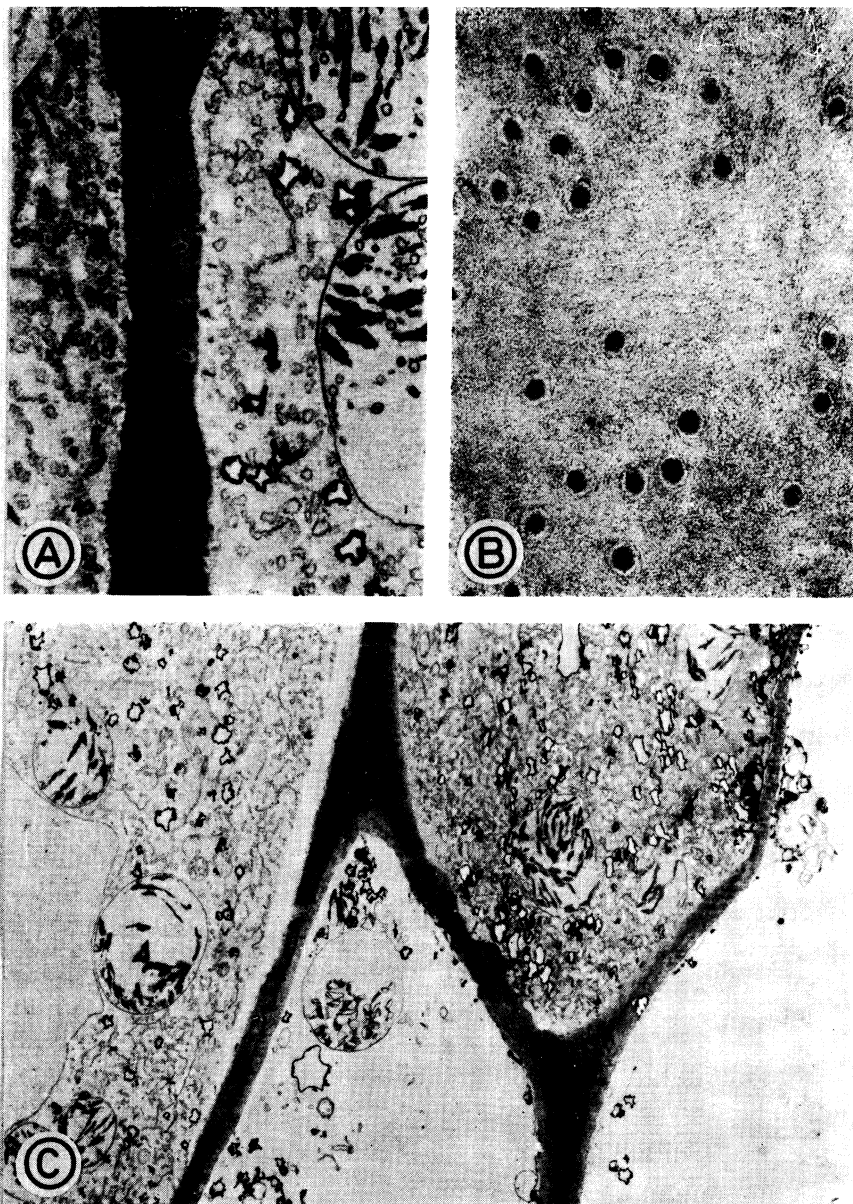
B e C: Particolari della parete trasversale a più forte ingrandimento con « punteggiature » attraversate da plasmodesmi (x di B: 13.000; x di C: 40.000).



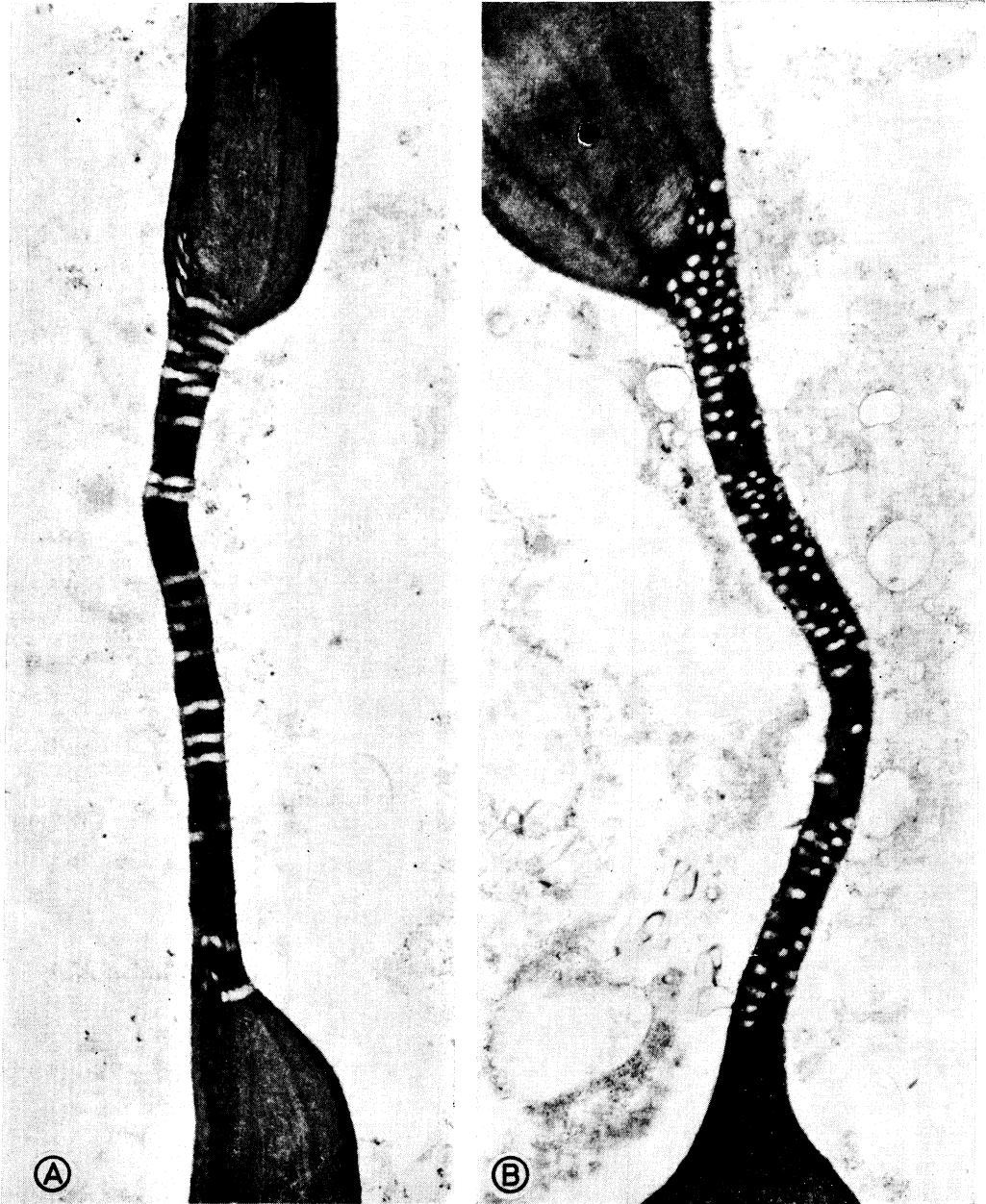
Sezione longitudinale, relativa ad un tratto del caulidio prossimo alla base, in cui le cellule si mostrano prive di contenuto protoplasmatico.

A: La sottile parete trasversale in cui sono visibili le « punteggiature » ormai pervie (x 6.000).

B: Oltre alla parete trasversale largamente perforata, di cui alla precedente fig. A, si noti il notevole ispessimento della parete longitudinale, sottile solo in corrispondenza dei campi di « punteggiature » anch'esse pervie (x 6.000).



- A: Tratto della parete longitudinale in cui cominciano a divenire meglio evidenti le « punteggiature ». A differenza di quanto si osserva sulla parete longitudinale delle cellule ormai vuote (Tav. II, B), lo spessore piuttosto uniforme della parete non delimita chiaramente il campo di « punteggiature » (x 11.000).
- B: Particolare di un campo di « punteggiature » visto di fronte. Come per A la sezione è stata eseguita nella metà superiore del caulidio (x 40.000).
- C: Sezione longitudinale a livello del tratto mediano del fusticino, in cui, accanto a cellule con il protoplasma quasi del tutto degenerato, figurano cellule con protoplasma ancora abbastanza bene strutturato (x 3.000).



A: Tratto di parete longitudinale con « punteggiature » ormai pervie viste in sezione (x 14.000).

B: Tratto di parete longitudinale con « punteggiature » ormai pervie viste di fronte (x 12.000).