

Elisa Giuliano

**Ricerche sull'internodo sepalo-corollino dei fiori  
maschili e femminili di *Melandrium album* (Miller)  
Garcke parassitati da *Ustilago violacea*  
(Pers.) Roussel**

INTRODUZIONE

Studiando la morfologia florale del *Melandrium album* si incontra un'organo, l'internodo sepalo-corollino o calicino il cui sviluppo consente di stabilire una seriazione comprendente oltre i fiori maschili e femminili sani anche quelli maschili e femminili parassitati ad essi intercalati.

Detto internodo, nonostante resti celato negli involucri fiorali sembra occupare una posizione di primo piano in quanto funziona da elemento di transizione tra il peduncolo florale e gli organi androceali.

L'importanza di questo organo è da ricercare soprattutto nel fatto che il suo sviluppo non è costante ma può variare entro limiti alquanto estesi ed inoltre rappresenta l'unico elemento capace di sensibili oscillazioni lineari per un più opportuno funzionamento degli organi che si trovano alla sua estremità distale.

Questi fatti risultano avvalorati nel parallelismo effettuato tra individui sani e parassitati di *Melandrium album*, da cui si apprende che il micelio dell'*Ustilago violacea*, pur raggiungendo le stesse finalità, si comporta in maniera diversa nei due sessi, infatti negli individui maschili usufruisce di strutture già esistenti per sporificare, mentre, negli individui femminili deve creare queste strutture *ex novo*,

Lo sviluppo massimo raggiunto dall'internodo sepalo corollino si ha in corrispondenza dei fiori maschili sani mentre l'opposto si osserva nei fiori femminili sani.

Questi valori standard subiscono invece delle variazioni negli individui parassitati che si inseriscono tra di essi con lunghezze intermedie.

Nel presente lavoro abbiamo cercato di mettere in evidenza quali rapporti esistono tra il peduncolo florale, l'internodo sepalo corollino ed il micelio fungino e se le oscillazioni dell'internodo sepalo corollino siano da ascrivere al meccanismo d'azione del fungo o abbiano un'origine diversa e solo casualmente risentono della presenza del parassita.

#### PROBABILI CAUSE DELLE MODIFICAZIONI FIORALI

Liberando un fiore maschile sano, a completo sviluppo, dal suo involucro sepalino si nota che gli elementi della corolla non sono liberi a livello di quelli del calice ma si presentano per un certo intervallo saldati ad un organo sensibilmente sviluppato, glabro e costolato che per la sua posizione, è stato chiamato internodo sepalo corollino o calicino.

All'estremità distale di quest'organo si possono enumerare dall'esterno all'interno i petali, ed i filamenti staminali mentre la parte centrale è occupata da un organo sottile e filiforme più o meno allungato che è stato interpretato come un rudimento di pistillo. In un fiore femminile sano, invece, gli elementi della corolla sono liberi fin dalla base perchè in essi non vi è traccia o solo una parvenza di internodo sepalo corollino. La parte centrale del fiore è interamente occupata dal pistillo ma, alla base di questi, fanno corona, delle piccolissime emergenze che sono state interpretate, per la loro posizione, quali rudimenti staminali.

Effettuando, ora, un parallelismo tra i fiori di individui sani e quelli di individui parassitati si noterà che nei fiori maschili parassitati le antere, anzichè polline contengono clamidospore di *Ustilago violacea* mentre nei fiori femminili si avranno delle modificazioni radicali. Infatti tra il calice e la corolla si svilupperà l'internodo sepalo corollino e di conseguenza gli elementi

della corolla risulteranno basilarmente saldati ad esso mentre alla sua estremità si formeranno gli organi staminali ed il pistillo diventa sterile. Nel maschio parassitato, invece, l'internodo sepalò corollino è meno sviluppato che in quello sano. È chiaro quindi che l'internodo sepalò corollino è presente o si forma solo in quei fiori che sono provvisti di organi staminali e ciò appare evidentissimo nella femmina parassitata nella quale si formano ex novo sia gli stami che l'internodo su detto.

L'interdipendenza e la concomitanza di sviluppo di questi organi sembra consentire una duplice interpretazione e cioè nei fiori maschili sembra regolata dalla finalità a cui tendono questi organi, mentre nei fiori femminili parassitati essa può essere spiegata solo chiamando in causa uno stimolo sufficientemente attivo quale potrebbe essere il fattore patogeno, il quale, trova negli organi staminali le strutture più adatte alla realizzazione delle sue finalità.

Ammettendo ora, che il fungo favorisca lo sviluppo degli organi staminali, questi però da soli non possono compiere la funzione alla quale sono destinati se manca la collaborazione dell'internodo sepalò corollino. Infatti se nella femmina parassitata mancasse quest'organo si potrebbero verificare due casi e cioè o i filamenti staminali dovrebbero allungarsi tanto da attraversare tutto il fiore (lo stesso si avrebbe nel maschio sano e parassitato) o le antere rimarrebbero imprigionate nel tubo della corolla senza poter raggiungere la posizione favorevole alla sporigificazione.

Poichè gli elementi del calice ma più segnatamente quelli della corolla hanno uno sviluppo ed una forma ben definita e poichè la lunghezza dei filamenti staminali non può superare certi limiti sarà l'internodo che, sviluppandosi più o meno sensibilmente, regolerà la posizione delle antere nel fiore in antesi. È logico che, dette antere, dovranno emergere dal tubo della corolla nel caso siano provviste di polline, ma potranno restare più o meno celate in esso se recheranno clamidospore, comunque, sia nel primo che nel secondo caso dovranno raggiungere un livello diverso da quello originario.

Se si osservano tutti gli stadi di sviluppo dei fiori ancora in boccio si potrà avere una chiara dimostrazione di alcuni fatti importanti. Nei fiori maschili si noterà che, in questo stadio,

solo le antere sono sensibilmente sviluppate mentre i filamenti staminali, gli elementi della corolla e l'internodo sepalo corollino sono estremamente ridotti. Identiche condizioni si verificano nei fiori femminili.

Allorchè inizia l'antesi i primi organi che si sviluppano sono quelli della corolla i quali emergono dalla stretta apertura del calice, formando un tubo piuttosto lungo alla cui estremità divergono i petali. È quindi logico che se mancasse l'internodo sepalo corollino, che serve a colmare quest'intervallo, i filamenti staminali, già molto esili, non potrebbero raggiungere da soli l'apertura fiorale.

Lo sviluppo più o meno sensibile dell'internodo sembra dipendere inoltre anche dalla forma del fiore che varia con il sesso e con lo stato patologico. I fiori maschili sono costantemente lineari mentre quelli femminili essendo urciolati risultano raccorciati.

Per quel che concerne lo stato patologico si può dire che i fiori maschili parassitati hanno un'internodo sepalo corollino più ridotto sia perchè i filamenti staminali non superano mai la apertura del fiore e sia perchè tutti gli elementi fiorali sono meno sviluppati.

Nei fiori femminili parassitati nonostante l'internodo sepalo-corollino sia più breve che in quelli maschili sani e parassitati è ugualmente proporzionato alle altre strutture in quanto la forma del calice è sempre quella urciolata quindi i filamenti staminali coadiuvati dall'internodo sepalo-corollino raggiungono la stessa lunghezza che nei fiori femminili sani si ottiene sommando la lunghezza dell'ovario più quella dei lobi stigmatici cioè quella del pistillo.

#### INTERNODO SEPALO COROLLINO E PEDUNCOLO FIORE

Asportando l'involucro esterno in un fiore di *Melandrium album* si nota inoltre che l'internodo sepalo-corollino è la continuazione morfologica ed anatomica del peduncolo fiorale. Il limite di separazione tra questi due organi è segnato dal punto di inserzione degli elementi del calice, i quali sono organi verdi e provvisti di una epidermide ricca di peli come quella del pe-

duncolo florale, mentre l'internodo sepalo-corollino è incolore e minutamente costolato poichè alla sua formazione concorrono le porzioni basali della corolla.

A prescindere dal ritmo e dall'intensità di fioritura sensibilmente accentuate negli individui maschili sani si nota che il peduncolo florale è marcatamente più sottile e ridotto di quello femminile.

Negli individui parassitati si realizzano invece condizioni praticamente opposte e cioè il ritmo e l'intensità di fioritura aumenta nelle femmine parassitate e diminuisce negli individui maschili. Identiche condizioni si verificano in corrispondenza dei peduncoli floreali che si accorciano ed assottigliano sensibilmente nelle femmine mentre si allungano nei fiori maschili. Questi fatti sono stati dedotti dall'esame di organi adulti poichè il peduncolo florale, fino ad un certo stadio dello sviluppo, cioè quando il fiore è ancora in boccio, si presenta marcatamente inconsistente.

Rapporti meno precisi si riscontrano tra gli elementi floreali esterni infatti nei fiori maschili sani e parassitati il calice è marcatamente lineare, mentre la forma urciolata presente nella femmina sana, resta pressochè invariata in quella parassitata, nonostante le sensibili modificazioni che si realizzano in quest'ultima.

Un'osservazione condotta a livello microscopico mette in luce che l'internodo sepalo corollino stabilisce dei rapporti molto intimi con il peduncolo florale in quanto s'incunea in esso oltre il punto d'inserzione del calice che appare come un cercine in rilievo.

Questi rapporti non sono però costanti poichè sono più intimi nei fiori femminili sani che in quelli maschili mentre hanno un valore intermedio nei fiori maschili e femminili parassitati.

Questi fatti potrebbero essere messi in relazione con il distacco dei fiori dopo l'antesi poichè è noto che i fiori maschili sani cadono subito, quelli femminili sani durano fino alla disseminazione mentre i fiori parassitati hanno una durata intermedia.

IL MICELIO DI *USTILAGO VIOLACEA*  
NELL'INTERNODO SEPALO COROLLINO

In una precedente nota sui rapporti esistenti tra clamidospore di *Ustilago violacea* e peduncolo florale degli individui parassitati di *Melandrium album* è stato dimostrato che l'infezione « secondaria » risulta circoscritta alla estremità dei peduncoli fiorali e che la pelosità di questi organi favorirebbe la localizzazione delle clamidospore e la loro germinazione.

Nonostante l'internodo sepalo-corollino sia un'organo glabro ed abbia una struttura particolare ed espliciti delle funzioni diverse nei confronti del peduncolo florale tuttavia esso è in rapporto diretto con quest'ultimo, quindi, si è creduto opportuno esaminare quale ruolo giochi nel processo infettivo stabilito dall'*Ustilago violacea*.

A questo scopo sono state ottenute numerose serie progressive di sezioni trasversali e longitudinali su internodi sepalo-corollini di fiori sani e parassitati dei due sessi ed in vari stadi di sviluppo.

L'anatomia di quest'organo dedotta dall'esame delle sezioni trasversali ottenute su organi adulti è relativamente semplice in quanto risulta formata da un'epidermide a cellule a parete lievemente ispessita e prive di peli. Il parenchima sottoepidermico è poco sviluppato e le sue cellule sono isodiametriche e formano un tessuto piuttosto lasso (Tav. I, fig. a, b, c.). La disposizione degli elementi vascolari varia in relazione al punto in cui è stata ottenuta la sezione e cioè essi formano una cerchia piuttosto compatta alla base dell'internodo mentre assumono un decorso a gruppi isolati a livello della estremità apicale.

Il fatto più rilevante nell'esame di quest'organo è risultato quello relativo alla struttura degli elementi vascolari degli individui parassitati dove si ha un tessuto integro e compatto come è stato osservato negli organi vegetativi ma essi possono essere separati da una o più lacune localizzate al centro del fascio, cioè tra il tessuto liberiano e quello legnoso per cui alcuni elementi vasali rimangono isolati dagli altri.

Il fascio fibro vascolare è formato da tessuto liberiano esternamente e tessuto legnoso internamente. La lesione anzidetta inizia normalmente al centro del fascio cioè in corrispondenza del tessuto parenchimatico intrafasciale (Tav. I, fig. e), le cui cellule di natura cellulosica, si dissolvono lasciando una cavità nella quale risultano ben evidenti ed isolate alcune cellule a pareti più consistenti (Tav. I, fig. f). La lesione inizia normalmente nel punto su detto ma in organi adulti spesse volte si estende centrifugamente collegandosi con la lesione degli altri gruppi di fasci ed assumendo l'aspetto di una unica lesione che divide concentricamente in due metà tutti i fasci componenti l'organo. Nella Tav. I la fig. f dimostra chiaramente che il micelio dopo aver attraversato e distrutto quasi completamente il fascio si porta al di fuori di esso ed avanzando radialmente in direzione dei fasci adiacenti distrugge anche il parenchima interfasciale.

Poichè l'internodo sepalo corollino è costituito di tessuti molto delicati e gli elementi vascolari sono sempre più consistenti si credette in un primo tempo, che le lacune presenti tra i vasi fossero dovute all'azione meccanica delle lame usate. L'uniformità di questo comportamento fu però chiarito allorchè questi fatti furono ricollegati al percorso che il micelio fungino compie in corrispondenza del peduncolo florale.

## LOCALIZZAZIONE DELLE CLAMIDOSPORE SUGLI ORGANI FIORALI

Sul peduncolo florale fu infatti osservato che le clamidospore si localizzano fra i peli della estremità apicale cioè in corrispondenza di strutture anatomiche molto semplici ed il micelio fungino inizia il suo decorso a partire dall'epidermide e procedendo in linea retta si ramifica in corrispondenza dei fasci fibro-vascolari penetrando in essi.

Nonostante vi siano notevoli differenze morfologiche tra i due organi su menzionati fu riscontrata un'identica uniformità di comportamento allorchè le ricerche furono estese all'internodo sepalo-corollino,

Si può innanzi tutto precisare che la germinazione delle clamidospore di *Ustilago violacea* non si verifica sempre in corrispondenza di organi la cui epidermide è provvista di peli. Questi sono sempre degli elementi favorevoli alla recezione ed allo sviluppo di esse ma nell'ambito degli organi fiorali possono realizzarsi delle condizioni altrettanto favorevoli per la germinazione delle clamidospore.

Il micelio fungino si comporta praticamente come nel peduncolo florale e cioè mentre in quest'organo le clamidospore possono germinare sia sull'epidermide che ad una certa distanza da essa cioè tra i peli, così nell'ambito degli elementi fiorali esse possono germinare o sull'epidermide dell'internodo sepalo corollino o ad una certa distanza da esso cioè sull'epidermide degli organi calicini. Considerando la morfologia di un fiore di *Melandrium album* sarà facile dedurre che una clamidospora può penetrare in esso solo quando il fiore sarà in antesi e potrà seguire due vie o depositarsi direttamente sugli organi sessuali (antere, stimma) o pervenire nell'intercapedine che si stabilisce tra il calice e l'internodo sepalo corollino.

Poichè la corolla di questi fiori è lungamente tubulosa ed il calice e la corolla si trovano a livelli diversi, fra quest'ultima ed il calice, nonostante questi abbia un'apertura piuttosto piccola, è sempre possibile la penetrazione di elementi così microscopici quali sono le clamidospore in questione.

Nonostante le clamidospore che riescono a penetrare nel calice siano normalmente pochissime tuttavia cercheremo di seguire il loro destino. Una clamidospora che riesce a raggiungere questa posizione si trova praticamente in condizioni di temperatura ed ambiente forse superiori a quelle stabilite dal tappeto di peli epidermici.

Nei fiori maschili parassitati si notò che i punti d'infezione si estendevano per un certo intervallo sull'internodo sepalo-corollino. Nei fiori femminili parassitati invece i punti d'infezione erano meno numerosi e soprattutto localizzati nelle porzioni basali dell'internodo sepalo-corollino.

Tutto ciò potrebbe senz'altro essere accettato e messo in rapporto con la struttura del fiore e lo sviluppo dell'internodo stesso. Infatti nei fiori maschili parassitati quest'organo è molto lungo quindi può offrire una più ampia superficie però, è neces-

sario tener presente che, la struttura del fiore, essenzialmente lineare, non dovrebbe eccessivamente favorire la localizzazione delle clamidospore che cadendo dall'alto incontrano una superficie completamente glabra.

Nei fiori femminili parassitati la presenza di un ovario rudimentale, la brevità dell'internodo e la forma del calice urciolato creano delle condizioni per cui la clamidospora si localizza quasi sempre alla base del calice.

Studiando l'anatomia dell'internodo sepalo corollino nei due sessi apparve tuttavia chiaro che il numero dei punti d'infezione, esistenti sopra tutto nei fiori maschili, non è giustificato dal numero di clamidospore che riesce a penetrare nel calice. Inoltre la posizione dei punti d'infezione sull'internodo messi in rapporto con la morfologia dell'organo e l'assenza di clamidospore in questi punti sono elementi che c'indussero a cercare altrove i veri punti d'infezione fungina. È stato infatti possibile accertare che le clamidospore esistenti nel calice sono elementi che possono solo collaborare al processo infettivo il quale ha la sua vera sede sull'epidermide esterna degli organi del calice.

#### L'INFEZIONE A LIVELLO DEL CALICE E DELL'INTERNODO SEPALO COROLLINO

I tessuti che costituiscono l'internodo sepalo corollino sono molto delicati quindi il micelio che si sviluppa dalla clamidospora non incontra praticamente altre difficoltà se non quelle relative ai passaggi intercellulari poichè il suo decorso rettilineo e radiale si esaurisce in corrispondenza dei fasci fibro-vascolari.

Dall'esame di sezioni longitudinali mostranti l'intera superficie dell'internodo sepalo corollino si deduce, infatti, che nei fiori maschili parassitati, i punti d'infezione possono essere numerosi ed estesi simmetricamente ad una notevole superficie dell'organo, che il decorso dei miceli è decisamente rettilineo e che esso si ramifica solo in vicinanza dei fasci fibro-vascolari (Tav. II, fig. a e b).

Esaminando gli internodi sepalo corollini di alcuni fiori femminili parassitati è stato possibile constatare che nonostante

non vi fosse traccia di clamidospore nel calice, l'internodo sepalo corollino era basalmente attraversato da numerosi miceli fungini.

Questo fatto fu spiegato allorchè furono esaminate delle sezioni nelle quali oltre all'internodo sepalo corollino erano presenti sia elementi del calice che porzioni del peduncolo florale. Il calice è un'organo la cui epidermide è provvista di numerosi peli quindi le clamidospore che cadono su di esso si trovano nelle identiche condizioni a suo tempo descritte per il peduncolo florale. I peli trattengono le spore che o possono raggiungere l'epidermide o restano impigliate in essi che creano un'ambiente ottimo per la loro germinazione.

Il decorso curvilineo dei miceli fungini riscontrato alla base dell'internodo sepalo corollino dei fiori femminili parassitati derivava dal fatto che le clamidospore dalle quali hanno avuto origine non si trovavano nel calice ma sulla epidermide esterna della porzione basale di esso. Il micelio attraversa quindi in linea retta le pareti del calice ma per raggiungere i fasci dell'internodo sepalo-corollino deve spostarsi verso l'alto altrimenti è costretto ad attraversare una più rilevante massa di tessuti cioè quella relativa al punto d'incontro del calice con il peduncolo florale cioè la regione nodale che nei fiori femminili è più ispessita a causa della forma del calice urciolato.

Se esaminiamo, ora, un fiore maschile con il relativo peduncolo, in sezione longitudinale, noteremo che le clamidospore oltre ad essere più numerose non sono limitate alla porzione basale del calice ma sono distribuite quasi uniformemente su tutta la superficie.

Questo fatto potrebbe spiegarsi facendo ancora una volta ricorso alle differenze esistenti tra la morfologia dei fiori maschili e femminili. I primi sono lineari e non subiscono modificazioni di forma quindi l'intercapedine esistente tra il calice e l'internodo sepalo corollino è molto ridotto ed ha un'andamento uniforme. Allorchè una clamidospora germina sull'epidermide o fra i peli del calice il micelio attraversa i tessuti di quest'organo. Poichè il calice è costolato vi saranno dei punti emergenti sia sul lato esterno che interno e questi ultimi sarebbero favorevoli al passaggio del micelio fungino dal calice all'internodo sepalo corollino.

Nella realizzazione di questi fatti appare ancora una volta l'uniformità di comportamento fra peduncolo florale ed internodo sepalo corollino in quanto i miceli fungini hanno un'origine esogena cioè provengono da clamidospore localizzate sui peli di organi che sono in diretto contatto con l'ambiente. Però, mentre

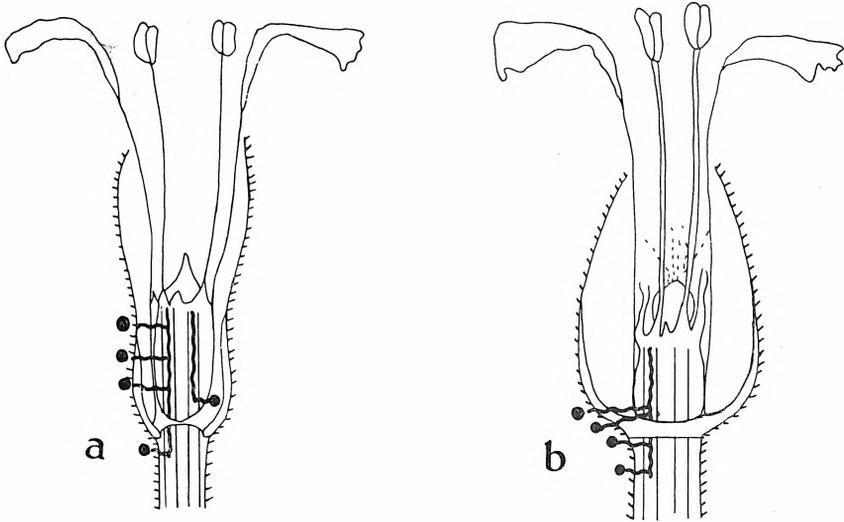


Fig. a — Sezione longitudinale di un fiore maschile parassitato. Sono ben visibili l'internodo sepalo-corollino ed i punti d'infezione. Le clamidospore sono normalmente localizzate lungo tutta la superficie del calice, qualche volta però possono introdursi nell'intercapedine esistente tra il calice e la corolla. Il micelio fungino per raggiungere i fasci fibro-vascolari procede in linea retta attraversando i tessuti dell'internodo sepalo-corollino e lo spazio tra questi ed il calice.

Fig. b — Sezione longitudinale di un fiore femminile parassitato. L'internodo sepalo-corollino è più ridotto che nel fiore maschile parassitato. I punti d'infezione, forse a causa della forma urciolata del calice, sono raccolti verso la base del fiore comunque anche in questo caso il micelio attraversa quasi rettilineamente gli organi per raggiungere i fasci fibro-vascolari dell'internodo sepalo-corollino.

nei peduncoli fiorali vi è una perfetta soluzione di continuità tra punti d'infezione e decorso del micelio fungino, l'intercapedine esistente tra il calice e l'internodo sepalo-corollino, stabi-

lisce una situazione precaria per quelle sottili porzioni di micelio che sotto forma di ponti collegano il calice all'internodo sepalo-corollino.

Sulla base di queste delucidazioni ci è infatti ora facile spiegare perchè non era possibile trovare clamidospore nei punti d'infezione dell'internodo sepalo-corollino e perchè questi punti fossero localizzati su di una superficie così estesa di un organo che è praticamente inadatto a trattenere una spora che cadesse nel calice.

A parte l'identità di sviluppo del micelio fungino riscontrato nei due organi menzionati ciò che sembra particolarmente interessante è la precisa finalità del decorso cioè il punto d'incontro del micelio fungino con il sistema vasale.

### CONDIZIONI NECESSARIE

#### ALLA INFEZIONE AD ALLA SPORIFICAZIONE

È stato ulteriormente osservato e confermato che il micelio fungino si sviluppa solo in organi che hanno raggiunto un certo grado di maturità e questo fatto può essere dedotto in base a vari elementi.

Ammettendo infatti che le clamidospore che pervengono sul calice di un fiore giovane, germinano, quando il fiore è ancora in boccio, poichè in questa stadio l'internodo sepalo corollino è ancora inconsistente, i miceli fungini non potranno colpire questi organi. D'altra parte poichè è stato dimostrato che il micelio che attraversa questi organi ha un'andamento rettilineo si deduce che la penetrazione avviene quando l'organo è già sviluppato o quasi, altrimenti il micelio dovrebbe modificare il suo decorso parallelamente allo sviluppo in lunghezza dell'internodo stesso. Inoltre, le clamidospore che si rinvergono nella cavità del fiore possono raggiungerla solo dopo l'antesi.

Questi fatti restano inoltre confermati da esami condotti su materiale in vario stadio di sviluppo a partire dalla gemma.

A giudicare, poi, dalla struttura anatomica si nota che i fasci fibro-vascolari degli internodi sepalo-corollini risultano provvisti di cavità solo negli organi già perfettamente svilup-

pati mentre hanno un comportamento normale in tutti gli altri stadi. Ora, poichè l'allungamento definitivo dell'internodo sepalo corollino si ha con l'antesi è in quest'intervallo che entra in azione il fungo.

Poichè il micelio fungino sia dei peduncoli fiorali che dell'internodo sepalo-corollino colpisce direttamente i fasci fibro-vascolari e scompare in essi si può dedurre che le lacune incontrate in corrispondenza dei fasci dell'internodo sepalo-corollino stanno a dimostrare l'avvenuto passaggio degli elementi fungini.

L'assenza di dette lacune nei fasci decorrenti nel peduncolo florale potrebbe essere spiegata pensando che i punti di infezione in quest'organo sono limitati alla sua estremità apicale quindi passano subito nell'internodo sepalo-corollino inoltre la maggiore consistenza delle strutture vasali del peduncolo possono essere meno facilmente deteriorate al passaggio del micelio fungino in questione.

Altri elementi favorevoli alla interpretazione che il ciclo sia soprattutto circoscritto tra il peduncolo florale e le antere sono forniti dai fiori femminili parassitati. Infatti, se l'azione del fungo è così preponderante e decisiva da permettere l'insorgere di elementi nuovi quali sono gli organi staminali e l'internodo sepalo-corollino, a maggior ragione dovrebbero risultare modificati anche la forma del calice e l'ovario.

Se il fungo fosse presente nei tessuti dell'ospite prima che si completano le strutture fiorali il calice dei fiori femminili parassitati dovrebbe evolversi in base alle modificazioni sessuali che si verificano in esso e l'ovario nonostante risulti sterile non dovrebbe essere così sviluppato come appare.

Esiste inoltre negli elementi fiorali femminili una significativa condizione di reversibilità in quanto vi sono casi in cui fiori femminili sani con ovari perfettamente sviluppati presentano miceli fungini negli organi vegetativi mentre individui femminili normalmente parassitati, osservati in alcuni periodi mostrano ovari perfettamente sviluppati. Inoltre individui maschili con fiori parassitati mostrano la coesistenza di antere ricche di clamidospore ed altre di polline.

Questi fatti inducono a credere che l'azione del fungo debba essere transitoria e locale rispetto agli organi fiorali e settoriale

a seconda che gli organi subiscono totalmente o parzialmente l'azione del fungo.

### CONSIDERAZIONI BIOMETRICHE SULL'INTERNODO SEPALO-COROLLINO ED IL FILAMENTO STAMINALE

Volendo convalidare una semplice constatazione fatta osservando i rapporti di sviluppo esistenti tra l'internodo sepalocorollino ed il filamento staminale dei fiori maschili sani e parassitati e dei fiori femminili parassitati di *Melandrium album* furono esaminati cento fiori di ogni gruppo.

I risultati di questa indagine ci consentono di riferire che lo sviluppo complessivo dell'internodo sepalocorollino più quello del filamento staminale è massimo nei fiori maschili sani ed oscilla tra i cm. 2 ed i cm. 3. In ordine decrescente troviamo poi, i fiori femminili parassitati con cm. 1,8 a cm. 2,7 con punte massime di cm. 3. I fiori maschili parassitati con valori ancora più bassi e cioè da cm. 1,6 a cm. 2,7.

È tuttavia importante notare che nonostante le oscillazioni di sviluppo totale dei due organi su riportati siano ben diversi nei tre gruppi considerati il loro *valore modale* è identico e corrisponde ai cm. 2,3. Questo fatto sta a dimostrare che nonostante le apparenze il fiore maschile sano non è in senso assoluto quello più sviluppato ma tale errata interpretazione potrebbe essere attribuita piuttosto alla forma del calice lineare nei fiori maschili e urciolata in quelli femminili. Quindi ferma restando la lunghezza media nei tre gruppi, i cambiamenti che si registrano devono essere completamente a carico o dell'internodo sepalocorollino o del filamento staminale.

Per una più dettagliata interpretazione di questi fatti abbiamo scelto una serie progressiva di valori comuni ai tre gruppi e rispondente alle seguenti lunghezze (internodo sepalocorollino+filamento staminale): cm. 2,1; cm. 2,2; cm. 2,3; cm. 2,4; cm. 2,6; ed abbiamo effettuato un parallelismo tra i valori corrispondenti dei fiori maschili sani e parassitati e quelli femminili parassitati.

Dall'esame risulta che la lunghezza corrispondente ai cm. 2,3 oltre a rappresentare il *valore modale* della somma dei due or-

gani (internodo sepalo-corollino + filamento staminale) corrisponde anche al *valore medio* costante tra la serie progressiva su citata per cui ci soffermeremo a considerare quali variazioni si hanno a questo livello. L'internodo sepalo-corollino ha uno sviluppo massimo nei fiori maschili sani (mm. 8) e minimo in quelli femminili parassitati (mm. 3 o 5) e medio nei fiori maschili parassitati (mm. 6 o 7) mentre la lunghezza dei filamenti staminali aumenta dal maschio sano (cm. 1,5) attraverso il maschio parassitato (cm. 1,7 o cm. 1,6) fino alla femmina parassitata (cm. 1,8).

Per completare la serie di valori già menzionati possiamo dare uno sguardo generale alle oscillazioni minime e massime riscontrate nei singoli gruppi di fiori.

Nei maschi sani lo sviluppo del filamento staminale oscilla tra cm. 1,1 a cm. 2,1 con *valore modale* a cm. 1,6; nei maschi parassitati l'intervallo è segnato tra cm. 1,1 e cm. 1,9 con *valore modale* a cm. 1,5 e cm. 1,7; nelle femmine parassitate i filamenti staminali corrispondono alla lunghezza di cm. 1,4 a cm. 2,4 con *valore modale* a cm. 1,8.

Per l'internodo sepalo-corollino si hanno nei maschi sani oscillazioni tra cm. 4 a cm. 11 con *valore modale* a cm. 9; per i maschi parassitati si hanno lunghezze tra i cm. 2 e cm. 9 con *valore modale* a cm. 7 mentre per le femmine parassitate le lunghezze oscillano tra cm. 1 e cm. 8 con *valore modale* a cm. 3.

Dalle precedenti osservazioni si può quindi concludere che lo sviluppo più o meno sensibile dell'internodo sepalo-corollino ha un'importanza fondamentale nella costituzione fiorale degli individui maschili di *Melandrium album* in quanto è conforme allo sviluppo del perianzio stesso ma anche a quello dei filamenti staminali la cui consistenza non consente di superare certi valori.

Questi fatti connaturali nei fiori maschili sani e parassitati possono essere ricostruiti nei fiori femminili parassitati dove, per soddisfare le finalità del micelio fungino si ha l'insorgere degli stami dagli abbozzi preesistenti e questi a loro volta, per espletare convenientemente la loro funzione, stimolano lo sviluppo dell'internodo sepalo-corollino.

Dei due organi non previsti nella costituzione di un fiore femminile, quelli che assumono uno sviluppo maggiore sono gli

stami, che, per la loro maggiore consistenza, nei confronti di quelli dei fiori maschili, riescono ad allungarsi tanto da sopprimere alle deficienze a carico dell'internodo sepalo-corollino stesso.

Le oscillazioni maggiori e di conseguenza la facoltà di accomodamento nei confronti del perianzio sono però, una prerogativa dell'internodo sepalo-corollino come può palesemente riconoscersi osservando il suo sviluppo che è massimo nei fiori maschili sani mentre raggiunge valori opposti o nulli nei fiori femminili sani.

### DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

L'A. ha, in questa seconda nota esaminato l'internodo sepalo-corollino, nei vari gruppi fiorali del *Melandrium album* ed ha precisato i rapporti che esso contrae con il micelio fungino di *Ustilago violacea*.

L'internodo sepalo-corollino può essere topograficamente considerato come un organo di transizione tra il peduncolo florale e gli organi riproduttori.

Con il peduncolo florale esso stabilisce dei rapporti più o meno profondi a seconda che esso partecipi alla costituzione di fiori maschili o femminili sani o parassitati in quanto i fiori maschili sani cadono subito, quelli femminili durano fino alla disseminazione mentre i fiori parassitati hanno una durata intermedia.

Un fatto importante si osserva a livello dei fiori femminili sani che contrariamente a quelli maschili sani non presentano internodo sepalo-corollino ma quando il micelio fungino sta per raggiungere un fiore femminile questi svilupperà automaticamente sia gli organi staminali che l'internodo sepalo-corollino.

Poichè solo gli individui provvisti di stami sono parimenti forniti di internodo sepalo-corollino non sembra assurdo prospettare che quest'organo sia legato alla perfetta funzionalità delle antere siano esse provviste di polline o di semplici clamidospore.

Questa affermazione è d'altra parte convalidata dal fatto che la struttura florale del *Melandrium album* è tale che il funzionamento degli organi staminali è affidato in massima parte alla

presenza dell'internodo sepalo-corollino che riesce a colmare parte del lungo intervallo esistente dalla base del calice all'apertura della corolla. L'altra parte è affidata ai filamenti staminali la cui consistenza non permette un allungamento superiore a quello che raggiungono.

Questo fatto è stato confermato da indagini biometriche effettuate su cento individui di ciascun gruppo considerato i quali hanno dimostrato che, essendo piuttosto costante per ciascun gruppo, la lunghezza totale dei fiori, esiste una perfetta proporzionalità di sviluppo tra gli elementi che la compongono cioè l'internodo sepalo-corollino ed i filamenti staminali per cui se aumenta l'uno diminuisce l'altro.

Nella femmina sana i lobi stigmatici raggiungono e superano l'apertura della corolla perchè al posto dell'internodo sepalo corollino esiste un organo altrettanto sviluppato cioè l'ovario.

Per quel che concerne i punti di penetrazione del micelio fungino è stato confermato quanto fu esposto a suo tempo e cioè l'esistenza di « *numerosi cicli infettivi brevi* » perchè originatisi a livello florale e dovuti alla germinazione immediata di clamidospore provenienti dai fiori parassitati più vecchi dello stesso individuo.

In quanto alle clamidospore esse possono presentare una duplice localizzazione e cioè possono trovarsi o nell'intercapedine esistente tra il calice e la corolla oppure sulla epidermide degli organi calicini. Il primo caso è senz'altro sporadico mentre si è constatato che tutti i punti d'infezione iniziano sull'epidermide e fra i peli che abbondantemente ricoprono questo tessuto. Il fatto più importante è rappresentato dal percorso che effettua il micelio fungino per raggiungere l'internodo sepalo-corollino che si trova praticamente isolato nell'interno dal calice.

Nei fiori femminili parassitati, poichè il calice è rigonfio basalmente le clamidospore si fermano con più frequenza su questa gibbosità ed il micelio fungino penetra un pò obliquamente e dal basso nell'internodo sepalo corollino.

Nei fiori maschili parassitati, invece, la struttura lineare del calice consente alle ife di poter penetrare lungo tutto l'internodo che spesso risulta attraversato radialmente da filamenti quasi uniformemente distanziati. Il micelio, per attraversare lo

spazio più o meno sensibile esistente tra il calice e la corolla stabilisce dei ponti più o meno rettilinei comunque il destino finale di queste ife è quello di raggiungere il decorso dei fasci fibro vascolari nei quali scompaiono.

Nell'internodo sepalo-corollino, forse per la delicatezza dei tessuti che lo compongono è ben evidente il decorso del micelio in seno ai fasci fibro vascolari anche perchè i tessuti da esso attraversati ben presto si distruggono lasciando una lesione. Da accurati esami sembra accertato che il micelio si faccia strada attraverso i tessuti parenchimatici intrafasciali localizzati tra la regione liberiana e quella legnosa. I vasi legnosi che hanno una parete più resistente di quella delle cellule parenchimatiche distrutte, spesso restano temporaneamente isolati nei vuoti lasciati dal micelio.

Questi fatti possono assumere estrema importanza se si pensa all'azione che il micelio fungino possa avere sull'individuo parassitato qualora i rapporti fra l'ospite ed il parassita non siano di semplice contiguità. Infatti, se il micelio riuscisse ad immettere nel circolo del sistema conduttore (liberiano o legnoso), i prodotti del metabolismo, l'individuo parassitato potrebbe rispondere immediatamente all'azione di dette sostanze.

Questi fatti sembrano oltremodo favorevoli alla interpretazione di quanto avviene nei fiori femminili parassitati, nei quali la presenza dell'*Ustilago violacea* comporta l'insorgere, immediato e contemporaneo, di due organi, a loro volta interdipendenti e cioè gli organi staminali e l'internodo sepalo-corollino. Che l'azione del fungo sia immediata potrebbe essere confermata da un'altro fatto e cioè che nonostante il fiore femminile parassitato tenda, per la presenza di organi staminali, verso il sesso maschile, questi è solo apparente ed alle dipendenze delle finalità del fungo in quanto il calice non si uniforma a questa rapida evoluzione e conserva le sue caratteristiche.

La presenza della lesione nei fasci dell'internodo sepalo corollino può d'altra parte illuminarci anche su quanto fu a suo tempo discusso circa quella lesione piuttosto marcata che quasi costantemente si rinviene, nei quattro gruppi di individui considerati, a livello del parenchima midollare di organi assili adulti. Poichè detta lesione non esiste nè in corrispondenza di zone nodali, nè in organi giovani ma corrisponde a quei punti del paren-

chima che con una certa frequenza vengono attraversati dal micelio fungino in movimento verso l'opposta regione dei fasci, possiamo sulla base di quanto abbiamo osservato nell'internodo sepalo corollino, riconoscere anche in questo caso l'azione del fungo.

La presenza di miceli fungini anche negli internodi sepalo corollini di individui maschili e femminili apparentemente sani ci induce a considerare quanto fu espresso nella prima nota e cioè che l'infezione florale è rapida e si realizza a mezzo di cicli « brevi » inoltre essa ha un'andamento settoriale e ciò è facilmente comprensibile se riferito al decorso decisamente localizzato attraverso i fasci fibro vascolari.

#### RIASSUNTO

L'A. ha esaminato i fiori del *Melandrium album* soffermandosi sull'internodo sepalo-corollino per cercare di individuare quali sono le cause che influiscono sui rapporti di sviluppo di quest'organo e dei filamenti staminali. Ha inoltre cercato di stabilire l'importanza che ha il micelio fungino di *Ustilago violacea* nelle modificazioni che si verificano nei fiori femminili parassitati.

Il percorso del micelio appare per la prima volta ben evidente nell'internodo sepalo-corollino poichè esso lascia una traccia indelebile a livello dei fasci fibro-vascolari che risultano lesionati più o meno profondamente.

#### SUMMARY

The author has examined the flowers of *Melandrium album* dwelling upon the « sepalo-corollino internode » in order to find out what are the causes which influence the relationships between the development of this organ and that of the stamen filaments. He has also attempted to establish the importance that fungal mycelium of *Ustilago violacea* has in the modification that are found in the female parasited flowers of *Melandrium album*. The direction of mycelium appears for the first time fully evident in the « sepalo-corollino internode », as it leaves an indelible trace in the vascular bundles, which become more or less deeply damaged.

BIBLIOGRAFIA

- BAAR, R. - *Beitrag zur Kenntnis der Lebensweise des Mycelium von Ustilago violacea Pers.* Sitzungsber d. Naturw. Medizin. Ver. für Böhmen. « Lotos » 23: 276-282, 1903
- BAKER, H. G. - *Infection of species of Melandrium by Ustilago violacea (Pers.) Fuckel and the transmission of the resultat disease.* Ann. Bot. N.S. II: 333-348, 1947.
- BAUCH, R. - *Kopulationsbedingungen und skundäre Geschlechtsmerk male bei Ustilago violacea.* Biol. Centralbl. 42: 9-38, 1922.
- BLARINGHEM, L. - *Notes sur la biologie des rouilles et des charbon 3. Infection partielle par les Ustilaginées.* Rev. Path. Veg. Ent. Agric. 10: 246-252, 1923.
- BLUMER, S. - *Untersuchungen über die von Ustilago violacea (Pers.) Fuck. I. Mitteilung: Ernährungs und Kulturbidigungen-Wirkungen des Saponins* Arch. Mikrobiol. 8: 458-478, 1937.
- BRAUN, C. A. - *Growth Is Affected.* Plant Pathology, vol. I: 207-208, 1959.
- BREFELD, O. - *Botanische Untersuchungen über Hefenpilze. Untersuchungen aus dem Gesamtgebiet der Mykologie. V. Die Brandpilze I.* VI, 220 pp. Leipzig 1883.
- CHEVALIER, L. - *Comportement du Cynodon dactylon vis-avis d'un parasite Ustilago cynodontis (Pass.) P. Henn.* Naturalia Monapeliensia Ser. Bot. fasc. 12: 3-12, 1960.
- CICCARONE, A. - *Reproduction Is affected.* Plant Pathology, vol. I: 267-268, 1959.
- CIFERRI, R. - *Flora Cryptogama pars. I. Fungi, Ustilaginales,* fasc. 17: 1938.
- COMES, C. - *Crittogamia Agraria,* 1891.
- CORNU, M. - *Sur le Melandrium dioicum attaque par un Ustilago.* Bull. Soc. Bot. France 16: 213-214, 1869.
- DE FRANCISCIS, F. - *Sulla presenza dell'Ustilago violacea Pers. nei fiori di Melandrium pratense Roehl.* Bull. Soc. Bot. Ital.: 261-266, 1901.
- FERRARIS, T. - *I parassiti vegetali delle piante coltivate od utili,* 1913.
- FISCHER, G. W. - *The smut fungi. A guide to the literature, withe bibliography.* New York, 1951.
- GIARD, A. - *Sur la castration parasitaire du Lycnis dioica L. par l'Ustilago antherarum Fr.* Compt. Rend. Acad. Sci. Paris 107: 757-759, 1888.
- GRASSO, V. - *Attacchi di Ustilago Hordei (Pers.) Lagerh. sui culmi dell'orzo.* Annali della Sper. Agr. N. S., vol. II, n. 4: 1087-1093, 1953.
- HECKE, L. - *Die ansteckung Von Blattachselknospen durch Ustilago violacea (Pers.) Fuck.* Fortschr. der Landw (Vienna). I: 150-151, 1926,

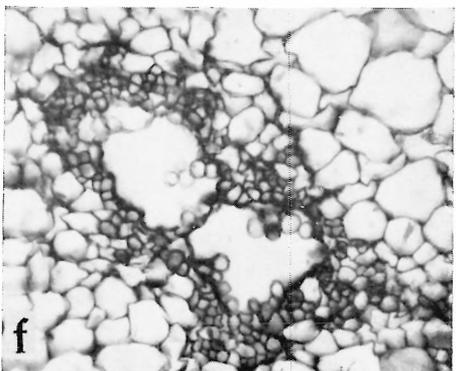
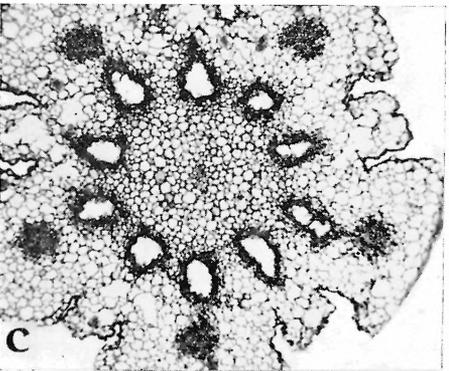
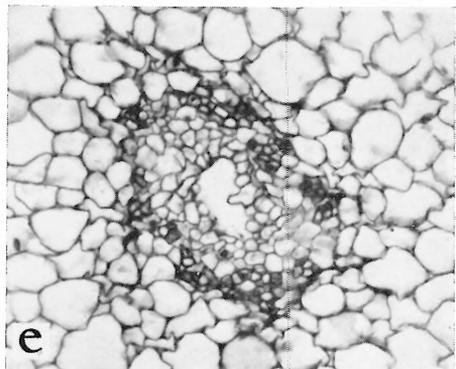
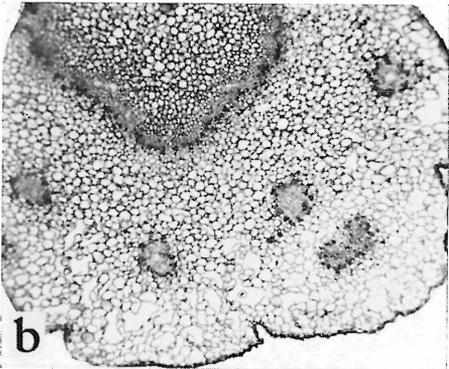
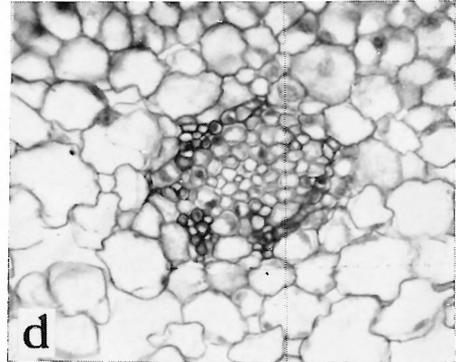
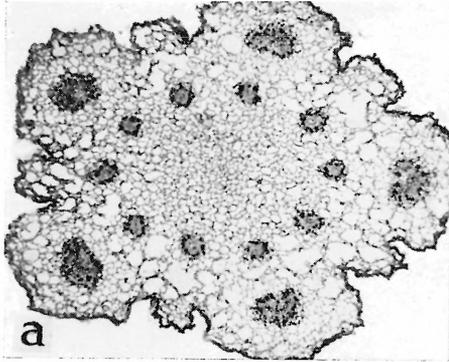
- LIRO, I. - *Die Ustilagineen Finnlands*. I. Ann. Acad. Sci. Fenn. ser. A 17 - XVIII 37, Helsinki, 1924 .
- LINDBERG, B. - *Ustilaginales of Sweden*. Symbolae Botanicae Upsalienses, XVI, 2, 1959.
- MEROLA A. - *L'azione di Ustilago violacea (Pers.) Roussel sui caratteri sessuali secondari di Melandrium album (Miller) Garcke*. Ann. di Bot., 24: 71-96, 1952 a.
- — - *Osservazioni sulla lunghezza dell'internodio calice-corollino nei fiori maschili e femminili di Melandrium album (Miller) Garcke parassitato da Ustilago violacea (Pers.) Roussel e sul suo significato*. Delpinoa, N. S., vol. I, 177-198, 1959.
- MOTTAREALE, G. - *L'Ustilago reileiana f. Zeae e la formazione dei tumori staminali nel granone*. Annali Scuola Sup. Agr. Portici fasc. II, vol. IV: 1-17, 1902.
- PIRONE, P. P., DODGE, B. Q., RICHETT, H. W. - *Diseases and Pests of Ornamental Plants*, 1960.
- SARTORIS, G. B. - *Studies in the life history and physiology of certain smuunt*. Amer. Journ. Bot., XI, n. 10: 617-646, 1924.
- SCHOPFER, W. H. - *Etude du photoperiodisme chez Melandrium album (Miller) Garcke*. Actes de la Soc. Helvétique des sciences Natur.: 151-152, 1941.
- — - *Über die Einwirkung von Aneurin auf das Wachstum von Ustilago violacea*. Ber. Deutschen Bot. Ges. 55: 572-576, 1937.
- — and BLUMER, S. - *Les facteurs des croissance des espèces du genre Ustilago*. Compt. Rend. Acad. Sci. Paris 206: 1141-1143, 1938.
- — - *Recherches sur la phénologie de Melandrium album (Miller) Gke parasite par Ustilago violacea (Pers.) Fuck*. Compt. Rend. Acad. Sci. Paris 210: 703-705, 1940.
- SMITH, G. M. - *Cryptogamic Botany. Algae and Fungi*, vol. I, 1955.
- TAPKE, F. V. - *Environment and Cereal Smuts*. The Botanical Review, vol. 14 n. 6, 359-412, 1948.
- TULASNE, L. R. - *Second mémoire sur les Uredinées et les Ustilaginées*. Annales des Sci. Nat., 77-196, 1854.
- WALDHEIM, A. - *Aperçu systématique des Ustilaginées leur plantes nourricieres et la localization de leur spores*, 51 pp., Paris 1877.
- WANG, D. T. - *Observations cytologiques sur l'Ustilago violacea (Pers.) Fuck*. Compt. Rend Acad. Scien. Paris 195: 1417-1418, 1932.
- — - *Contribution à l'étude des Ustilaginées (cytologie du parasite et pathologie de la cellule hôte)*. Le Botaniste 26: 540-670, 1934.
- WERTH, E. - *Untersuchungen über die Infection von Melandrium album*. Mitt. Biol. Anst. f. Land. u-Forstw. 10: 11-12, 1910-1912.
- WHITE, H. L. - *Anther smut of perpetual flowering carnations*. Gard. Chron. 100: 254, 1936.

- WOOLMAN e HUMPHREY - *Summary of literature on bunt, or stinking smut of wheat*. U.S. Dept. of Agr. Departm. Bull. n. 1210, pag. 1-44, 1924.
- ZILLING, H. - *Über spezialisiert Formen beim Antherenbrand Ustilago violacea (Pers.) Fuck.* Centralbl. f. Bart Part. 2, 53: 33-73, 1921.
- - *Ustilaginales (Brandpilze)* In « Soraner) Handbuch d. Pflanzenkrank. 3, 5th Edit., 255-266, 1932.

### SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

#### TAVOLA I

- Fig. a — Sezione trasversale di un internodo sepalo-corollino di un fiore maschile sano. I fasci esterni appartengono ai cinque petali saldati a costituire l'organo e dei quali è visibile la struttura piuttosto lassa del parenchima. I dieci fasci interni sono di pertinenza staminale.
- Fig. b — Sezione trasversale ottenuta in un internodo sepalo-corollino di un fiore femminile parassitato. I quattro fasci interni corrispondono agli stami ed è possibile notare nel primo e nel terzo da sinistra delle piccole lesioni nella regione mediana prodotte dal passaggio del micelio fungino.
- Fig. c — La sezione è stata ottenuta nell'internodo sepalo-corollino di un fiore maschile parassitato. Il carattere più saliente è rappresentato dai fasci interni che risultano tutti più o meno abbondantemente lesionati dal passaggio del micelio fungino di *Ustilago violacea*.
- Fig. d — Mette in rilievo la struttura di un fascio dell'internodo sepalo-corollino di un individuo maschile sano.
- Fig. e — Fascio fibro vascolare dell'internodo sepalo-corollino di un individuo parassitato nel quale sono evidente i primi risultati dell'azione del fungo.
- Fig. f — Particolare della fig. C ed è chiaramente evidente sia il progressivo sfaldamento delle cellule componenti il fascio sia il percorso del micelio fungino che s'insinua dorsalmente alle cellule delimitanti la cavità distaccandole e distruggendole.



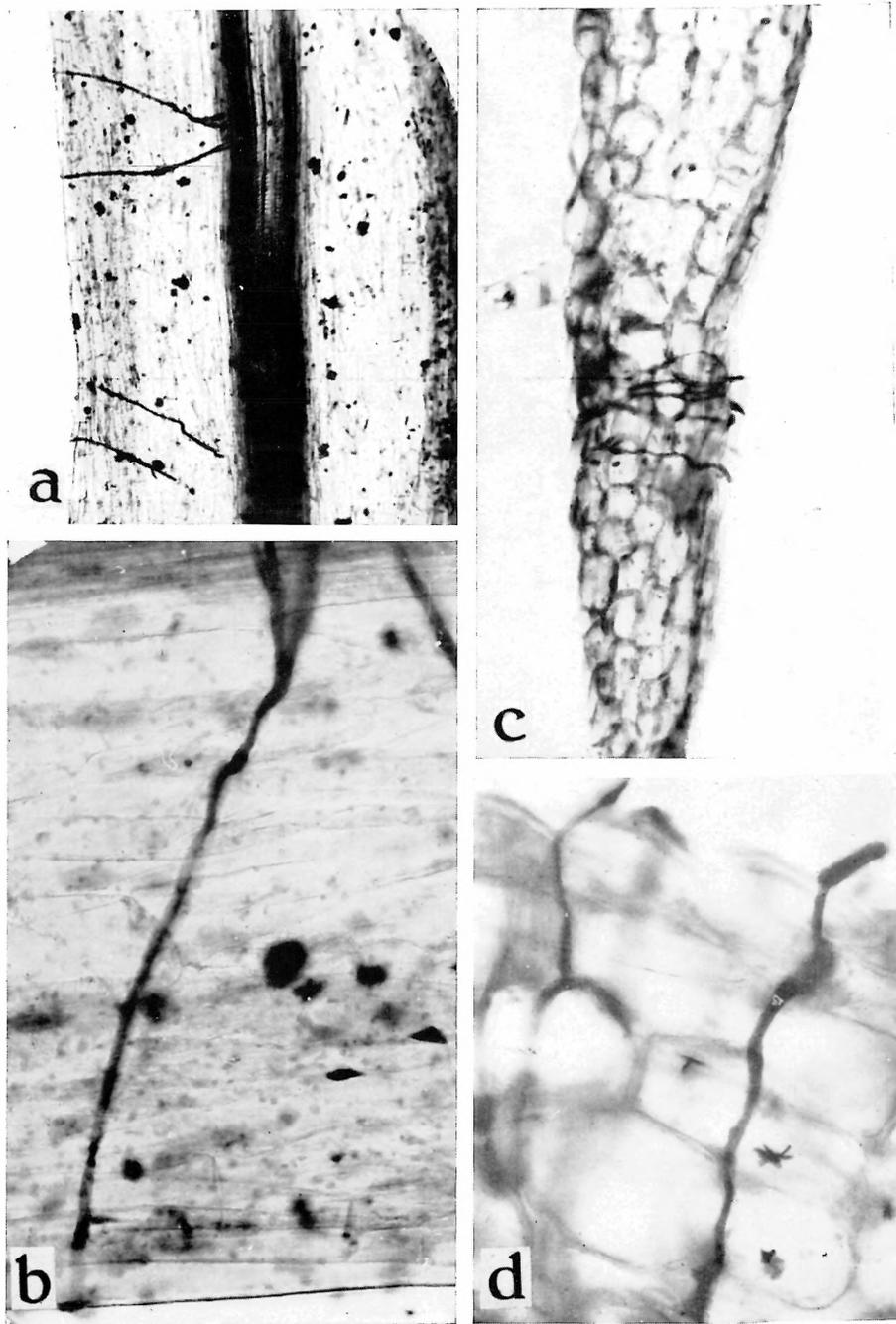


TAVOLA II

Fig. a — Sezione longitudinale di un internodo sepalo-corollino di un fiore maschile parassitato. Sono visibili quattro miceli fungini i quali per raggiungere i fasci fibro-vascolari compiono un decorso quasi rettilineo.

Fig. b — Particolare della precedente con evidente ramificazione del micelio in vicinanza dei fasci fibro-vascolari.

Fig. c — Sezione longitudinale di una giovane foglia di *Melandrium album* dove si notano numerosi miceli fungini. L'infezione è iniziata sul lato interno della foglia come dimostrano le numerose estroflessioni lasciate dal micelio in penetrazione. Il micelio raggiunta l'epidermide opposta ha riattraversato la lamina.

Fig. d — Particolare della precedente dove sono più o meno visibili i residui lasciati dal micelio in penetrazione e parte del suo percorso.