

**Ecologia del *Cyperus polystachyus* Rottb.
nelle sue stazioni eterotopiche dell'isola d'Ischia.**

SOMMARIO

Premessa	Pag. 22
Notizie storiche sulle stazioni di <i>Cyperus polystachyus</i> ad Ischia	» 23
Distribuzione dei terreni fumarolici e diffusione del <i>Cyperus polystachyus</i> a Ischia	» 25
Esigenze termiche del <i>Cyperus polystachyus</i> rilevate nelle stazioni di Ischia	» 30
Esigenze termiche del <i>Cyperus polystachyus</i> rilevate per via sperimentale	» 59
a) Coltura su terreno non riscaldato	» 59
b) Coltura su terreno riscaldato con apposito dispositivo	» 63
c) Coltura su terreni caldi presso alcune fu- marole dei Campi Flegrei	» 67
d) Resistenza alle basse temperature	» 70
Igrofilia ed eliofilia del <i>Cyperus polystachyus</i>	» 73
Discussione e conclusioni	» 78
Riassunto	» 87
Summary	» 88
Bibliografia	» 88
Spiegazione delle tavole	» 90

PREMESSA

Tra le più antiche testimonianze dell'intensa attività vulcanica che in epoca relativamente recente ebbe luogo in Campania vanno incluse quelle che si ritrovano ad Ischia.

Quest'isola, nell'epoca aurea per la floristica dell'Italia meridionale, attrasse l'attenzione di diversi botanici e le loro scrupolose investigazioni trovarono poi la massima espressione nel GUSSONE il quale potè così redigere quella ben nota flora ischitana. La completezza di quest'opera fece rilevare sin da allora che la flora dell'isola d'Ischia risultava nobilitata dalla presenza di alcune specie rare o comunque interessanti le quali, ad eccezione di qualcuna, tuttora vi esistono. Tra di esse ve ne sono alcune il cui areale si estende a regioni tropicali e subtropicali e che in queste regioni sono largamente diffuse. Alludo a *Woodwardia radicans*, *Pteris longifolia*, *Cyperus aureus*, *Cyperus polystachyus*, *Ipomea stolonifera* (1). Di queste cinque specie, tre si trovano pure in altre zone extratropicali, anche se spesso fortemente accantonate. Ma *Cyperus polystachyus* e *Ipomea stolonifera*, all'infuori dei paesi tropicali o subtropicali, esistono solo ad Ischia. *Ipomea stolonifera* deve avervi trovato un ambiente più consono alle sue esigenze; non si può dire altrettanto invece del *Cyperus polystachyus* il quale ad Ischia non potrebbe vivere se non esistessero quivi particolari ambienti capaci di soddisfare le sue esigenze ecologiche. Questa pianta infatti è incapace di superare l'inverno ischitano, anche se mite, e riesce a sopravvivere nei mesi più freddi solo perchè si impianta presso le fumarole, cioè laddove il terreno riscaldato da vapore acqueo realizza un microclima adatto ad una pianta particolar-

(1) In questa sede mi astengo dal discutere circa il significato che può assumere la presenza simultanea di queste specie le quali potrebbero essere interpretate come relitti ovvero offrirci esempi di disseminazione longinqua, magari favorita dall'uomo; tanto più che gli scavi di questi ultimi anni hanno dimostrato che da epoche antichissime, almeno dal III millennio a.C., l'isola è stata abitata dall'uomo e certo anche da gente che proveniva da lontani lidi. Tuttavia, se fosse vera quest'ultima ipotesi, certamente apparirebbe strano il fatto che tali specie si siano dato convegno proprio ad Ischia.

mente termofila ed igrofila. Di conseguenza l'interesse di uno studio ecologico di tali singolari stazioni risulta così evidente che non occorre altra giustificazione al presente lavoro.

NOTIZIE STORICHE SULLE STAZIONI DI *CYPERUS POLYSTACHYUS* A ISCHIA

Nel 1802 MICHELE TENORE, allora appena iniziato agli studi floristici, effettuò la sua prima escursione botanica fuori della «Capitale» (Napoli) e si recò all'isola d'Ischia, nel golfo di Napoli, in compagnia di LUIGI PETAGNA e di RAFFAELE BOSSA (Ten. 1842). Fu in quella occasione che, tra le varie specie più o meno interessanti scoperte, egli fece un rinvenimento singolarissimo che ancora oggi, a distanza di centocinquanta anni, rimane tale: presso le fumarole di Frasso raccolse fra l'altro il *Cyperus polystachyus*, specie sin da allora abbastanza conosciuta ma solo per i paesi tropicali (2). Egli rese nota tale sua scoperta nel 1824 quando pubblicò la prima parte del Tomo III della «Flora napolitana» aggiungendovi anche un'altra stazione, sempre fumarolica; ed ancora successivamente (1827, 1842 e 1856) ritornò su questo reperto, il cui interesse fu sottolineato anche da DE CANDOLLE (1855). Intanto l'isola aveva attratto diversi botanici e botanofili i quali tutti (GIRALDI, GUSSONE, ORSINI, MAURI, etc.) si facevano un pregio di raccogliere il *Cyperus polystachyus* e di distribuirne saggi (v. BERTOLONI). Fu così

(2) Va notato che PRESL (1820) riporta questa specie per la Sicilia sotto il nome di *Cyperus fascicularis* Desf. [habitat in salsis paludosis non procul Castrogiovanni et ad thermas Mineo civitatis (l.c. p. 14)]. Tuttavia il GUSSONE non ve lo ritrovò e, nella flora sicula, lo riporta in fide PRESL. Del resto anche PARLATORE dice di essere stato nel posto indicato da PRESL senza avere la fortuna di rinvenirvelo; di conseguenza egli pensa che quest'ultimo A. abbia commesso un errore di determinazione. Tuttavia lascia un po' perplessi il fatto che il PRESL indichi una stazione termale vale a dire una località dove, per particolari condizioni locali, si ha un terreno caldo umido analogo, sotto certi aspetti, a quanto si osserva presso le fumarole di Ischia, là dove prospera il *Cyperus polystachyus*. E questa coincidenza appare ancora più strana se si considera che, quando PRESL scriveva (1820), TENORE non aveva ancora reso pubblico il suo ritrovamento di Ischia (che pubblicò nel 1824) sebbene esso rimontasse a molto prima (1802).

che questa pianta risultò essere abbastanza diffusa nell'isola in questione ma sempre e solo laddove esistevano fumarole, tanto che il GUSNONE (1854), riportandone diverse stazioni fumaroliche, la dà come esclusiva di esse e la dice comune « ad omnia vaporaria naturalia hujus insulae » (Ischia).

In seguito anche altri AA. ritrovano in quest'isola o comunque citano per essa il *Cyperus polystachyus* [PEDICINO (1873), BALSAMO (1883), MICHELETTI (1899, cit. da Passerini), LEVIER (1899), BÈGUINOT (1905),, BUCHNER (1951)]. Quasi tutti questi A.A., come meglio commenterò in seguito, mettono in evidenza la spiccata termofilia di questa specie la quale, nel nostro clima, non può allontanarsi dal terreno caldo umido delle fumarole, mentre può considerarsi cosmopolita nei paesi tropicali. Tali osservazioni hanno fatto pensare che *Cyperus polystachyus* potesse essere interpretato quale relitto di una flora termofila. Relitto singolarissimo in virtù delle singolarissime condizioni microambientali realizzate nelle sue presunte stazioni di rifugio: le fumarole.

Tuttavia, quanto sappiamo oggi sul menzionato *Cyperus* di Ischia è troppo poco perchè si possa accettare o rigettare in modo inconfutabile l'interpretazione dianzi abbozzata. Pertanto si profila subito l'alto interesse assunto da ogni tentativo di risolvere la questione avvalendosi di fatti e non di speculazioni più o meno aprioristiche.

La premessa indispensabile per una tale ricerca è rappresentata dalla indagine volta a chiarire la biologia ed in particolare le esigenze del *Cyperus polystachyus*. Assodare quali siano i limiti di queste sue esigenze ecologiche, stabilire fino a qual punto esso possa sopravvivere a condizioni ambientali sfavorevoli significa anche cominciare a chiarire se ed in qual modo esso si è potuto conservare nel tempo e nello spazio o come ha potuto conquistare stazioni abbastanza disgiunte dal suo areale.

In questo lavoro, dunque, mi limito a riferire sulla ecologia del *Cyperus polystachyus* avvalendomi di numerose osservazioni fatte negli ultimi anni sia su piante viventi nelle stazioni fumaroliche di Ischia sia su piante allevate e sottoposte a condizioni varie. Questi dati poi, unitamente ad altre osservazioni concernenti il confronto fatto per diverse vie tra gli esemplari raccolti nei paesi tropicali e quelli provenienti da Ischia,

le recenti acquisizioni sulla storia geologica e sulla paleoclimatologia di Ischia, etc., saranno utilizzati nel tentativo, allora poggiato su basi più concrete, di dare una risposta a quella domanda che lo stesso TENORE si poneva: quale sia il significato di questa rarità floristica dell'isola d'Ischia.

DISTRIBUZIONE DEI TERRENI FUMAROLICI E DIFFUSIONE DEL *CYPERUS POLYSTACHYUS* A ISCHIA

Dopo la prima scoperta del *Cyperus polystachyus* alle fumarole di Frasso, presso Casale del Lacco, fatta da Tenore nel 1802, le indagini di altri botanici dimostrarono che questa specie era molto diffusa ad Ischia, ma sempre in prossimità delle fumarole

Sin'ora però l'elenco più completo delle stazioni fumaroliche della specie in questione rimane quello dato dal GUSSONE (1854) il quale aggiunge numerose altre stazioni alle due indicate dal TENORE nel 1824: elenco che, in base alle mie osservazioni, va ancora ulteriormente esteso come è appresso indicato:

Stazioni fumaroliche di *Cyperus polystachyus* ad Ischia

TENORE (1824)

Frasso
Cacciotti

GUSSONE (1854)

Pietra Vona
Cacciuto
Montecito
Rotaro
Fico sotto le Falanghe
Fasano
Fango
Bell'Omo sopra Forio
Mortito
Vallone Petrelle
Vallone Funnolillo

MEROLA

«Fumarole», lungo la mulattiera che dalla Montagna Nuova porta a Forio
Cava Scialicco, nella parte alta, al disopra di Casa Verde Bellomo e Vagnulo
Pelagno, sul Monte Corvo e sotto la Scarrupata
Vallone Petrelle
Vallone Funnolillo
Spalatriello, sul cratere dell'Arso, a monte di Casa Bosco del Conte
Rotaro, a fondo d'Oglio
Pietra Vona
Stufe del Tabor
Montecito

Come si deduce dunque il *Cyperus polystachyus* si può dire abbastanza diffuso ad Ischia. Ora proprio questa grande diffusione mi ha fatto pensare che l'assenza della pianta in questione in vicinanza di certe fumarole non debba sempre essere attribuita al fatto che mai vi siano pervenuti semi, ma piuttosto che, almeno in certi casi, la causa di tale mancanza fosse da ricercarsi nella esistenza di condizioni ambientali ad essa sfavorevoli. Infatti, se è vero che il *Cyperus polystachyus* mai si trova lontano da stazioni fumaroliche, è anche vero che non tutte le fumarole sono invase da questa pianta. Anzi è frequente il caso di fumarole che, pur essendo a breve distanza o addirittura interposte tra fumarole con *Cyperus polystachyus*, ne risultano prive. Indagare le condizioni ecologiche di queste particolari stazioni, cercare le eventuali cause della sua assenza era perciò interessante tanto quanto l'indagine svolta nelle fumarole occupate dal nostro *Cyperus*. Per tale motivo, nel corso degli ultimi anni ed in numerose escursioni, ho visitato moltissime fumarole di Ischia via via che esse mi erano segnalate o che, comunque, ne venivo a conoscenza.

L'isola d'Ischia, fortemente tormentata in passato da un intenso vulcanismo, presenta ancora oggi, sia pure in forma molto attenuata, manifestazioni che a tale attività vanno collegate; lo dimostrano le numerose sorgenti termali e fumarole. Queste ultime, che sono poi quelle che più ci interessano, sono

frequentissime e se ne trovano sparse un po' dovunque: in montagna, sulle arene marine, negli incolti, nei campi, nei vigneti, lungo muri di cinta e persino nelle case e negli scantinati. Rintracciare tutte le fumarole esistenti ad Ischia non è cosa agevole. Quando si tratta di zone ad attività fumarolica intensa il reperimento è facile vuoi perchè conosciute dai locali vuoi perchè facilmente identificabili a distanza, per il colore delle rocce e per l'aspetto della vegetazione circostante. Ma spesso si tratta di piccole bocche fumaroliche isolate, a debolissima attività, in certi casi anche transitoria.

Per svolgere l'indagine di cui sopra mi sono sforzato di visitare quante più fumarole mi è stato possibile e so bene di essere ben lungi dall'aver visto tutte quelle esistenti ad Ischia, per i motivi sopraccennati. Credo però di non aver tralasciato quelle più importanti e in ogni caso penso che l'elevato numero di fumarole con e senza *C. polystachyus* da me ispezionate mi abbia fornito un quadro abbastanza ampio della diffusione e delle esigenze ecologiche della specie in questione. Nella cartina annessa al presente lavoro sono riportate tutte le fumarole da me visitate di guisa tale che rimanga documentata la attuale diffusione del *Cyperus polystachyus* ad Ischia. Esse sono riportate anche nell'elenco che segue; per alcune è data qualche indicazione che serve a facilitarne il reperimento. Sono contrassegnate da * quelle fumarole in cui il *Cyperus polystachyus* è presente. Il numero che precede corrisponde al numero riportato sulla carta.

Ed ecco l'elenco:

- 1 Fumarole in prossimità della spiaggia di S. Montano addossate alle pendici del Monte Vico
- 2 Fumarole delle stufe di S. Lorenzo (3)

(3) TENORE (1842) annotando l'itinerario botanico fatto all'isola di Ischia nel 1802 dice che il *Cyperus polystachyus* sarebbe stato trovato anche alle fumarole delle stufe di S. Lorenzo. Non escludo che possa trattarsi di un lapsus per vari motivi. Il GUSSONE (1854), che in quel torno di tempo pur visitò queste «stufe» prendendovi anche le temperature, non parla della esistenza della pianta in questione la quale del resto non vi è stata ritrovata neanche da me. Inoltre si tenga presente che queste fumarole non sono libere, ma a bocche artificiali rappresentate, sin da quando TENORE scriveva, da tubi di terracotta fuoriuscenti dal terreno e pertanto tutt'altro che adatte all'impianto del *Cyperus polystachyus*.

- * 3 Fumarole della località «Fumarole», lungo il sentiero che dalla Montagna Nuova conduce a Forio
- * 4 Fumarole nella parte alta della cava Scialicco (cava Petrone) al di sopra di casa Verde
- 5 Fumarole al di sotto della carrozzabile che da Forio conduce a Panza, in corrispondenza del Belvedere che si affaccia nella spiaggia di Cetara
- * 6 Fumarole del Bellomo e del Vagnulo
- * 7 Fumarole in località «Pelagno» sul Monte Corvo, sotto la « Scarrupata »; si incontrano partendo dalla carrozzabile e passando per casa Migliaccio.
- 8 Fumarole della Guardiola verso Panza
- 9 Fumarole del vallone di Succhivo, sotto Serrara Fontana, raggiungibili partendo dalla nuova carrozzabile che da Panza porta a S. Angelo
- * 10 Fumarole del vallone delle Petrelle e del vallone Funno-lillo
- 11 Fumarole della spiaggia dei Maronti, in prossimità dei due valloni predetti
- 12 Fumarole nella parte bassa del sentiero che da Testaccio porta alla Marina dei Maronti
- 13 Fumarole in una casa di Testaccio
- 14 Fumarole di Campagnano, dietro casa Curci
- 15 Fumarole in una casa lungo la strada che da Ischia Ponte porta a Campagnano, poco prima di S. Michele
- 16 Fumarole nel podere di casa Lanfreschi, presso la strada che da Ischia Ponte porta a Campagnano
- * 17 Fumarole dello Spalatriello nei pressi del cratere dell'Arso, a monte di casa Bosco del Conte
- 18 Fumarole tra Ischia Porto ed Ischia Ponte, sul muro della strada «Discesa dell'Addolorata»
- 19 Fumarole nella Pineta, nei pressi del N° 126 del corso Vittoria Colonna
- * 20 Fumarole del Rotaro a Fondo d'Oglio
- * 21 Fumarole di Pietra Vona
- * 22 Fumarole delle stufe del Tabor
- 23 Fumarole della Cava Fasaniello
- * 24 Fumarole di Monte Cito
- 25 Fumarole in un podere non molto discosto dalla cava La Rita, a monte di C. Fundera

L'elenco che precede lascia dedurre che in molte fumarole da me visitate non si trova traccia di *Cyperus polystachyus*. Nella maggioranza dei casi tale assenza è perfettamente spiegabile, specialmente se si tengono presenti le esigenze del nostro *Cyperus*. Infatti, l'esame comparativo delle stazioni di questa specie mette ben chiaramente in evidenza che essa è spiccatamente fotofila, e che, nel nostro clima, richiede un substrato umido, riscaldato, ma non eccessivamente, e soffice in modo da potervi affondare le radici. Quando non sussistono queste condizioni, o almeno alcune di esse, il *Cyperus polystachyus* non vi si può impiantare o, se semi vi pervengono, esso ha una vita effimera e non riesce a conquistare tali nuove stazioni. Così, ad esempio, le fumarole 2 (4) hanno le bocche costituite da tubi di terracotta di guisa tale che il vapore acqueo, non fuoriuscendo liberamente dal terreno, non permette la formazione di un substrato del tipo di quello richiesto da *Cyperus polystachyus*. Né d'altra parte c'è da aspettarsi che questa pianta possa crescere sui tubi di terracotta dove il pochissimo humus accumulato consente solo lo sviluppo di schizoficee e di muschi.

Talora (fumarole 8, 14, 16, 18) le fumarole, pur essendo libere, hanno le bocche che si aprono nel fondo di grotticelle, di fosse scavate per tenervi conigli, di forre. In questi casi la forte penombra — determinata o dalla profondità di tali cavità od anche dalla fitta ed alta vegetazione che le ricopre o, ancora, da entrambe — fa sì che la nostra specie, altamente lucivaga, non vi possa prosperare.

In altri casi le fumarole in questione, un po' per loro intrinseche particolarità un po' per loro giacitura, non riescono a dare al terreno circostante quella umidità sufficiente perchè vi possa vegetare il *Cyperus polystachyus*, come accade per buona parte delle fumarole 9. In particolare vanno ricordate le fumarole 11 nelle quali la assenza di questa specie è da attribuire oltre che alla secchezza anche alla particolare natura del terreno costituito da arene marine.

Nè vanno tralasciate quelle fumarole che hanno un condotto profondo e che si apre in una roccia compatta, liscia e verticale. In questo caso la bocca fumarolica rappresenta l'unica e

(4) I numeri si riferiscono alla numerazione riportata nell'elenco che precede e nella acclusa carta di Ischia.

sola via di uscita del vapore acqueo il quale, non potendo filtrare dal terreno circostante, non lo riscalda e non lo rende umido. Si aggiunga ancora che la verticalità della roccia e la mancanza di una qualsiasi sorta di terriccio su di essa non permetterebbe neanche l'impianto di semi del *Cyperus polystachyus* il quale allora potrebbe crescere solo nella parte più esterna della bocca fumarolica; ma, almeno nel caso della fumarola 5, quivi si ha una temperatura troppo elevata tale che esso non può sopportare.

Vi sono ancora altre piccole fumarole, del tipo della 12, le quali sono rappresentate da una sola piccola bocca nel cui interno appena si avverte un lieve calore. Manifestazioni, queste, troppo deboli ed insignificanti perchè possano creare un microambiente del tipo di quelli richiesti dal *Cyperus polystachyus* il quale, ovviamente, neanche può vivere nei pressi di quelle fumarole (13, 15) esistenti in terranei o scantinati e delle quali perciò nulla diciamo.

Dal commento testè fatto si deduce dunque che in molti casi l'assenza del *Cyperus polystachyus* in vicinanza di certe fumarole è perfettamente spiegabile. Tuttavia ciò non esclude che vi sia qualche stazione fumarolica la quale potrebbe essere colonizzata dalla nostra pianta. Ma è logico che in questi casi non bisogna essere categorici e pretendere che una specie si riscontri dovunque essa possa trovarvi condizioni atte al suo impianto. Il fatto importante è che, facendo astrazione da qualche caso particolare, in vicinanza delle fumarole colonizzate da *Cyperus polystachyus* si determinano dei microambienti diversi da quelli che si riscontrano nei pressi delle fumarole prive di questa pianta. Essa anzi appare notevolmente diffusa ad Ischia e la sua presenza in quasi tutte quelle stazioni dove si determinano condizioni adatte alla sua esistenza deve essere attribuita alla grande quantità di semi prodotti ed alla facilità colla quale essi vengono diffusi, trattandosi di specie a disseminazione anemofila.

ESIGENZE TERMICHE DEL *CYPERUS POLYSTACHYUS* RILEVATE NELLE SUE STAZIONI DELL'ISOLA D'ISCHIA

Come è stato accennato in precedenza, il *Cyperus polystachyus*, nel nostro clima, esige un substrato che oltre ad essere

sufficientemente umido sia anche riscaldato. La temperatura del terreno costituisce pertanto, nel caso in esame, un importante fattore ecologico che occorre rilevare con cura. Infatti, una volta assodato che questa specie ad Ischia non vive su terreno non riscaldato e che, d'altra parte, essa non si spinge fin nel punto di fuoriuscita del vapore là dove la temperatura può anche rasentare i 100°C, si prospettava interessante stabilire entro quali limiti di temperatura essa potesse vivere; quale fosse cioè la temperatura minima da essa richiesta e quale, d'altronde, quella massima che la danneggiava. Tanto più che già ad un esame superficiale era facile rilevare che le piante di *Cyperus polystachyus* occupavano solo un intervallo di quel gradiente termico orizzontale che, in terreno fumarolico, si stabilisce dal centro alla periferia cioè dalla zona più calda a quella meno calda.

Per eseguire questi rilievi di temperatura a diversi livelli tanto nel terreno che al disopra di esso era necessario servirsi di strumenti che presentassero la parte sensibile poco voluminosa in modo da permettere rilievi di temperatura ad intervalli molto brevi. Per tale motivo ho utilizzato in parte termometri a bulbo molto piccolo ed in parte coppie termoelettriche preparate da me. Tali coppie risultavano costituite da fili di costantana e rame i quali, nel punto di contatto, cioè nella parte sensibile, erano inclusi in plastica (fusa al momento della inclusione) resistente a temperature elevate. Per il resto i fili correvano in tubo di plastica il quale, a sua volta, passava attraverso un supporto rigido di bachelite. In questo modo la parte sensibile veniva a trovarsi alla estremità di supporti rigidi i quali permettevano di conficcarla nel terreno al livello voluto. Dopo alcune prove ho preferito usare supporti di bachelite e non di metallo onde evitare che quest'ultimo, da buon conduttore di calore, potesse apportare o sottrarre calore al terreno in prossimità della parte sensibile. Tanto più che durante i rilievi tali supporti presentavano sempre la parte superiore al di fuori del terreno e talora addirittura al sole.

Va ancora tenuto presente che il rilievo del gradiente termico verticale, tanto fuori che nel terreno, andava fatto nel più breve tempo possibile o meglio addirittura contemporaneamente per i diversi livelli. E ciò specialmente al sorgere ed al tra-

montare del sole quando in breve intervallo di tempo si hanno sensibili variazioni della temperatura ambiente. Per questo scopo era necessario approntare un dispositivo che permettesse di leggere successivamente ed a brevissimi intervalli i valori dati da più coppie situate in diversi punti. Ciò è stato risolto facilmente preparando una cassetta di commutazione cui facevano capo undici coppie delle quali dieci servivano per i rilievi nei punti voluti ed una fungeva da coppia di riferimento e perciò era tenuta in termos con ghiaccio fondente. Quando si doveva leggere il valore dato da una determinata coppia essa veniva collegata alla coppia di riferimento mediante il dispositivo di commutazione. Le giunture, le saldature, etc. esistenti nel dispositivo di commutazione erano disposte in modo da essere esposte tutte alla medesima temperatura ambiente onde evitare che esse potessero funzionare da coppie intermedie tra le due coppie estreme e quindi interferire con queste ultime i cui valori, in tal modo, sarebbero risultati falsati. La lettura veniva eseguita con microamperometro. Ogni coppia è stata tarata in modo da poter risalire poi dai microamperes ai gradi centigradi.

Avvertirò ancora che per i miei scopi le frazioni di grado mi si sono rivelate di scarsa importanza e pertanto, nella maggioranza dei casi, mi sono limitato ad indicare il $\frac{1}{2}$ °C.

I risultati di una serie di rilievi di temperature eseguiti nel terreno ricoperto da colonie di *Cyperus polystachyus* sono riportati nel prospetto che segue:

Temperature rilevate a diverse profondità del terreno
in corrispondenza di colonie di *Cyperus polystachyus*

Rilievo 1 - Monte Cito

	Superficie	cm. 2,5	cm. 4	cm. 7	livello massimo cui giungono le radici
	°C	°C	°C	°C	cm.
A	23	32	35	39,5	—
B	24	36	39,5	42	—
C	23,5	33,5	36	43,5	4
D	24	38	44	48	3,5

Rilievo 2 - Monte Cito

Data: 10-8-1956

Ora: 8,30

Temp. ambiente: 30°C

	Superficie	cm. 2	cm. 4	cm. 6	cm. 8	livello mass. cui giungono le radici
	°C	°C	°C	°C	°C	cm.
A	29	35	37	39	41	4
B	29	33	37	39	42	4
C	29	32	34	36	38	5

Rilievo 3 - Monte Cito

Data: 12-8-1956

Ora: 18,30

Temp. ambiente: 25°C

	Superficie	cm. 2	cm. 4	cm. 6	livello mass. cui giungono le radici
	°C	°C	°C	°C	cm.
	32	43	46	49	3,5

Rilievo 4 - Monte Cito

Data: 12-2-1957

Ora: 14

Temp. ambiente: 14°C

	Superficie	cm. 0,5	cm. 2,5	cm. 4	cm. 6	livello mass. cui giungono le radici
	°C	°C	°C	°C	°C	cm.
A	16	20	23	26	29,5	6
B	—	20	23,5	26	—	2
C	15	15,5	17,5	20,5	23,5	7
D	17	20	24	28	31,5	5
E	23	29	31,5	32	35	3

Rilievo 5 - Monte Cito

Data: 13-2-1957

Ora: 7,30

Temp. ambiente: 13°C

	Superficie	cm. 0,5	cm. 2,5	cm. 4	cm. 6	livello mass. cui giungono le radici
	°C	°C	°C	°C	°C	cm.
A	16,5	22	26	33	41	2
B	13	14	—	—	—	—
C	12	14	14	18	20,5	5
D	13,5	17	23	25	30	4
E	17	23	24	27	31	4
F	15	22	25	32	38	4
G	13,5	15,5	23,5	26	30	4
H	19,5	26	33	41	50	1,5

Rilievo 6 - Monte Cito

Data: 14-2-1957 Ora: 7,30 Temp. ambiente: 13°C

	Superficie	cm. 0,5	cm. 2,5	cm. 4	cm. 6	livello mass. cui giungono le radici cm.
	°C	°C	°C	°C	°C	cm.
A	23	28,5	31,5	36	40	2,5
B	18,5	24	27	30	36	3
C	20	22,5	26,5	32	36	3
D	26,5	32	38,5	43	48	2
E	25	29,5	37	41	47	—

Rilievo 7 - Monte Cito

Data: 14-2-1957 Ora: 9,30 Temp. ambiente: 13°C

	Superficie	cm. 0,5	cm. 2,5	cm. 4	cm. 6	livello mass. cui giungono le radici cm.
	°C	°C	°C	°C	°C	cm.
A	25	29,5	37	41	47	—
B	20	22,5	26,5	32	36	—

Rilievo 8 - Rotaro

Data: 9-2-1957 Ora: 13 Temp. ambiente: 12°C

	Superficie	cm. 2	cm. 4	cm. 8	livello mass. cui giungono le radici cm.
	°C	°C	°C	°C	cm.
A	15,5	27	31	36,5	—
B	21	28	33	—	—
C	18	31,5	32	37	—
D	32	35,5	36,5	48	—
E	18	21	25	32,5	—
F	21	26	26,5	—	—
G	17	23,5	28	—	—
H	22	31,5	34,5	41	—

Rilievo 9 - Rotaro

Data: 12-2-1957 Ora: 8 Temp. ambiente: 10°C

	Superficie	cm. 0,5	cm. 2,5	livello mass. cui giung. le radici cm.
	°C	°C	°C	cm.
A	16	26	28,5	—
B	21	27	32,5	—
C	20,5	30	33	—

Rilievo 10 - Tabor

Data: 13-2-1957 Ora: 12,30 Temp. ambiente: 14°C

	Superficie	cm. 0,5	cm. 2,5	cm. 4	cm. 6	livello mass. cui giungono le radici
	°C	°C	°C	°C	°C	cm.
A	24	26	32	34,5	37	1
B	20	24	30	37,5	43	1
C	22	28,5	35	41	45	1,5
D	21	28	32	37	40	1,5
E	22	27	29	31	32	2

Rilievo 11 - Spalatriello

Data: 13-2-1957 Ora: 18,45 Temp. ambiente: 12°C

	Superficie	cm. 0,5	cm. 2,5	cm. 4	cm. 6	livello mass. cui giungono le radici
	°C	°C	°C	°C	°C	cm.
A	18,5	21	26,5	31	34,5	1,5
B	—	21,5	24	—	—	—
C	—	22	25	—	—	—
D	20,5	26	30	34	37	2
E	23	29	32	35	37	1,5
F	22	28	35	41	47	—
G	—	26	31	—	—	—
H	20,5	26	28	35	38,5	—
I	—	26	34	—	—	—

Rilievo 12 - Cava Scialicco

Data: 15-2-1957 Ora: 12 Temp. ambiente: 12°C

	Superficie	cm. 0,5	cm. 2,5	cm. 4	cm. 6	livello mass. cui giungono le radici
	°C	°C	°C	°C	°C	cm.
A	22,5	26	33	38,5	45	2
B	23	30	34,5	39	43	2
C	28,5	35,5	39	43	47,5	1
D	26	34	38,5	42	45,5	1

Come si vede, i rilievi sono stati eseguiti in diverse stagioni e in diverse ore del giorno in modo che i dati risultano presi con una gamma piuttosto ampia di temperature ambientali. Prevalgono i rilievi presi nei mesi freddi poichè è soprattutto in questo periodo che la temperatura del terreno assume una importanza vitale per *Cyperus polystachyus*. Infatti saggi orientativi mi hanno dimostrato che la pianta, nel clima di Napoli e con terreno sufficientemente bagnato, vive benissimo durante l'estate fiorendo e fruttificando abbondantemente. Ma durante l'inverno essa di solito muore, anche se la temperatura non è eccessivamente fredda. Per tale motivo i rilievi presi durante l'estate sono pochi avendo semplicemente uno scopo orientativo. Essi, se mai, assumono importanza per risolvere un altro punto della biologia del *Cyperus polystachyus* e cioè fino a che punto esso, ed in particolare le sue radici, sopportano temperature elevate. Ma questo è argomento al quale qui accennerò soltanto e che, invece, sarà trattato più in particolare in altro lavoro.

Le profondità massime cui giungono le radici, così come sono riportate nel prospetto che precede, servono soltanto a dare un'idea approssimativa circa la loro attitudine a sopportare temperature elevate, ma esse non possono essere prese come valori assoluti perchè, come ho detto altrove, o occorrerebbe una lunga serie di rilievi presi opportunamente e per tutto un anno, oppure bisogna risolvere il problema per via sperimentale.

Sempre dal prospetto in questione si rileva che, per maggiore sicurezza, in ogni stazione si sono eseguiti pressochè simultaneamente più rilievi di temperatura in corrispondenza di diverse colonie. Ognuno di questi singoli rilievi eseguiti nello ambito di una determinata stazione è contrassegnato da una lettera dell'alfabeto. Avrei potuto anche riunire ogni gruppo di questi singoli rilievi in un rilievo unico, per ciascuna stazione, ricavato facendo le medie delle temperature ottenute ad ogni profondità. Ma ho preferito tenerli separati perchè mi interessava una analisi molto minuta che mi permettesse di stabilire i limiti di tutta quella gamma di variabilità termica realizzata in corrispondenza delle colonie di *Cyperus polystachyus*.

In certi casi mancano dei dati; ciò è dovuto, di solito, alla presenza nel terreno di sassi o di affioramenti di roccia com-

patta che non mi hanno permesso di portare lo strumento di misura alla profondità voluta.

I rilievi riportati non rappresentano certo tutti quelli da me eseguiti, ma solo una parte di essi. La scelta di quelli che presento al lettore è stata fatta avvalendosi del criterio di dimostrare tutta quella gamma di variabilità termica cui innanzi si è accennato. Pertanto sono stati esclusi quelli che presso a poco si ripetevano.

I valori del prospetto che precede sono espressi in forma grafica nelle figure 1 e 2. Per la elaborazione di questi grafici si è fatta ancora una ulteriore scelta nei confronti dei valori riportati nel prospetto più volte citato. E ciò allo scopo di non infittire di linee il grafico con conseguente scarsa chiarezza. Ma anche qui, come in precedenza, la scelta è stata fatta prendendo senz'altro le due serie di valori estremi e, quindi, alcune serie di valori intermedi. Si è ritenuto opportuno far comparire nei grafici anche la temperatura dell'aria presa nelle immediate vicinanze onde permettere un confronto visivo dei rapporti esistenti tra quest'ultima e la temperatura del terreno sia in superficie che in profondità. I cerchietti che talora appaiono sovrapposti alle curve indicano la profondità cui giungono le radici.

L'esame del prospetto e dei relativi grafici riportati nelle figure 1 e 2 fa rilevare innanzi tutto che la temperatura del terreno, laddove esistono colonie di *Cyperus polystachyus*, è sempre piuttosto elevata. Il riscaldamento proviene dagli strati profondi e quindi sono questi ultimi ad avere temperature più elevate degli strati superficiali. Si determina così una sorta di gradiente termico che è particolarmente evidente negli strati da noi presi in esame. Infatti qualche misura eseguita a maggiori profondità a titolo di saggio mi ha fatto rilevare che, pur sussistendo sempre questo gradiente, la curva relativa presenta una pendenza minore e tende alla orizzontalità a mano a mano che si scende in profondità. Ciò è determinato dal fatto che il riscaldamento è dato dal vapore acqueo caldo che ascende lungo il terreno e che ha una temperatura poco variabile. Negli strati superficiali invece, essendo favorita la dispersione, la temperatura del terreno varia in dipendenza dei fattori ambientali e, in ogni caso, decresce abbastanza rapidamente; quindi la cur-

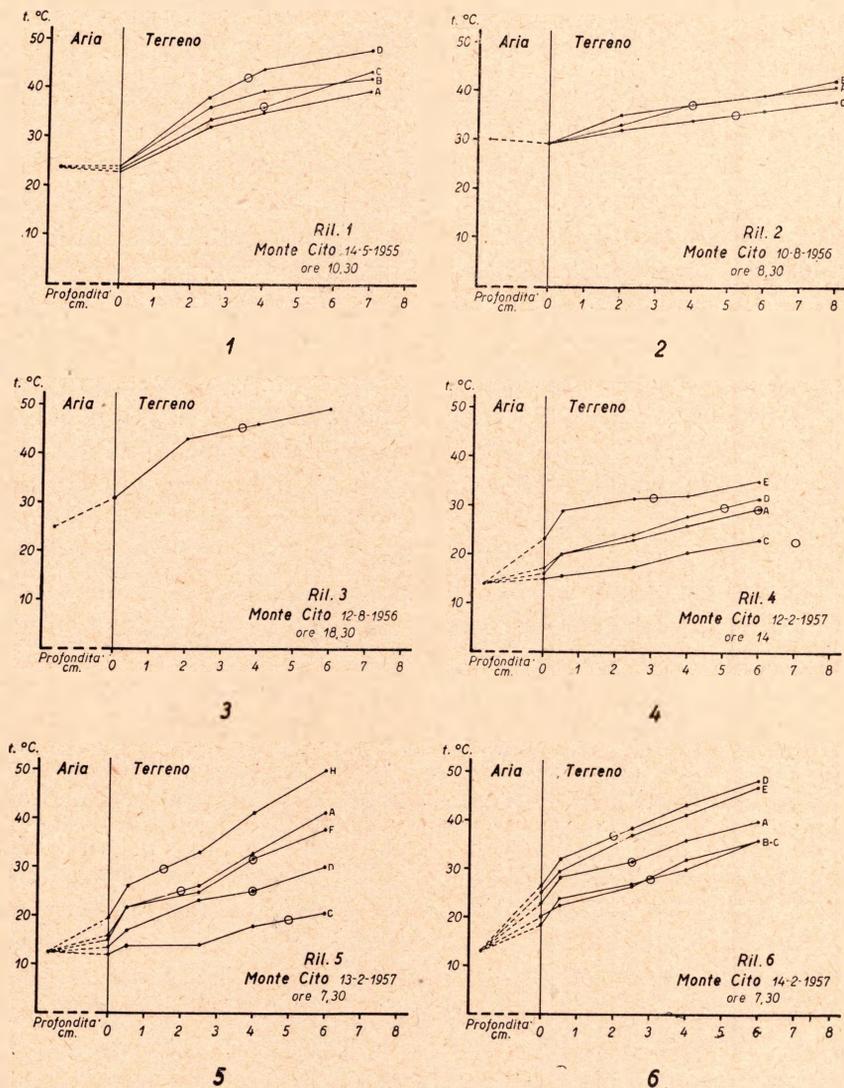


FIG. 1

Nelle figure 1 e 2 sono riportate alcune serie di rilievi di temperature eseguiti a varie profondità dei terreni fumarolici di Ischia, in corrispondenza di colonie di *Cyperus polystachyus*. Tali rilievi sono stati eseguiti in diverse stagioni, con varie temperature ambiente ed in più stazioni. Per ogni stazione è riportato un gruppo di rilievi ciascuno dei quali è indicato da una curva contrassegnata da una lettera corrispondente ai dati di cui ai prospetti delle pagine 32-35. In tutti i grafici la linea verticale indica la superficie del terreno e pertanto separa l'aria (a sinistra) dal terreno (a destra). La parte tratteggiata delle singole curve permette di fare un rapido confronto tra la temperatura della superficie del terreno e la temperatura dell'aria circostante misurata contemporaneamente ma a notevole distanza dal terreno fumarolico. I cer-

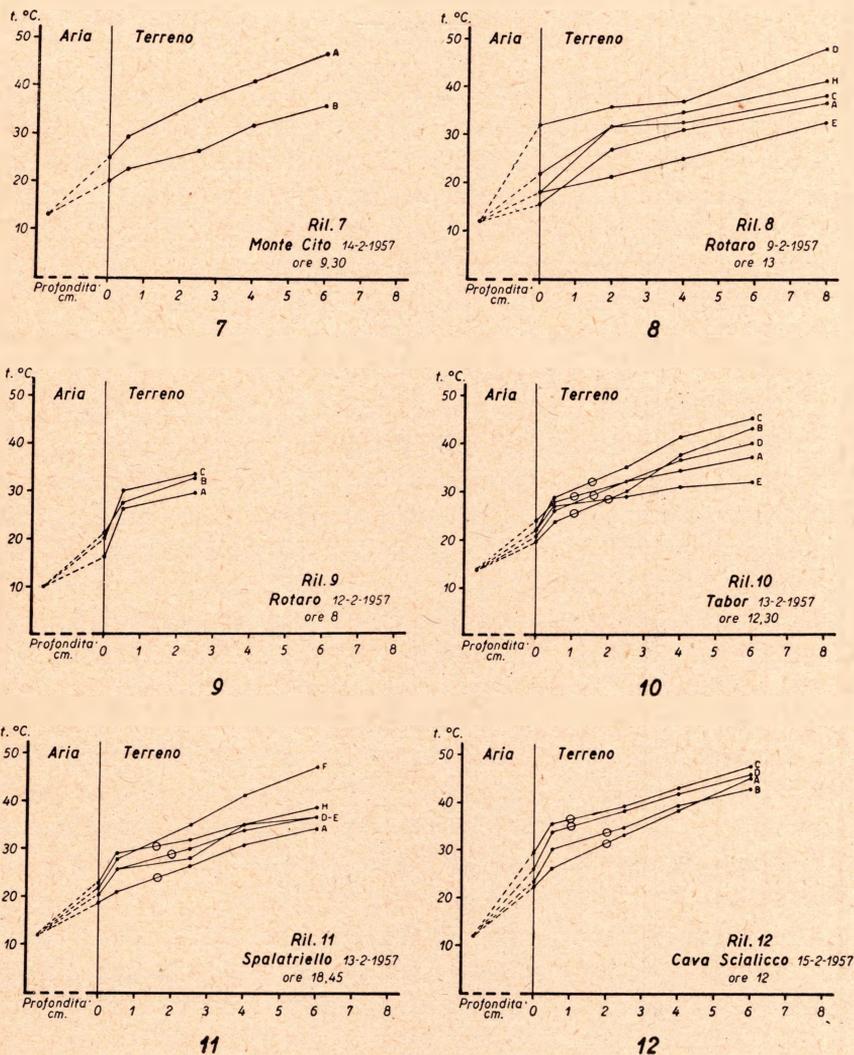


FIG. 2

chietti talora sovrapposti alle singole curve indicano la profondità massima cui giungono le radici di *Cyperus polystachyus*. E' evidente che, in corrispondenza delle colonie della specie in questione, esiste sempre una termalità più o meno forte del terreno in conseguenza della quale la temperatura della superficie del terreno, specialmente nei mesi invernali, risulta abbastanza più elevata di quella dell'aria. Anche chiaramente dimostrata è l'esistenza di un gradiente termico verticale del terreno e la curva che lo esprime acquista una pendenza maggiore negli strati più superficiali del terreno a causa della forte dispersione che si realizza a questi livelli. In generale, quanto più bassa è la termalità del terreno tanto più profondamente arrivano le radici. Ulteriori particolari nel testo.

va che esprime il gradiente termico del terreno a questi livelli acquista una forte pendenza ed il gradiente stesso risulta più evidente. Ora è proprio l'esame di questa parte più superficiale del terreno che ci interessa in quanto è in essa che si allungano le radici di *Cyperus polystachyus*. Per tale motivo ho ommesso di riportare le temperature prese anche a profondità discrete (sino a 50 cm.) limitandomi, nei grafici di cui alle figure 1 e 2, alla profondità massima di 6 cm. sebbene normalmente i rilievi siano stati fatti in realtà sino a 10-12 cm.

In tali grafici si vede che la curva che esprime il gradiente termico acquista una notevole pendenza, specialmente nel primo centimetro di profondità e nei mesi freddi; sebbene un tale fenomeno sia spesso evidente pure nei mesi caldi, anche se meno accentuatamente. Ciò trova la sua naturale spiegazione nella forte dispersione che si realizza negli strati più superficiali del terreno. Inoltre c'è da far notare che in generale ad una temperatura più elevata degli strati superficiali corrisponde una più elevata temperatura degli strati sottostanti e viceversa, con conseguente regolarità delle curve. Tuttavia si notano delle eccezioni; ce ne offrono esempi la curva C del grafico 8, la curva B del grafico 10, la curva D del grafico 11, la curva A del grafico 12. La causa va ricercata in particolari caratteristiche di quei terreni come per esempio la struttura, la quantità di acqua etc.

Durante i mesi caldi la temperatura della superficie del terreno può essere superiore (grafico 3) o uguale (grafico 1) a quella dell'aria. In qualche caso (grafico 2) ho constatato invece che tale temperatura risultava di poco (1 o 2°C) inferiore a quella ambientale. Tuttavia ciò non desta meraviglia se si considera che il rilievo è stato fatto in un'ora (8,30) in cui la temperatura ambiente andava salendo rapidamente ed in un punto protetto dalle foglie di *Cyperus polystachyus* e perciò caratterizzato da una certa inerzia termica nei confronti dell'innalzamento di quella temperatura che si era abbassata durante la notte. In complesso però, i numerosi rilievi fatti durante l'estate, e qui riportati solo in minima parte per i motivi innanzi esposti, mi dimostrano che la temperatura a livello del terreno, anche nei mesi caldi, è superiore a quella ambientale, anche se di poco.

Questo fenomeno è molto più evidente nei mesi freddi, come risulta dai numerosi grafici (4 - 12) riportati nelle figure 1 e 2. Tali grafici e relativi prospetti mettono in evidenza che, con temperatura ambiente oscillante tra 10 e 14°C, le più basse temperature riscontrate in corrispondenza di colonie di *Cyperus polystachyus* a livello del terreno sono quelle della curva C (12°C) e della curva D (13°C) del grafico 5. Questi valori così bassi sono un po' in contrasto con le temperature riscontrate a livello del terreno nella maggioranza dei rilievi e nelle medesime condizioni ambientali; temperature, queste ultime, che normalmente superano i 15°C e spesso vanno oltre i 20°C. Ora non è facile stabilire se siano 12°C ovvero 15°C a rappresentare la temperatura minima che un terreno deve presentare alla sua superficie e nelle condizioni ambientali presenti al momento del rilievo perchè il *Cyperus polystachyus* possa superare l'inverno. Bisogna tener presente infatti che molto spesso, per cause intrinseche che qui non è il caso di discutere, la temperatura dei terreni fumarolici può variare indipendentemente dalle variazioni della temperatura ambientale, specialmente quando si tratta di deboli fuoriuscite di vapore più o meno lontane dalle vere bocche fumaroliche di una certa importanza. A me stesso è occorso di rinvenire su terreno caldissimo piante di *Cyperus polystachyus* quasi bruciate e morte molto probabilmente in seguito all'innalzamento di quella temperatura che in precedenza, essendo più bassa, aveva permesso il loro impianto ed il loro sviluppo. Viceversa in altri casi, mettendomi nelle stesse condizioni di rilievo, ho constatato a distanza di tempo un certo raffreddamento nello stesso punto. In conseguenza, quando vediamo che la temperatura di 12-13°C a livello del terreno compare in un solo rilievo eseguito nella stessa zona, mentre per tutti gli altri rilievi si hanno valori che vanno oltre i 15°C, potremmo anche pensare che si tratti di un abbassamento della termalità del terreno instauratosi in quel punto di recente; tanto più che i rilievi eseguiti ad una certa profondità hanno messo in evidenza che senza dubbio si tratta di un terreno riscaldato.

Pertanto forse è preferibile dire che con temperatura ambiente di 10-14°C la minima temperatura riscontrata a livello del terreno, tra colonie di *Cyperus polystachyus*, si aggira intor-

no ai 15°C. Del resto, da quanto è stato detto sin'ora e da quanto dirò più dettagliatamente in seguito, risulta ben evidente che, a causa di numerosi fattori intrinseci ed estrinseci, sussiste una certa variabilità delle temperature dei terreni fumarolici. Quindi i dati ricavati dai rilievi hanno valore orientativo e non vanno interpretati rigidamente.

Sempre dai grafici delle figure 1 e 2 risulta anche che le temperature più basse riscontrate a 4 cm. di profondità sono quelle della sopra menzionata curva C del grafico 5 (18°C) e della curva C del grafico 4 (20°,5). Le temperature più alte riscontrate alla superficie del terreno sono di 32°C (curva D, grafico 8) e di 28°,5 (curva C, grafico 12). A 4 cm. di profondità, invece, abbiamo trovato i massimi di 43°C (curva D, grafico 6) e di 42°C (curva D, grafico 12). Anche questi dati vanno interpretati tenendo presente che la temperatura ambiente, durante il loro rilievo, era di 10-14°C; essi debbono essere valutati con una certa larghezza per quanto è stato detto nelle righe che precedono.

Le figure 1 e 2 lasciano rilevare anche (a mezzo di cerchietti sovrapposti alle curve) la profondità massima cui giungono le radici di *Cyperus polystachyus*. Sebbene queste misure non siano state prese in tutti i casi, sembra abbastanza evidente che per ciascun gruppo di rilievi di uno stesso grafico le radici siano tanto più superficiali quanto più elevata è la temperatura del terreno. Da tali grafici e dai relativi prospetti si deduce che nei mesi freddi la massima temperatura cui giungono le radici è di 37°C (curva D, grafico 6) mentre durante l'estate essa è di 45°C (grafico 3) sebbene, per i mesi caldi, non abbia che questo solo rilievo. Ma come ho detto anche in altra occasione, qui preferisco non impegnarmi tentando di dare una risposta esauriente ad un così interessante quesito sulla base di pochi rilievi eseguiti in natura e, per giunta, influenzati da tanti fattori. Ri-tratterò in seguito il problema affrontato sperimentalmente. Per ora mi basti dire in generale che le radici di *Cyperus polystachyus* manifestano una discreta resistenza agli innalzamenti di temperatura; ed anzi l'esperienza acquisita in tre anni di assidue visite fatte in tutte le stagioni a queste stazioni mi ha convinto che la pianta in questione riesce a vivere sui terreni caldi proprio per tale proprietà delle sue radici. In complesso però ho avuto l'impressione che le radici di *Cyperus polysta-*

chrys non siano capaci di sopportare un eccessivo riscaldamento certamente inferiore ai 70°C indicati da GUSSONE (5) e al di sotto anche dei 60°C riportati come massimo da TENORE (1824). Forse il limite sta proprio tra i 40°C, giusta indicazione di PEDICINO, ed i 50°C indicati da TENORE (1824). Tali dati orientativi per ora sono sufficienti dato che in questa sede mi interessa precipuamente mettere in evidenza le esigenze termiche del *Cyperus polystachyus* e non il limite di resistenza al riscaldamento presentato dalle sue radici.

Nel prospetto che segue sono riportate le temperature prese pressochè contemporaneamente in due distinte zone. L'una rappresentata da un terreno caldo occupato da colonie di *Cyperus polystachyus*, l'altra costituita da un praticello situato nelle vicinanze ma su terreno non riscaldato.

Confronto tra le temperature medie del terreno
rilevate in stazioni con e senza *Cyperus polystachyus*
13-2-1957, ore 8, temp. aria 13°C

	superficie °C	cm. 0,5 °C	cm. 2,5 °C	cm. 4 °C	cm. 6 °C
Con colonie di <i>Cyperus polystachyus</i>	18,80	23,24	28,08	32,62	37,87
Senza colonie di <i>Cyperus polystachyus</i>	12,50	14,25	15,25	16,15	16,80

Da questo prospetto, e meglio ancora dal relativo grafico (fig. 3), risulta evidente che sussiste una notevole differenza di temperatura tra il terreno occupato dal *Cyperus polystachyus* e quello che ne è privo. La curva che si riferisce al terreno non riscaldato dimostra, è vero, di avere una temperatura superiore a quella dell'aria, tranne che in superficie. Ma bisogna tener presente che il rilievo è stato eseguito in mattinata presto (ore 8) e che il terreno in questione durante il giorno preceden-

(5) In una vecchia e manomessa copia della flora inarimense del GUSSONE conservata nella biblioteca dell'Orto Botanico di Napoli i 70°C sopra indicati sono corretti a 50. Non so chi abbia fatto questa correzione manoscritta, ma mi pare si tratti di calligrafia di TENORE, anche a dedurre da altri appunti manoscritti esistenti nello stesso volume.

te è stato colpito dal sole e quindi ha immagazzinato calore. Quanto poi alla temperatura messa in evidenza da questa stessa curva a livello del terreno, essa risulta leggermente inferiore-

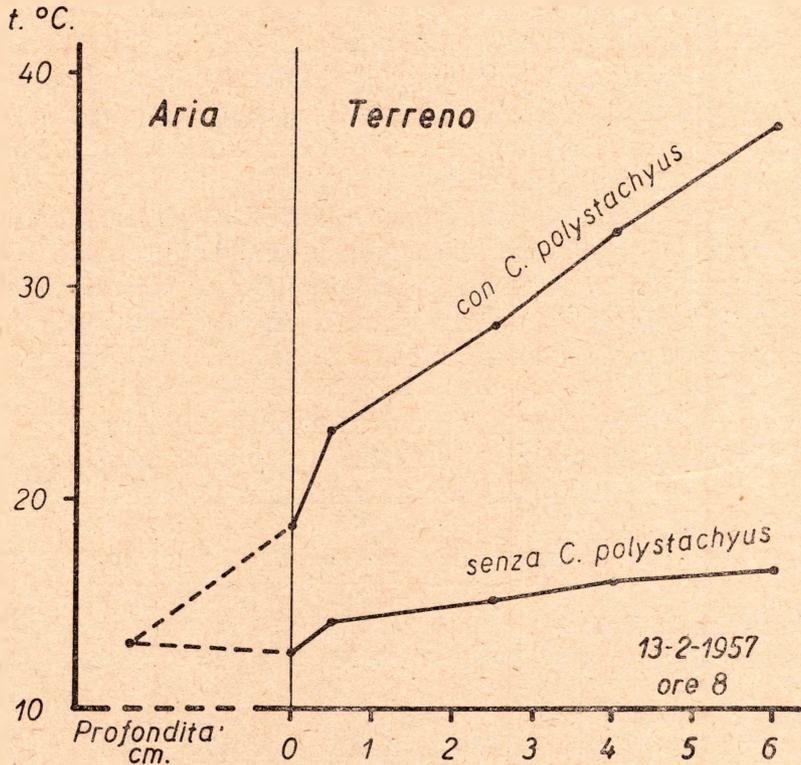


FIG. 3

Confronto tra le temperature rilevate simultaneamente a varie profondità di due terreni (esposti alle medesime condizioni ambientali) dei quali l'uno è fumarolico ed è occupato da *Cyperus polystachyus* mentre l'altro non è riscaldato ed è ricoperto da altre specie. Il lieve riscaldamento che si riscontra in quest'ultimo terreno, nei confronti della temperatura ambiente, è dovuto al calore immagazzinato durante l'insolazione del giorno precedente. E' evidente la netta differenza di termalità esistente tra i due terreni.

re a quella dell'aria. Per la spiegazione di tale fatto vige la stessa considerazione fatta per il grafico 2 della fig. 1 e cioè che il rilievo è stato eseguito al mattino presto, vale a dire in una ora in cui la temperatura dell'aria andava innalzandosi mentre a

livello del terreno, sotto le foglie delle piante costituenti il praticello, ancora si risentivano gli effetti dell'abbassamento di temperatura realizzatosi durante la notte.

In ogni caso, quello che è importante mettere in evidenza è la netta differenza di termalità esistente tra i due terreni. A tale confronto va attribuito grande valore in quanto i due rilievi sono stati eseguiti contemporaneamente e quindi a parità di condizioni ambientali. Tanto più che si è avuta cura di scegliere due zone che durante il giorno precedente erano state esposte ad una insolazione della stessa durata. Di conseguenza l'unica differenza era costituita da quel gruppo di fattori propri ai terreni fumarolici presenti nell'una zona ed assenti nell'altra. Risulta quindi evidente ancora una volta che le colonie di *Cyperus polystachyus* sono impiantate su terreno caldo.

Ma la più bella dimostrazione della termofilia che questa specie manifesta nel nostro clima si ha in quel complesso di rilievi riportati nel grafico sintetico della fig. 4. Tali rilievi sono stati eseguiti in una sorta di radura sita sulle pendici del monte Rotaro, in località Fondo d'Oglio. Nella boscaglia circostante ho notato *Quercus Ilex*, *Arbutus Unedo*, *Viburnum Tinus*, *Erica arborea*, *Mirtus communis*, *Cistus salvifolius*, *Smilax aspera*, *Asparagus acutifolius*, *Ruscus aculeatus*, ecc.; qualche esemplare di mirto, di cisto e di erica si spingeva sino al centro della radura in questione, la quale era ricoperta da un praticello verde (6) molto rigoglioso.

In questa radura pianeggiante di tanto in tanto si notavano delle bocche fumaroliche ora più grandi ora più piccole, ma sempre situate sul fondo di buche. Evidentemente la radura era determinata proprio dalla termalità del substrato il quale impediva alla maggior parte delle specie arbustive ed arboree di sviluppare radici in profondità. Le buche sopra menzionate ospitavano colonie di *Cyperus polystachyus* il quale, però, com-

(6) Data l'epoca del rilievo, non posso fornire ragguagli circa le specie — rappresentate da individui non fioriti e giovanissimi — che costituivano questo pratello. Molto abbondanti erano una graminacea ed una ombrellifera e tra di esse discontinuamente comparivano due *Verbascum*, un *Lotus*, un *Erigeron*, un *Sonchus*, *Dactylis glomerata*, *Tri-folium subterraneum*, *Anagallis*, *arvensis*, *Sherardia arvensis* e qualche altra ancora.

pariva con una certa discontinuità anche nel mezzo del praticello erboso, laddove, almeno apparentemente, non si notava attività fumarolica.

Poichè a me interessava rilevare le temperature del terreno proprio in corrispondenza di queste ultime colonie di *Cyperus polystachyus*, ho disteso sul prato, come per un transect, una corda lunga venticinque metri disponendola in modo che essa incontrasse solo il praticello verde e le colonie in questione, ma non le fumarole. Lungo questa corda, per ventitre metri, ho rilevato le temperature ad intervalli compresi tra i 20 cm. ed il metro rispettando intervalli più brevi in corrispondenza delle zone più interessanti. Per quanto riguarda la profondità ho eseguito rilievi partendo dalla superficie sino a 12 cm. di profondità; ma poi nel grafico ho riportato soltanto i rilievi eseguiti a tre livelli: superficie del terreno, 4 cm. e 8 cm. Non ho creduto opportuno andare oltre gli 8 cm. perchè le radici di *Cyperus polystachyus* non vanno oltre questa profondità. Nè d'altra parte ho riportato i valori intermedi corrispondenti a cm. 2 e 6 poichè esattamente intermedi rispettivamente tra 0 e 4 cm. e tra 4 e 8 cm. Causa le numerose misure, il rilievo è stato lungo (circa 10 ore). Tuttavia i dati ottenuti per i diversi livelli sono confrontabili in quanto durante il rilievo il cielo è stato coperto e la temperatura ambiente ha oscillato di poco (11,5 - 12,5 °C).

Già un primo esame sommario del grafico lascia vedere che innalzamenti di temperatura si hanno in tre tratti e cioè intorno ai 6 metri, tra i 13 e 18 metri e intorno ai 21 metri. E' esattamente in corrispondenza di questi tratti che compaiono colonie di *Cyperus polystachyus* mentre nelle zone intermedie c'è prato. Osservando più in particolare il grafico relativo alla superficie del terreno si vede che le colonie della nostra pianta compaiono solo dove la temperatura, a questo livello e con le condizioni ambientali presenti al momento del rilievo, supera i 15°C. E ciò trova conferma non solo negli intervalli 0 - 6 metri, 6 - 13 metri, 18 - 21 metri e 21 - 23 metri, ma anche nel tratto compreso tra 13 e 18 metri. Quivi infatti si osserva che, sempre a livello del terreno, la temperatura sale oltre i 15°C in più punti ma talora ne discende anche al disotto. E, se si considera quanto è stato detto in precedenza, si deve pensare che non è certo casuale il fatto che le colonie di *Cyperus polystachyus*

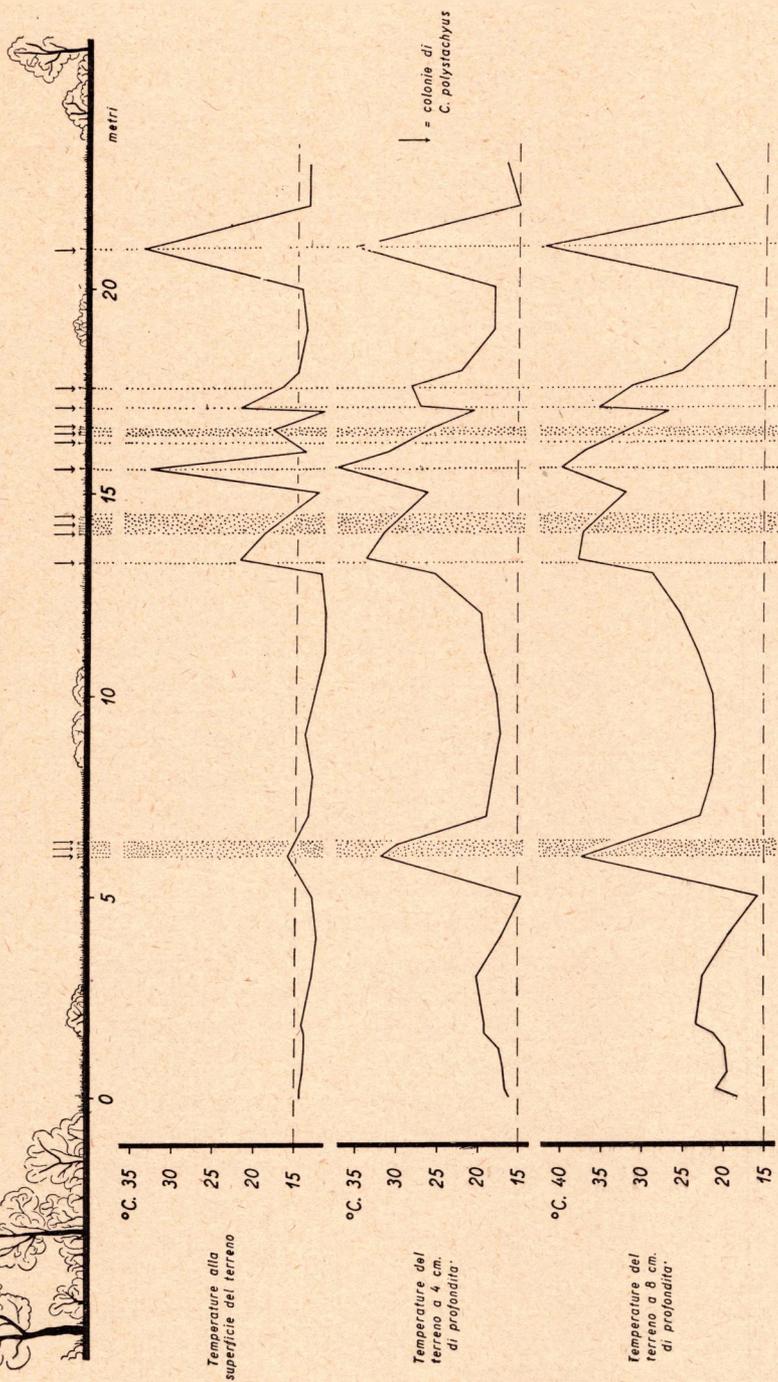


FIG. 4

Transect termico di metri 23 eseguito il 9-2-1957 a diversi livelli del terreno in una radura del monte Rotaro (Fondo d'Oglio) dove, in un rigoglioso prato, si incontrano molto discontinuamente colonie di *Cypripus polystachyus* anche laddove, almeno apparentemente, non si rileva attività fumarolica. Si noti come queste colonie compaiano solo in quei tratti caratterizzati da una più elevata temperatura del terreno. Durante il rilievo, durato circa 10 ore, gli strati superficiali del terreno sono stati influenzati poco dalle condizioni ambientali perchè il cielo sempre coperto ha escluso l'insolazione diretta del terreno e poco ha oscillato la temperatura ambiente (°C 11,5 - 12,5).

manchino in questi punti. Ci si potrebbe chiedere perchè tali colonie siano assenti anche in certe zone dove la temperatura è superiore ai 15°C a livello del terreno (7). La risposta risiede nella considerazione che in questi casi non bisogna essere rigidi e pretendere che dovunque ci sia riscaldamento ci siano colonie della nostra ciperacea; sarebbe lo stesso che voler pretendere, generalizzando, la presenza di una specie dovunque sussistano condizioni ambientali, sensu lato, ad essa favorevoli. Importante è constatare l'inverso e cioè che costantemente dove non c'è riscaldamento del terreno — o dove questo non raggiunge certi valori — non c'è *Cyperus polystachyus*.

Se si considerano le temperature registrate a 4 e a 8 cm. di profondità nei primi cinque metri si constata anche qui una certa termalità del terreno. Ma essa non ha una intensità tale da permettere che, a livello del terreno e nelle condizioni ambientali presenti al momento del rilievo, si realizzi una temperatura di 15 o più °C.

Evidentemente in profondità, in tutta la radura, deve esservi termalità del terreno; essa però appare discontinuamente in superficie perchè è solo in certi tratti che il vapore acqueo, con intensità varia da punto a punto, ha trovato la via per fuoriuscire dal terreno. Infatti già nel nostro rilievo si vede, per esempio, che a 8 cm. di profondità la temperatura tende ad uniformarsi tra i 13 ed i 18 metri del transect, fatto, questo, che diventa ancora più evidente a 12 cm. di profondità, come da rilievo che, per i motivi anzidetti, non ho riportato nel grafico.

Da tutto quanto è stato esposto si conclude che la termalità del terreno permette la sopravvivenza del *Cyperus polystachyus* solo se la sua intensità è tale da riuscire a determinare una certa temperatura alla superficie del terreno; temperatura che, nelle condizioni del nostro rilievo, deve essere superiore ai 15°C. Ciò si spiega facilmente tenendo presente che non solo e non tanto le radici della pianta in questione devono essere protette da un abbassamento di temperatura ma anche la sua parte epigea la quale, per sua natura, non si solleva troppo sulla

(7) Non entro in merito al caso in cui l'assenza di *Cyperus polystachyus* è determinata da una temperatura eccessiva, perchè esso non si presenta nell'intervallo considerato.

superficie del terreno. Ora la protezione di tale parte epigea si realizza solo quando la temperatura della superficie del terreno è tale da riuscire a mantenere relativamente elevata anche la temperatura dell'aria per qualche centimetro al disopra di esso. Ho potuto constatare infatti, in rilievi eseguiti d'estate e d'inverno, che la temperatura al disopra del suolo e in corrispondenza di colonie di *Cyperus polystachyus* risulta sempre più elevata, anche se di poco, nei confronti di quella dell'aria. Il che è molto evidente specialmente per i primi centimetri, come risulta dai dati riportati qui di seguito:

Temperature medie dell'aria al disopra del suolo
ricoperto da colonie di *Cyperus polystachyus*

Monte Cito, estate (12-8-1956), ore 7,30

Temp. ambiente	Sopra il livello del suolo			Nel suolo		
	cm. 20	cm. 5	cm. 1	cm. 0	cm. 2	cm. 4
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
26,5	26,50	27,25	28,25	33,50	42,75	45,90

Monte Cito, inverno (14-2-1957), ore 9

Temp. ambiente	Sopra il livello del suolo			Nel suolo			
	cm. 15	cm. 6	cm. 1,5	cm. 0	cm. 0,5	cm. 2,5	cm. 4
°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
13	14,80	15,50	16,50	22,50	26,00	31,75	36,50

Anche il grafico (figura 5) ricavato con questi dati dimostra chiaramente l'esistenza di un certo innalzamento di temperatura al di sopra del terreno occupato da colonie della nostra pianta.

Tale grafico è costruito con valori medi rilevati durante l'estate e durante l'inverno, e poichè esso serve proprio a dimostrare l'innalzamento di temperatura che si realizza al disopra del terreno che ospita il *Cyperus polystachyus*, a differenza di altri grafici riportati in precedenza, presenta molto più sviluppata la parte che riguarda l'aria, meno quella che concerne il

terreno. Il confronto tra le due curve, che è lecito anche se i livelli dei rilievi estivi e di quelli invernali non sono gli stessi essendo stati presi in momenti differenti, dimostra in modo molto palese che nei mesi freddi la temperatura dell'aria, nelle stazioni della ciperacea in oggetto e a piccola distanza dal terreno, scende rispetto ai mesi caldi, ma è sempre più elevata di quella dell'aria circostante nel momento del rilievo.

Sia d'estate che d'inverno tale differenza è molto più accentuata nei primi due centimetri al di sopra del suolo; a livelli più elevati dalla superficie del terreno e fino a 5-6 cm. la temperatura risulta ancora un po' più elevata di quella dell'aria ambiente; ma poi, al di sopra di questi livelli, essa tende rapidamente ad uniformarsi con la temperatura ambientale. Tuttavia, confrontando le due curve, sembra che nei mesi estivi questa tendenza all'uniformità si concreti più rapidamente che nei mesi invernali.

Ma il fatto più importante per la sopravvivenza del *Cyperus polystachyus* durante l'inverno è che, nei primi 2 o 3 centimetri al di sopra del terreno dove esso vive, la temperatura dell'aria si mantiene più elevata di quella ambientale di un 6-10°C, a seconda dei casi. In questo modo viene assicurata una temperatura non letale non solo alla parte ipogea ma anche alle gemme e a molte foglie. Infatti queste ultime solo se sono molto sviluppate si allontanano molto dal terreno; ma allora esse, fuoriuscendo da quella zona in cui si realizzano le condizioni microclimatiche cui sopra si è accennato, molto spesso soccombono. Più volte ho osservato per l'appunto durante l'inverno colonie di *Cyperus polystachyus* con le foglie più grosse disseccate nella loro parte terminale che risultava essere poi la parte più distante dal suolo; al contrario le foglie meno sviluppate, e perciò più vicine al terreno, si presentavano perfettamente integre.

Risulta dunque ben chiaro che quell'innalzamento di temperatura che si riscontra per qualche centimetro al di sopra del terreno in corrispondenza delle colonie di *Cyperus polystachyus* è sufficiente perchè queste piante possano sopravvivere durante il nostro inverno.

Lo stesso grafico della figura 5 lascia vedere anche che la temperatura del terreno a profondità limitate, pur risultando

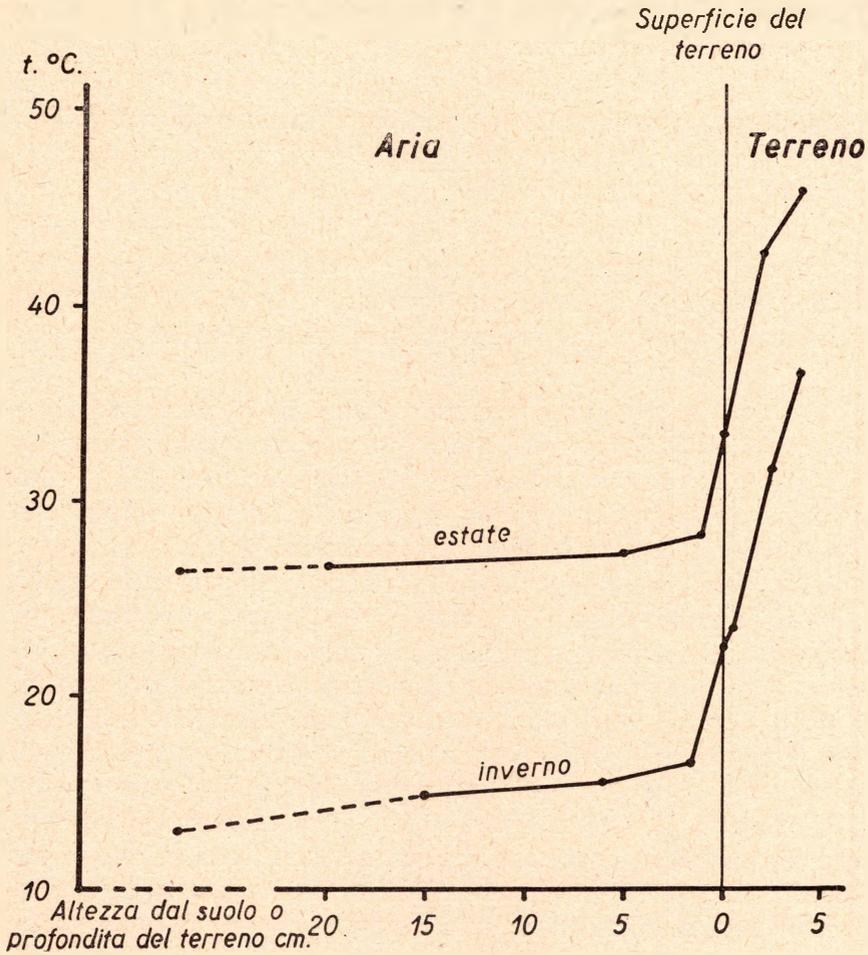


FIG. 5

Temperature medie dell'aria nei primi centimetri sopra il livello del terreno ricoperto da colonie di *Cyperus polystachyus*. Si rileva che d'estate, e specialmente d'inverno, sopra i terreni fumarolici, sia pure solo per qualche centimetro, la forte termalità del terreno realizza un microclima più caldo sufficiente a preservare dai rigori invernali le parti epigee e specialmente le gemme di *Cyperus polystachyus*.

sempre più elevata di quella dell'aria, si abbassa durante i mesi freddi. Ma ciò si deduce meglio dal grafico della figura 6 cui si riferiscono i dati seguenti:

Temperature medie rilevate contemporaneamente nell'aria e nel terreno occupato da colonie di *Cyperus polystachyus*.

	Inverno	Estate
Temp. media dell'aria	12,55	25,75
Temp. media alla superficie del terreno	20,60	27,06
Temp. media nei primi due cm. di profondità	27,14	31,00

Questi valori rappresentano delle medie di numerosi rilievi eseguiti tanto d'inverno che d'estate e, per quanto riguarda il terreno, si riferiscono soltanto alla superficie e ai due primi centimetri. L'esperienza mi ha permesso di rilevare infatti che a tali livelli si hanno le più forti variazioni.

Il grafico in esame mette in risalto innanzitutto il fatto che, nei terreni fumarolici ricoperti da *Cyperus polystachyus*, alle forti differenze esistenti tra le temperature dell'aria in inverno e quelle estive non corrispondono differenze così sensibili per il terreno. Più in particolare si può vedere che tali differenze, molto forti per l'aria, si rivelano di minore entità alla superficie del terreno e quindi ancora più attenuate entro i primi 2 centimetri di profondità. I rilievi oltre tale livello, sebbene non riportati nel grafico mi hanno mostrato che gli scarti tra temperatura estiva e temperatura invernale vanno ancora ulteriormente attenuandosi sino a scomparire del tutto. In altri termini possiamo affermare che nei substrati in questione, pur sussistendo delle variazioni di temperatura tra inverno ed estate, esse non sono mai così accentuate come nell'aria.

Inoltre si constata ancora che la differenza di temperatura tra terreno ed aria è molto più sensibile in inverno che in estate. Questo fatto è facilmente spiegabile tenendo presente che i terreni fumarolici hanno una propria termalità per la quale sussiste un certo limite. La temperatura ambientale, nel nostro clima, laddove vive il *Cyperus polystachyus*, risulta in ogni stagione sempre inferiore a questo limite al quale, però, è molto più prossima la temperatura dei mesi caldi che quella dei mesi

freddi. Quindi durante l'estate la minore dispersione di calore porta come naturale conseguenza un minore scarto di temperatura tra gli strati superficiali del terreno e l'aria.

Tanto la differenza di temperatura, nel terreno, tra estate

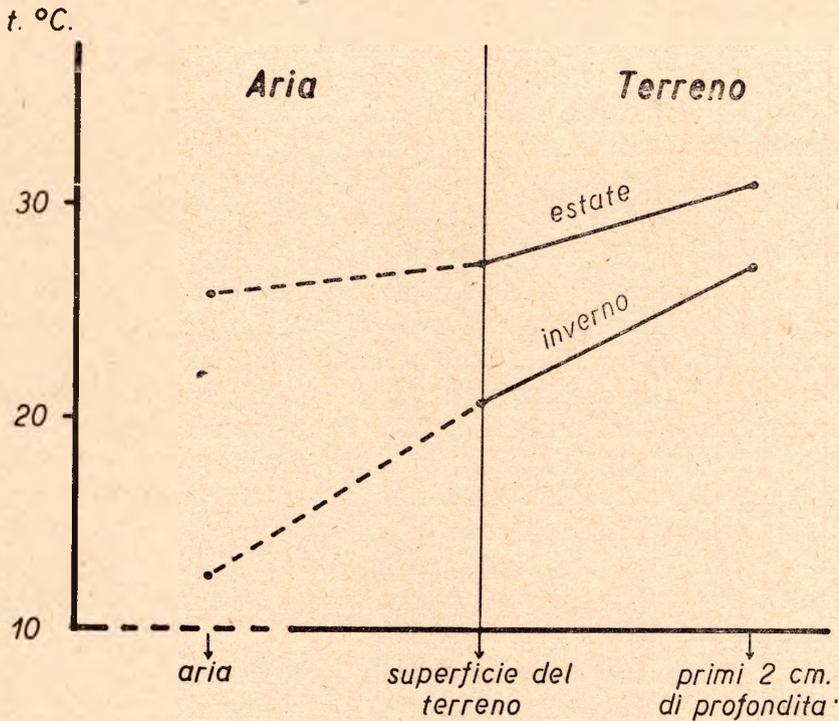


FIG. 6

Grafico mostrante che anche negli strati più superficiali dei terreni fumarolici ricoperti da *Cyperus polystachyus*, ad onta della forte dispersione del calore, la temperatura del terreno, pur abbassandosi durante l'inverno, risulta sempre abbastanza più elevata della temperatura ambientale. Tale fenomeno, anzi, è più accentuato proprio d'inverno cioè proprio quando le piante di *Cyperus polystachyus* si devono giovare di esso per superare i mesi freddi.

ed inverno quanto lo scarto esistente, nell'ambito di ogni stagione, tra terreno ed aria si fanno meno rilevanti allorquando aumenta la termalità fumarolica. Insomma più elevata è la temperatura del terreno fumarolico maggiore è la sua autono-

mia termica. Noi, però, non possiamo andare oltre un certo limite poichè laddove il terreno è molto caldo non vive il *Cyperus polystachyus* e quindi il problema non ci riguarda più.

La temperatura media alla superficie del terreno e in corrispondenza di colonie di *Cyperus polystachyus* risulta essere, in inverno, di 20°C circa; ciò conferma quanto abbiamo detto a proposito della curva C del grafico 5 (fig. 1) e cioè che, anche se in tale stagione si riscontra a livello del terreno qualche minimo abbastanza basso (12-13°C), esso deve essere interpretato come un'eccezione che può trovare una spiegazione tale da non farlo ritenere quel vero minimo che invece noi abbiamo supposto giacere, sempre nei mesi freddi, oltre i 15°C.

Tutto quanto è stato esposto precedentemente si vede bene dalla figura 7 la quale riproduce, riportato in scala, un rilievo di temperature effettuato tanto al di sopra che al disotto di un terreno in pendenza. Subito al disopra, a sinistra in alto, c'è una bocca fumarolica. Il rilievo è stato eseguito in febbraio, al mattino, con temperatura ambiente di 11-12°C dopo aver avuto cura di proteggere dalla insolazione il terreno in questione, sin da due giorni prima disponendo un telo a m. 1,50 dal suolo. Tale telo però è stato tolto la sera precedente alle misurazioni, onde evitare che la sua presenza potesse influenzare le temperature prese al disopra del terreno.

In complesso si constata che le temperature prese in corrispondenza della colonia di destra, più distante dalla bocca fumarolica, risultano un po' più basse di quelle riscontrate in prossimità della colonia di sinistra. Tale confronto, anzi, mette in rilievo che ciò si verifica per ogni livello, sia al di sopra che nel terreno. Questa differenza va accentuandosi a livello del terreno e, ancora più, dentro di esso; infatti, se a 15 cm. dal suolo la differenza tra la colonia di sinistra e quella di destra è di appena 1°,5, essa diventa di 5°C. a livello del terreno e addirittura di 11°C. a 6 cm. di profondità. L'innalzamento di temperatura riscontrato in corrispondenza della colonia di sinistra è dovuto alla sua maggiore vicinanza nei confronti della bocca fumarolica, non perchè il vapore caldo che fuoriesce da essa riscaldi di più il terreno ma perchè la termalità di quest'ultimo è, in tale punto, più elevata. Infatti, nella maggioranza dei casi, *Cyperus polystachyus* è impiantato su terreno riscaldato anche quando

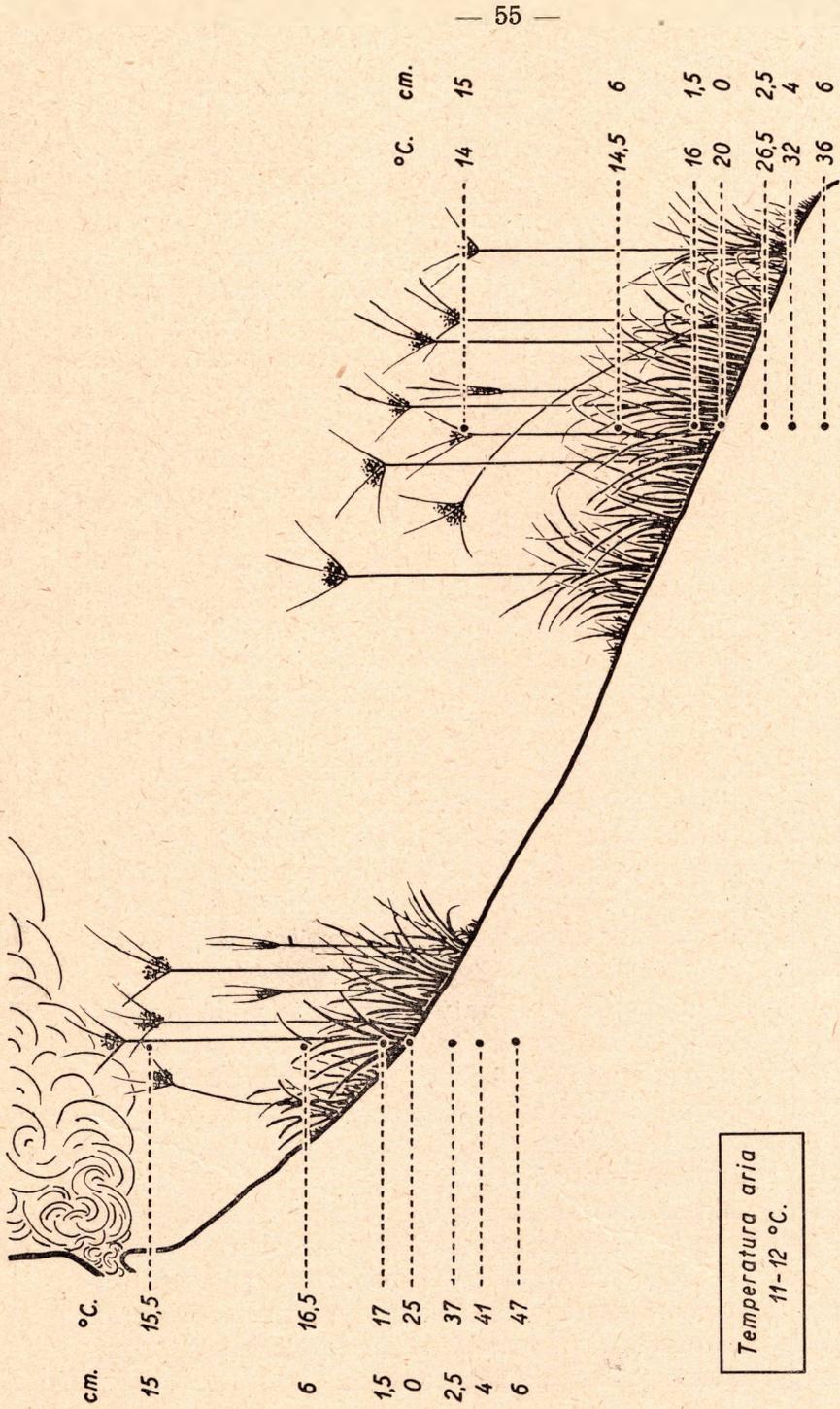


FIG. 7

Temperature rilevate nel terreno e al disopra di esso, in corrispondenza di due colonie di *Cyperus polystachyus* impiantate su di un pendio, a poca distanza da una bocca fumarolica (in alto a sinistra). Questo rilievo, riportato in scala, mette in evidenza tanto la termalità del terreno quanto il riscaldamento dell'aria immediatamente sovrastante e che circonda le piante di *Cyperus polystachyus*.

si trova in prossimità di fumarole. Solo in qualche caso particolare ho osservato che questa specie era impiantata su terreno non riscaldato ma in ambiente reso caldo da vapori abbondanti fuoriuscenti da una bocca fumarolica a condotto profondo. La causa di ciò evidentemente risiede nel fatto che il terreno caldo riesce a realizzare al di sopra di esso un microambiente la cui temperatura nei mesi freddi, pur abbassandosi, conserva una certa autonomia mantenendosi sempre più elevata nei confronti di quella ambientale. All'opposto, il riscaldamento della sola aria sovrastante ad un terreno freddo a mezzo di vapori caldi non è molto costante e facilmente riesce ad essere influenzato dalla temperatura ambiente; specialmente quando alla bassa temperatura ambientale si associa anche una forte ventosità che disperde rapidamente i vapori caldi. Tutto ciò può essere evitato solo quando siffatti vapori sfociano in una cavità non molto ampia e piuttosto profonda in modo che essi possano permanervi. Ma allora, perchè il *Cyperus polystachyus* sopravviva, deve realizzarsi ancora un'ulteriore condizione: i vapori non devono essere eccessivamente caldi, tanto da danneggiare la pianta.

Nella figura 8 appaiono alcuni dati termici presi per l'appunto in una sorta di cavità sul fondo della quale, a destra, è impiantata la bocca fumarolica. Tale cavità, che è situata in un prato pianeggiante, ospita delle colonie di *Cyperus polystachyus* e presenta un microclima caldo umido a causa del ristagno del vapore acqueo caldo che continuamente fuoriesce dalla bocca fumarolica.

In una giornata con temperatura ambiente piuttosto bassa (5°C.) e alquanto ventosa per forti raffiche di vento che si succedevano a brevi periodi di calma, ho fatto una serie di rilievi di temperature ad intervalli di circa 10 minuti, per la durata di 2 ore (dalle 6,30 alle 8,30) e sempre negli stessi punti indicati in figura. Durante i periodi di calma il vapore acqueo ristagnava e la temperatura saliva; ma quando il vento spirava forte questo vapore veniva disperso e la temperatura scendeva rapidamente. Questi forti sbalzi di temperatura erano determinati dal fatto che il terreno presentava una scarsa termalità mentre la temperatura microambientale elevata era determinata in prevalenza dal vapore acqueo caldo.

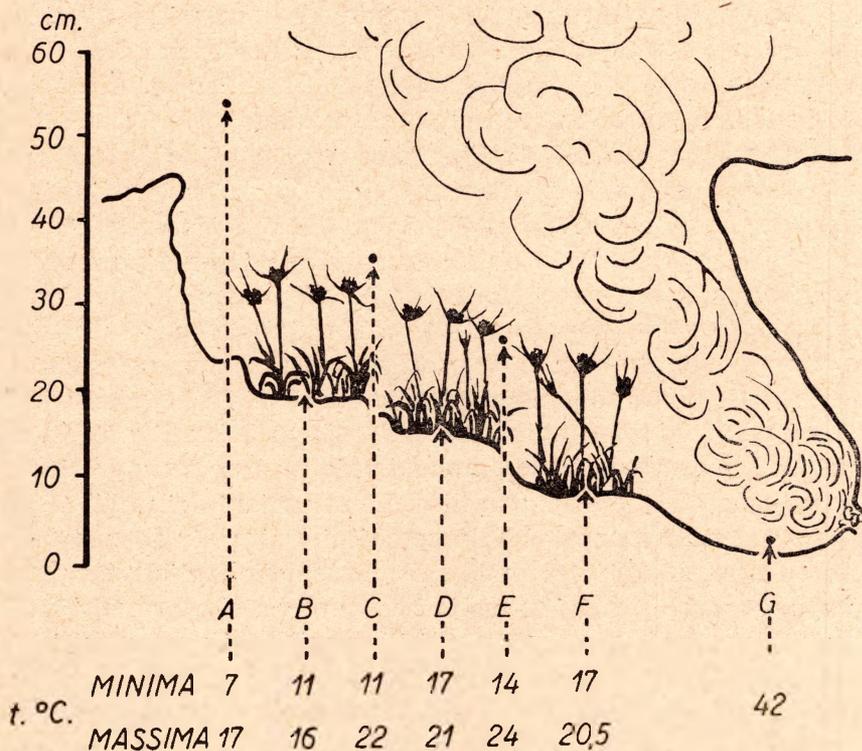


FIG. 8

Profilo di una cavità naturale situata in un prato pianeggiante ed occupata da colonie di *Cyperus polystachyus*; sul fondo di essa (in basso e a destra) si apre una bocca fumarolica. Nell'interno di questa cavità si realizza un microclima caldo-umido per il ristagno del vapore acqueo emesso dalla fumarola. Il disegno vuole mettere in evidenza le forti variazioni di temperatura riscontrate in tale microambiente, nello spazio di due ore, in giornata fortemente ventosa e con temperatura ambiente di 5°C. Queste notevoli variazioni termiche sono determinate dal fatto che, quando vi sono forti raffiche di vento, il vapore acqueo viene disperso subito e quindi la temperatura si abbassa; nel periodo di calma, invece, il ristagno del vapore acqueo è causa di un rapido innalzamento di temperatura. Tuttavia, anche quando si determinano notevoli cadute termiche, le piante di *Cyperus polystachyus* si trovano ad una temperatura abbastanza più elevata di quella dell'aria sovrastante alla cavità.

Nel profilo sono indicate le minime e le massime registrate. Dal loro esame si rileva che sussistono forti escursioni tanto per i punti A, C, E che per i punti B, D, F. Per i punti situati a distanza dal terreno questa constatazione è conforme all'aspettativa, ma non può dirsi lo stesso per i punti B, D ed F che sono situati a livello del terreno. Tuttavia anche quest'ultimo fenomeno può essere spiegato facilmente considerando che la termalità del terreno è molto bassa e, quindi, la temperatura relativamente elevata riscontrata alla superficie è determinata in prevalenza dal vapore acqueo caldo cioè da quel fattore il quale, per quanto è stato detto in precedenza, può essere fortemente attenuato dalle condizioni ambientali. Le escursioni dei punti A, C, E sono all'incirca della stessa intensità (10-11°C) però le temperature vanno aumentando a mano a mano che ci si avvicina alla bocca fumarolica. Le escursioni dei punti B, D, F, invece, sono meno forti sia perchè si tratta di zone più protette (in quanto più profonde e ricoperte dalle foglie) sia perchè sussiste sempre, anche se molto bassa, una certa termalità propria del terreno. In questi punti l'intensità delle escursioni decresce procedendo verso la bocca fumarolica (per B è di 5°C., per D è di 4°C., per F è di 3,5°C) fino ad essere nulla nel punto G.

Quanto poi alle temperature minime e massime, esse, a livello del terreno, aumentano procedendo dal punto B al punto D ma non dal punto D al punto F. Questo fatto è determinato dall'orientamento della bocca fumarolica il cui flusso di vapore colpisce meglio il punto D che il punto F.

L'esposizione che precede ci dimostra dunque che *Cyperus polystachyus* predilige i substrati caldi e non quei microambienti dove l'innalzamento di temperatura è determinata dal solo vapore acqueo. Infatti, come si è visto, un tale tipo di riscaldamento va soggetto a forti variazioni che rischiano di compromettere la vita di quegli individui che eventualmente se ne sono avvantaggiati in un primo momento, all'atto del loro impianto. Inoltre le forti escursioni riscontrate, anche se riguardano un caso limite, mettono vieppiù in evidenza il fatto che rilievi del genere devono essere interpretati con una certa elasticità ed a scopo orientativo, senza voler fissare limiti con eccessiva precisione.

ESIGENZE TERMICHE DEL *CYPERUS POLYSTACHYUS* RILEVATE PER VIA SPERIMENTALE

Tutto quanto è stato detto nel capitolo precedente dimostra in modo ben evidente che il *Cyperus polystachyus*, ad Ischia, vive soltanto laddove sussiste riscaldamento del terreno. Tuttavia ho voluto rendermi conto delle sue esigenze in fatto di temperatura anche per via sperimentale coltivando questa pianta fuori degli ambienti fumarolici di Ischia dove la si rinviene allo stato spontaneo.

Già TENORE, allorché (1824) rese nota la presenza del *Cyperus polystachyus* ad Ischia, riferì di aver provato a coltivarlo nell'Orto Botanico di Napoli. Egli poté così constatare che le piante tenute all'aperto morirono durante l'inverno, mentre quelle coltivate in serra sopravvissero. Quest'esperimento, per quanto esposto così succintamente, dimostrava dunque la termofilia della nostra ciperacea. Esso però era troppo semplice ed incompleto anche perché TENORE non fornì dati climatici relativi a quell'inverno nel quale tale esperimento fu condotto.

Per questo motivo ho ritenuto opportuno ritentare l'esperimento trasportando da Ischia piante della specie in questione che ho coltivata poi nell'Orto Botanico di Napoli. Le colture sono state effettuate sia all'aperto (su terreno riscaldato o non) che in serra (tanto fredda che calda). Quando esse sono state fatte in vaso, si è avuta cura di tenere i vasi stessi sempre immersi in acqua.

a) Coltura su terreno non riscaldato.

Al principio delle estati 1955 e 1956 ho trasportato da Ischia piante di *Cyperus polystachyus* le quali sono state poi trapiantate in vasi e tenute all'aperto. Durante tutta l'estate esse hanno fiorito e fruttificato in continuazione ed abbondantemente tanto da disseminarsi anche spontaneamente. Ed infatti in tali periodi, dovunque vi era un po' di terreno umido nelle vicinanze dei vasi di *Cyperus*, si vedevano numerose giovani piante di questa specie di varia età. Indice, questo, di una fruttificazione e di una disseminazione continuamente in atto. Si aggiunga

ancora che, sempre in tale periodo, gli individui adulti si moltiplicano abbondantemente producendo in abbondanza e senza interruzione gemme laterali; queste, nel giro di pochi giorni, si evolvono in germogli adulti con scapi fiorali i quali, a loro volta, producono alla base numerose altre gemme. Tale attività vegetativa è così intensa che due o tre piante isolate sono sufficienti a riempire in breve periodo una terrina, tanto da non lasciare scoperto il terreno in nessun punto, purchè esso sia mantenuto costantemente umido tenendo immersa in acqua la terrina stessa.

Questo fatto, del resto, si può constatare anche isolando da un cespo i singoli rigetti forniti appena di qualche radichetta. Si vedrà allora che in breve tempo ognuno di essi diventa il punto di partenza per la formazione di altrettanti rigogliosi cespi. Per tale via, tra il giugno ed il settembre, sono riuscito a riempire numerose terrine partendo da un solo individuo.

Tutto ciò dimostra dunque che a Napoli, nei mesi più caldi dell'estate, si realizza un clima oltremodo favorevole al *Cyperus polystachyus*.

Tuttavia, già alla fine di ottobre - principi di novembre, in entrambe le estati 1955 e 1956, si cominciavano a notare segni di sofferenza manifestantisi dapprima con il mancato sviluppo di scapi fiorali e poi con un lento disseccamento delle foglie. Il disseccamento cominciava dalle foglie più grosse e più esterne per poi estendersi lentamente alle foglie più centrali fino a giungere, infine, alle foglie delle giovani gemme in via di accrescimento. Ai primi di dicembre, tanto nel 1955 che nel 1956, gli individui adulti così rigogliosi nei precedenti mesi caldi si mostravano molto sofferenti, abbastanza sciupati e con molte foglie ormai completamente secche. Alla fine del successivo gennaio, rispettivamente 1956 e 1957, essi sembravano in buona parte morti. Ma in realtà esistevano ancora sotto le foglie secche delle gemme vive; ed infatti in tale periodo, se messi a 30°C., essi davano luogo a numerosi rigetti.

Un comportamento analogo hanno mostrato le piante giovani nate da seme durante le estati precedenti, con la sola differenza che esse già nel gennaio risultavano realmente morte.

Come si vede, dunque, il *Cyperus polystachyus* ha reagito quasi allo stesso modo nel primo periodo degli inverni 1955-1956

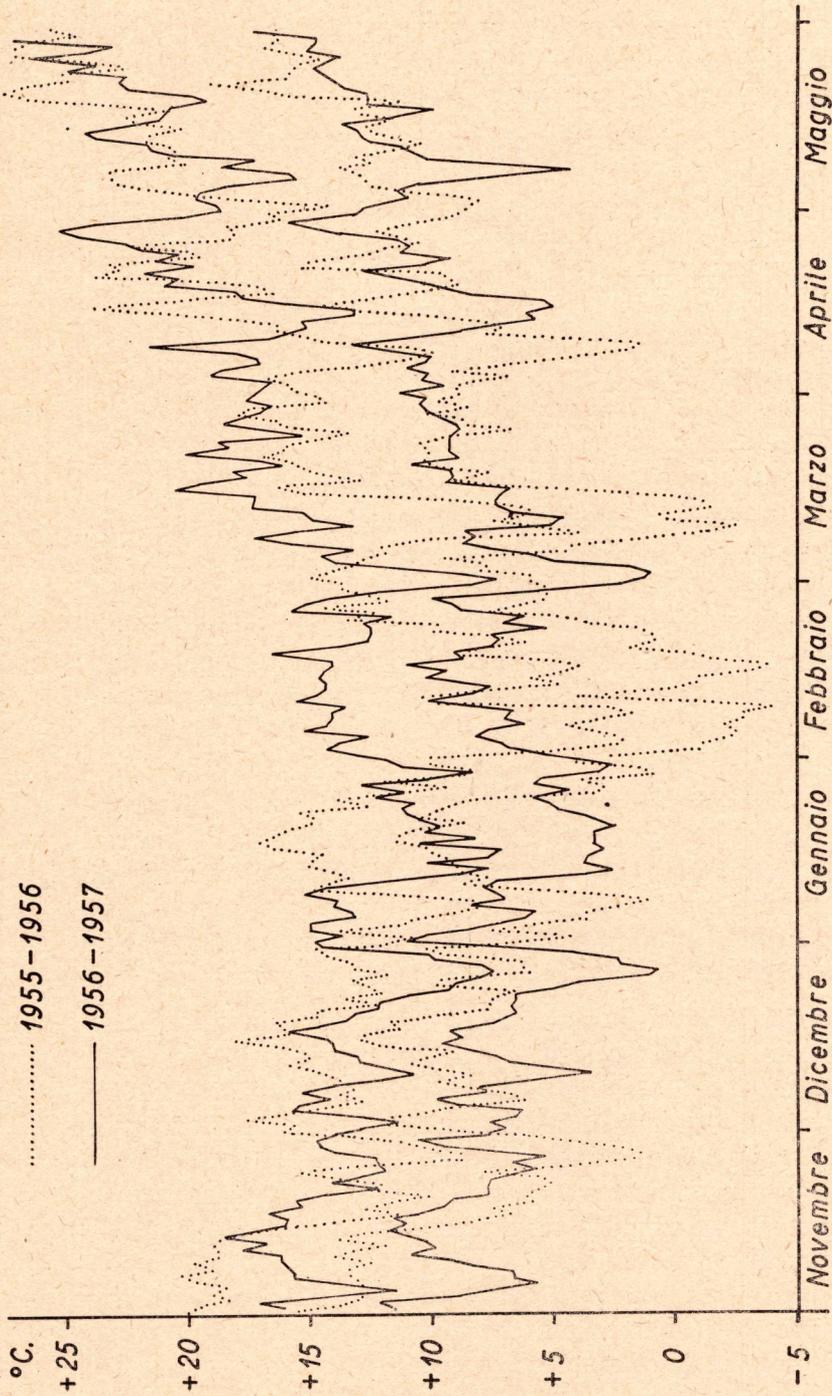


FIG. 9

Minime e massime giornaliere registrate a Napoli nei periodi 1-11-1955 - 31-5-1956 e 1-11-1956 - 31-5-1957. Tutti gli individui di *Cyperus polystachyus* coltivati all'aperto nell'Orto Botanico di Napoli sono morti nel rigido inverno 1955-56. Al contrario, alcuni altri individui di questa specie, coltivati nello stesso posto l'anno successivo, hanno superato, anche se a stento, il mite inverno 1956-57.

e 1956-1957. Ciò è in accordo con il fatto che, se si confronta lo andamento termico di tali due periodi (fig. 9), si constata che non sussistono delle sensibili differenze.

Nei successivi mesi invernali, invece, c'è stato un diverso comportamento poichè nell'inverno 1955-56 le piante in questione sono perite tutte indistintamente, mentre nell'inverno 1956-57 qualche individuo è riuscito a sopravvivere, anche se a stento. Tale divergenza, a parità di altre condizioni climatiche, non può essere attribuita che al diverso andamento termico dei due inverni in esame e, più in particolare, dei periodi compresi all'incirca tra la fine di gennaio e la metà di marzo, come si rileva dalla fig. 9. Ed infatti nel febbraio 1956 la temperatura si è mantenuta abbastanza bassa, anche per più giorni consecutivi, scendendo più volte sotto zero e con una minima assoluta di -4°C . Nel successivo marzo c'è stato altro abbassamento di temperatura anche con minima sotto lo zero. Per quanto concerne lo stesso periodo del 1957 è evidente, invece, che la temperatura si è mantenuta molto più elevata abbassandosi al massimo a $+1$ soltanto per due giorni. In altri termini possiamo dire che i due inverni in esame sono stati caratterizzati l'uno da una particolare rigidezza, rara per Napoli, l'altro da una particolare mitezza.

E' in quest'ultimo inverno soltanto che si è riusciti ad ottenere la sopravvivenza di qualche individuo adulto (si ricordi che i giovani sono morti in entrambi questi inverni) a mezzo di alcuni meschini rigetti nascosti e protetti dalle foglie secche. In conseguenza si può affermare che il clima invernale di Napoli, anche se mite, è sfavorevole al *Cyperus polystachyus*.

Del resto ciò è confermato anche dalla constatazione che piante in pieno rigoglio prelevate dalle fumarole di Ischia e coltivate all'aperto nell'Orto Botanico di Napoli sin dal 5-4-1957 hanno manifestato segni di sofferenza e si sono comportate quasi allo stesso modo di quelle tenute all'aperto sin dalla precedente estate 1956. Esse, insomma, hanno sofferto abbastanza, anche se la temperatura ambiente, a partire dai primi del marzo 1957, si è mantenuta piuttosto elevata, scendendo solo qualche volta e molto fuggacemente poco al disotto dei 5°C . Ed infatti in entrambi i due lotti di individui la ripresa vegetativa si è avuta soltanto a partire dalla metà del successivo marzo.

Quanto è stato esposto sopra ci permette di affermare che, nel clima di Napoli, anche un inverno particolarmente mite consente appena la stentata sopravvivenza di qualche individuo adulto di *Cyperus polystachyus*; se ne deve dedurre quindi che anche inverni meno rigidi dell'inverno 1955-56 ma più freddi dell'inverno 1956-57, come di solito accade, non permettono a questa specie di sopravvivere. Ciò trova pure conferma nell'affermazione di TENORE il quale sostiene che la pianta in questione muore durante l'inverno; e certamente il suo esperimento non deve essere stato realizzato in un inverno più rigido del consueto, altrimenti egli, come ha fatto per altri casi, l'avrebbe specificato.

Donde la conclusione che, in linea di massima, il clima invernale di Napoli e dintorni è incompatibile con la sopravvivenza del *Cyperus polystachyus* e che quindi tale specie, ad Ischia, non può allontanarsi dagli ambienti fumarolici non solo e non tanto per la sua igrofilia quanto per la sua spiccata termofilia.

b) Coltura su terreno riscaldato con apposito dispositivo.

Molto istruttivo riesce l'esame dei risultati ottenuti coltivando la nostra ciperacea all'aperto, ma su terreno riscaldato mediante apposito dispositivo inteso a riprodurre un substrato analogo a quello che si riscontra presso le fumarole di Ischia e cioè caldo-umido.

Per raggiungere tale scopo ho allestito numerosi dispositivi variamente congegnati; ma infine, dopo tante prove, ho trovato più conveniente costruire un dispositivo consistente in una serie di vasi attraversati da un tubo di rame riscaldato mediante una resistenza montata su refrattario che lo percorreva internamente per tutta la sua lunghezza. Al tubo erano annesse una serie di alette di rame di forma ellittica in modo da avere una discreta diffusione del calore nel terreno. Tutti i vasi, opportunamente forati nella loro parte inferiore, pescavano in recipienti costantemente riempiti di acqua. Per tale via era assicurato dunque al *Cyperus polystachyus* un substrato caldo ad elevato tenore idrico. Per ogni serie di vasi la temperatura degli strati superficiali del terreno risultava diversa da vaso a vaso perchè ciascuno di essi (tutti della medesima altezza) era attra-

versato dal tubo alettato riscaldante ad una diversa distanza dal fondo. Infatti se questo tubo era disposto molto in superficie, ad

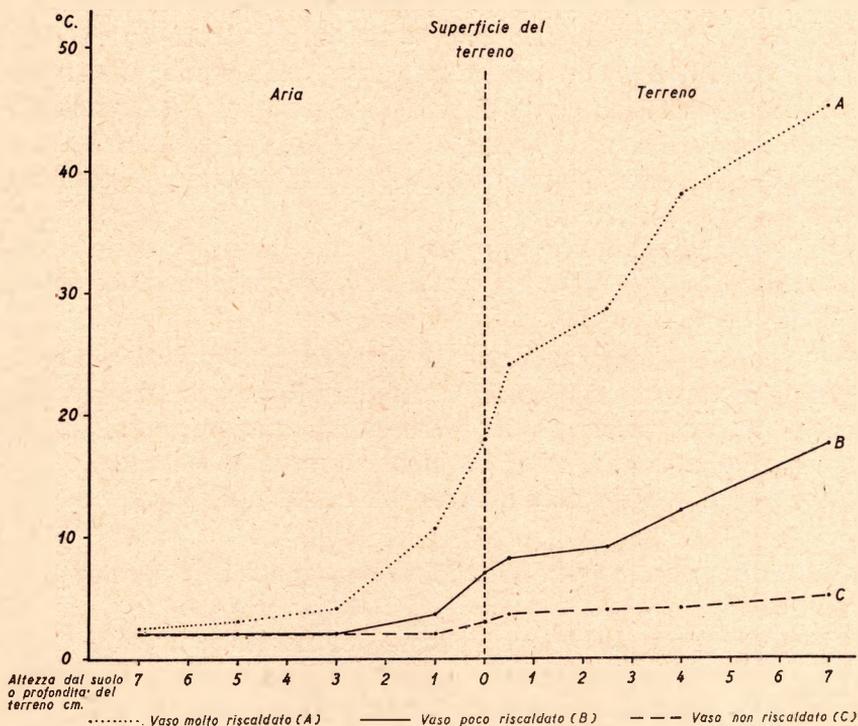


FIG. 10

Temperature registrate nel terreno e al disopra di esso in vasi con *Cyperus polystachyus* immersi in acqua e tenuti all'aperto. I rilievi sono stati eseguiti con bassa temperatura ambientale (2°C). Il terreno dei vasi A e B era riscaldato artificialmente e con varia intensità a mezzo di apposito dispositivo situato ad una certa profondità del terreno; il vaso C non era riscaldato.

Si rileva che, come nei terreni fumarolici, nei vasi A e B si realizza un evidente gradiente termico del terreno e un riscaldamento dell'aria sovrastante, almeno per qualche centimetro. Da notare che gli individui di *Cyperus polystachyus*, nei mesi freddi, si presentavano rigogliosi, oltre che nel vaso A, anche nel vaso B mentre erano secchi nel vaso C, pur non sussistendo grandi differenze di temperatura tra questi due ultimi vasi.

onta della forte dispersione di calore causata dalle basse temperature ambientali, la temperatura degli strati più superficiali

del terreno risultava più elevata e poco variabile; viceversa, con tubo situato profondamente, la temperatura di tali strati, a parità di condizioni ambientali, era più bassa e più variabile. Nel primo caso si avevano condizioni analoghe a quelle dei terreni fumarolici a forte termalità, nel secondo caso, invece, venivano riprodotte le caratteristiche ecologiche dei terreni a bassa termalità.

In tutti i vasi della serie la temperatura veniva comandata da un vertex inserito nel circuito della resistenza, regolato a 60°C e con un bulbo situato a 7 cm. di profondità in una sorta di vaso pilota. Un dispositivo di sicurezza permetteva l'entrata in funzione automatica di una resistenza supplementare, nel caso che si fosse bruciata la resistenza principale in funzione. Ciò allo scopo di evitare un raffreddamento del terreno nel caso di un tale tipo di guasto.

Individui adulti di *Cyperus polystachyus* sono stati trapian-
tati in questi vasi ai primi del febbraio 1957 quando sembrava-
no ormai morti. Essi invece, dopo meno di un mese, già mani-
festavano una buona ripresa vegetativa la quale, successivamen-
te, si è andata sempre più accentuando. In tal modo le piante
hanno superato ottimamente i mesi freddi del 1957 in tutti i
vasi riscaldati mantenendosi rigogliose, al pari di quelle viven-
ti presso le fumarole di Ischia. Infatti tanto le prime che le se-
conde venivano confrontate attentamente ed a brevi intervalli.
L'esame delle figure 1, 2, 3 e 4 della tavola V lascia vedere la dif-
ferenza che esiste tra piante coetanee coltivate all'aperto nel-
l'Orto Botanico di Napoli e tenute in parte su terreno non ri-
scaldato (figure 1 e 4) in parte su terreno riscaldato (figure 2 e 3).

Nei vasi riscaldati ho eseguito numerosi rilievi di tempera-
ture più volte al giorno. Ma poichè a me interessa mettere in
evidenza quale sia stato il riscaldamento del terreno nei vasi so-
pra menzionati allorquando la temperatura ambientale si è ab-
bassata, riporto qui solo una serie di tali rilievi effettuata il 2
marzo 1957 alle ore 21. Ed infatti, come si rileva dalla figura 9,
è in tale periodo che, a Napoli, la temperatura ha raggiunto i
valori più bassi dell'inverno 1956-57. I rilievi si riferiscono a tre
vasi di cui due riscaldati, ma con diversa intensità, ed uno non
riscaldato:

	Altezza dal suolo o profondità del terreno	Vasi riscaldati		Vaso non riscald.
		Vaso A	Vaso B	Vaso C
	cm.	°C	°C	°C
aria	7	2,5	2	2
	5	3,5	2	2
	3	4	2	2
	1	10,5	3,5	2
terreno	0	18	7	3
	0,5	24	8	3,5
	2,5	28,5	9	4
	4	38	12	4
	7	45	17,5	4,5

Temperatura ambiente = 2°C

L'esame del prospetto che precede e del grafico che ad esso si riferisce (fig. 10) lascia vedere innanzi tutto che, ad onta della bassa temperatura ambiente (2°C), in entrambi i vasi riscaldati la temperatura, nel primo centimetro al disopra del terreno, si mantiene abbastanza più elevata di quella ambientale. Naturalmente un tale fenomeno è molto più accentuato per il vaso più riscaldato che per quello meno riscaldato. Infatti, mentre nel primo caso abbiamo uno scarto di una dozzina di °C, nel secondo caso tale scarto è di appena qualche grado. In tal modo si realizzano condizioni analoghe a quelle riscontrate nei terreni fumarolici di Ischia in corrispondenza delle colonie di *Cyperus polystachyus*. Va notato che il riscaldamento del vaso B — pur essendo di intensità molto ridotta in modo che la curva relativa alle temperature, tanto nel terreno che al disopra di esso, non si discosta molto dalla curva riguardante la temperatura del vaso non riscaldato (C) — è stato sufficiente a determinare un comportamento molto diverso delle piante di *Cyperus polystachyus*. Esse infatti hanno superato brillantemente i mesi freddi del 1957 nel vaso B mentre nel vaso C solo qualche rigetto di qualche individuo è riuscito a sopravvivere in tale periodo (nella tavola V, si confronti il vaso centrale della figura 3 con la figura 4).

In tal modo risulta confermato anche per via sperimentale

quanto era stato dedotto dai rilievi effettuati nelle naturali stazioni ischitane di *Cyperus polystachyus* e cioè che la pianta (la quale nel clima di Napoli soffre anche se trattasi di un inverno molto mite) richiede un certo riscaldamento del substrato e dell'aria immediatamente sovrastante per superare l'inverno partenopeo. Inoltre per tale via sperimentale viene anche confermato che, per raggiungere questo risultato, è sufficiente anche un lieve riscaldamento tale da mantenere le piante di *Cyperus polystachyus*, nei periodi più freddi, ad una temperatura che supera di qualche grado quella che si realizzerebbe qualora non vi fosse questo riscaldamento. Pertanto possiamo affermare che la pianta in questione non riesce a superare i nostri inverni per poco; essa insomma ha trovato da noi un clima che le è sfavorevole, ma solo perchè ad andamento termico medio di poco inferiore a quel minimo capace di soddisfare le sue esigenze termiche.

c) Coltura su terreni caldi
presso alcune fumarole dei Campi Flegrei.

Allo scopo di indagare ulteriormente le esigenze ecologiche, ed in particolare termiche, del *Cyperus polystachyus*, ho provato anche a coltivare questa specie su fumarole dei Campi Flegrei, dove essa non esiste allo stato spontaneo. La località prescelta è situata in una zona detta «mofete» a monte di via Cuma ed alle spalle del lago Fusaro. Presso alcune di queste fumarole si realizza un ambiente analogo a quello che si osserva nei pressi delle zone fumaroliche di Ischia colonizzate dal *Cyperus polystachyus*; donde la mia supposizione che esso potesse viverci superando anche l'inverno.

Per tale motivo, nel novembre 1956, ho trapiantato presso queste fumarole gruppetti sia di giovani piante nate nella precedente estate 1956, sia di individui adulti. Ai primi del marzo 1957 ho potuto constatare che molte di queste piante si erano notevolmente sviluppate e si presentavano rigogliosissime. Tuttavia il comportamento è stato un po' diverso per i due gruppi di piante rispettivamente giovani e adulte. Infatti già alla fine del febbraio 1957 le prime avevano sviluppato numerose foglie di dimensioni normali e di un verde cupo come quelle che si

formano durante l'estate; e ciò all'opposto delle loro coetanee tenute senza riscaldamento ed all'aperto nell'Orto Botanico di Napoli e oramai già tutte morte sin da quell'epoca (Tav. V, fig. 1). Gli individui adulti, invece, alla stessa data o erano morti o si presentavano più gracili dei precedenti. In altri termini l'esito del trapianto su terreno fumarolico risultava migliore per gli individui giovani, peggiore per quelli adulti. Evidentemente la causa di tale diverso comportamento va ricercata nel fatto che gli ambienti fumarolici richiedono un adattamento da parte di quelle piante che vi crescono sopra e, ovviamente, questo adattamento è realizzato meglio da quegli individui che vi si sviluppano sin dagli stadi giovanili; più difficoltosa, invece, è la concretizzazione di siffatti adattamenti in individui adulti i quali hanno raggiunto tale stadio sviluppandosi su substrato diverso da quello fumarolico. Così, ad esempio, uno dei principali adattamenti delle piante che vivono su terreni fumarolici è costituito dalla superficialità dell'apparato radicale; ora, nel nostro caso, gli individui adulti, essendosi sviluppati durante l'estate in vasi immersi in acqua e non riscaldati, avevano l'apparato radicale molto profondo e che quindi indubbiamente ha sofferto, una volta trapiantato su terreno riscaldato. Le giovani piante, al contrario, hanno sviluppato buona parte delle loro radici sul nuovo substrato realizzando così rapidamente un adattamento più perfetto.

Riporto qui di seguito una delle serie di rilievi di temperatura eseguiti in corrispondenza delle citate stazioni fumaroliche dei Campi Flegrei e, più esattamente, in uno dei punti dove sono stati trapiantati gli individui di *Cyperus polystachyus*. Il rilievo è stato eseguito alle ore 7 del 3-3-1957 con temperatura ambiente di 3°,5.

Altezza dal suolo o profondità del ter- reno	cm.	aria				terreno			
		6	4	2	0	0,5	2,5	4	7
Temperatura	°C	5,5	7	9	13	15	23	25	32

L'esame del grafico costruito con questi dati (fig. 11) permette di rilevare che, anche con temperatura ambiente abbastanza bassa (3°,5), nei primi 2 cm. al disopra del terreno la temperatura dell'aria supera quella ambientale di alcuni °C. Si

determinano così le solite condizioni microambientali che permettono al *Cyperus polystachyus* di non risentire eccessivamente degli abbassamenti di temperatura. Una conferma di ciò l'ho avuta il 2-3-1957 allorquando, nella zona in questione, vi è stata una forte brinata; mentre i campi circostanti apparivano bianchi, nelle aree fumaroliche, e quindi anche sulle colonie della pianta in oggetto da me ivi trapiantate, mancava la brina. Nei

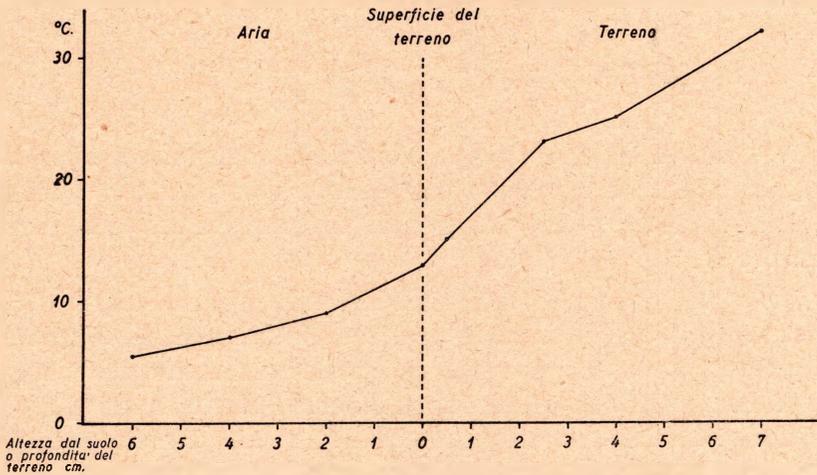


FIG. 11

Gradiente termico del terreno e riscaldamento dell'aria sovrastante presso una fumarola dei Campi Flegrei. Il rilievo, eseguito con temperatura ambiente che superava di poco i 3°C, si riferisce ad una area nella quale sono stati trapiantati giovani individui di *Cyperus polystachyus* i quali si sono mantenuti in attività vegetativa durante tutto l'inverno.

giorni successivi tutte le piante coltivate e spontanee delle vicinanze dimostravano, chi più chi meno, di aver sofferto per la brinata mentre le foglie di *Cyperus polystachyus* apparivano perfettamente integre.

In conclusione i fatti sopra riferiti, oltre a dimostrare ancora una volta per via sperimentale che il riscaldamento del terreno realizza al di sopra di esso un microclima del quale si giova la nostra ciperacea per superare i mesi freddi dell'inverno napoletano, provano che essa, nel nostro clima, non può vivere al di

fuori degli ambienti fumarolici. Inoltre il fatto che *Cyperus polystachyus* vive bene anche se trapiantato su altre fumarole fuori dell'isola d'Ischia ed in zone dove non esiste allo stato spontaneo dimostra che esso si adatta bene a vivere in questi particolari terreni ad attività vulcanica secondaria. Tuttavia l'adattamento a tali ambienti — i quali certo non rappresentano l'ideale per la nostra specie ma solo una sorta di ripiego ecologico — si realizza meglio se gli individui nascono sul posto anzichè se vi sono trapiantati.

d) Resistenza alle basse temperature.

Per aver ragguagli circa la sensibilità del *Cyperus polystachyus* alle basse temperature, ho creduto opportuno esporre individui di questa specie, per periodi di varia durata, alla temperatura di 0°C.

Un primo esperimento è stato eseguito nel dicembre 1955, avvalendosi di piante le quali, prelevate dalle fumarole di Ischia nel precedente aprile, avevano poi fiorito e fruttificato abbondantemente nell'Orto Botanico di Napoli durante l'estate 1955 moltiplicandosi anche intensamente. Alla data d'inizio degli esperimenti (prima decade di dicembre 1955) le piante in questione, però, presentavano tutte le foglie secche o quasi e, almeno in buona parte, davano l'impressione di essere ormai morte. Tuttavia alla loro base, anche se non evidenti, esistevano ancora gemme vive; ciò era facilmente dimostrato dal fatto che da tali piante tenute in ambiente a 30°C, già dopo appena quattro giorni, si sviluppavano numerosi rigetti. In altri termini questi individui di *Cyperus polystachyus*, al momento in cui fu effettuato l'esperimento che andiamo descrivendo, si trovavano in un riposo forzato determinato dall'abbassamento della temperatura ambientale realizzatasi nell'autunno avanzato; riposo insolito per la specie in questione la quale, negli ambienti dove vive allo stato spontaneo, è quasi sempre in piena attività vegetativa e solo subisce un certo rallentamento di tale attività.

Per l'esperimento in questione si sono isolati dalla base i singoli scapi fiorali dell'estate precedente con le relative foglie, oramai secche, in modo che ciascuno di essi avesse il tratto basale ipogeo fornito di radici. Infatti in tale tratto ipogeo si tro-

vavano, allo stato di riposo forzato, delle gemmette. Questi scapi sono stati trapiantati in vasetti con terra immersi in recipienti con acqua fino al terzo inferiore. Quindi sono stati tenuti a 0°C per periodi che variavano dai dodici giorni alle ventiquattro ore. L'esperimento è stato regolato in modo da ritirare dal frigorifero contemporaneamente tutti i vasetti con diversa esposizione; essi, poi, sono stati messi subito in serra a 25-30°C. Dopo cinque giorni si è proceduto alla conta dei rigetti sviluppatasi su ciascun fusto ed i risultati sono stati i seguenti:

Giorni di permanenza a 0°C	12	5	2	1
% di rigetti sviluppatasi in rapporto al numero di fusti della estate precedente (dopo trasferimento in serra a 30°C)	8,33	42,85	71,42	83,33

Risulta evidente, quindi, che maggiore è il numero di giorni di esposizione a 0°C, maggiore è pure il numero di gemme de-vitalizzate. Inoltre si può concludere che anche permanenze relativamente lunghe a 0°C (12 giorni) possono permettere la sopravvivenza di qualche gemma, almeno per piante in fase di riposo abbastanza spinto, anche se forzato.

Nel febbraio 1957 ho ripetuto gli esperimenti eseguiti due anni prima ma servendomi, questa volta, di piante in stadio diverso. In tale periodo, infatti, ho prelevato individui di *Cyperus polystachyus* presso le stufe del Tabor, ad Ischia; sebbene in inverno, a causa del microclima caldo-umido che si realizza per qualche centimetro al di sopra dei terreni fumarolici, essi erano in attività vegetativa, anche se rallentata, e non florenti. Ho tenuto distinte due categorie di tali individui e cioè quelli adulti che durante l'estate precedente avevano fiorito e fruttificato e quelli giovani nati da semi in questa medesima estate. Gli uni e gli altri sono stati messi in vasetti e quindi tenuti per periodi vari a 0°C. Successivamente sono stati trasportati in serra calda a 25-30°C. I risultati sono sintetizzati nel prospetto che segue:

tativa. Essa allora in un primo momento entra in una sorta di riposo forzato; ma poi, persistendo le condizioni ambientali sopracennate, muore perchè tale riposo non può protrarsi a lungo, essendo il *Cyperus polystachyus* specie sfornita di quelle caratteristiche morfologiche e fisiologiche atte a farle superare il periodo sfavorevole allo stato di vita latente.

IGROFILIA ED ELIOFILIA DEL *CYPERUS POLYSTACHYUS*

Come risulta da tutto quanto è stato esposto in precedenza, *Cyperus polystachyus*, ad Ischia, è localizzato presso le fumarole a causa della sua termofilia. Tuttavia, se in questi ambienti si avesse solo un calore secco, esso certamente non potrebbe vivere poichè richiede anche un substrato ad elevato tenore idrico, essendo specie igrofila. Ed infatti numerose osservazioni mi hanno fatto rilevare che questa specie, ad Ischia, cerca quei terreni fumarolici nei quali e presso i quali si realizzano microambienti caldo-umidi.

Le colonie di *Cyperus polystachyus* hanno le radici immerse in quella sorta di melma che di solito si forma nei terreni fumarolici, a causa del vapore acqueo caldo il quale, provenendo dagli strati profondi, filtra attraverso il terreno. La quantità di acqua presente in tale substrato è tale che basta comprimere tra le mani un po' di questa terra per vederla sgocciolare.

Ma oltre che del substrato bagnato, la nostra ciperacea mostra di avvantaggiarsi anche di una elevata umidità relativa dell'aria, almeno per qualche centimetro al di sopra del terreno, e cioè in quel tratto occupato dalle gemme e dalle giovani foglie in accrescimento. Tali condizioni si determinano facilmente sia quando si tratta di terreni fumarolici melmosi sia, ancora più, quando le colonie vengono invase da flussi di vapore fuoriuscenti da bocche fumaroliche. Nel primo caso, specialmente se l'attività vulcanica secondaria in questione è poco intensa, non sempre l'umidità relativa dell'aria immediatamente sovrastante al terreno raggiunge valori troppo elevati; ma essa è sempre superiore a quella dell'aria circostante. Nel secondo caso invece, e cioè quando le piante sono direttamente colpite dal flusso di vapore acqueo, l'umidità relativa raggiunge valori molto elevati.

Talora ho visto individui di *Cyperus polystachyus* crescere rigogliosi addirittura in dense nubi di vapore acqueo caldo. Questo, in inverno o in notti fredde, si condensa sulle foglie che risultano bagnate come dopo una pioggia.

In altri casi le piante sono addossate a pareti verticali, ad anfratti, a grossi massi, ecc., così che il vapore acqueo, anche se non abbondante, vi si accumula con conseguente innalzamento della umidità relativa dell'aria di questi microambienti. Lo stesso si verifica quando si trovano individui viventi in piccole cavità sul cui fondo si aprono delle bocche fumaroliche. Comunque sia, quando l'umidità è data direttamente dal vapore acqueo che sgorga dalle bocche fumaroliche, essa può subire forti variazioni in dipendenza vuoi della attività fumarolica, vuoi della ventosità che può orientare diversamente questo flusso di vapore.

Dai pochi cenni sopra riportati si rileva che, nelle stazioni ischitane di *Cyperus polystachyus*, è assicurata una sufficiente umidità alle radici, alle gemme e, sia pure meno intensamente, alle foglie; queste ultime, anzi, ricoprendo fittamente il terreno, favoriscono l'accumulo dell'umidità sotto di esse, così come accade del resto anche per il calore. Solo le infiorescenze, allontanandosi di qualche decimetro dalla superficie del terreno, vengono a trovarsi in ambiente più secco; ma esse mostrano di non soffrire e, anzi, di avvantaggiarsi di tali condizioni.

Nelle numerose visite da me fatte in varie stagioni alle stazioni di *Cyperus polystachyus* ad Ischia non ho mai visto individui di questa specie presso fumarole asciutte o comunque su terreni caldi e secchi. Solo qualche volta ho trovato piante su substrato un po' più asciutto del solito. Ma si trattava allora di fondi di valloni dove l'umidità relativa dell'aria è già di per se stessa più elevata e dove, sia pure discontinuamente, vi corre l'acqua piovana.

Tutto ciò è convalidato da diverse misurazioni della umidità relativa dell'aria da me effettuate in diversi periodi. A titolo dimostrativo riporto qui di seguito una serie di questi valori:

Monte Cito, 9-8-1956	umidità
ore 11,30 - temp. aria 32°C	relativa
a 1 metro dalla superficie del terreno	55%
a livello del terreno ricoperto da <i>Cyperus polystachyus</i>	80%
a livello del terreno senza <i>Cyperus polystachyus</i>	58%

Ho preferito scegliere un rilievo fatto in estate perchè è più evidente lo scarto esistente tra l'umidità dell'aria a notevole distanza dal terreno e quella a livello del terreno.

Anche osservazioni fatte sulle piante coltivate nell'Orto Botanico di Napoli dimostrano la igrofilia del *Cyperus polystachyus*. Ed infatti nelle pagine che precedono ho detto più volte che le colture in vaso sono state fatte tenendo i vasi stessi immersi in acqua. In queste condizioni le piante si moltiplicano attivamente e, nei mesi estivi più caldi, fioriscono continuamente molto più di quanto non si verifichi nella maggior parte delle stazioni di Ischia: in tale periodo basta mettere in un vasetto un solo rigetto per avere poi, dopo appena un mese, l'invasione di tutto il vaso da parte di piante che portano numerose infiorescenze. Questa elevata quantità di acqua presente nel terreno spesso supera anche quella esistente nelle stazioni dell'isola d'Ischia. Tuttavia la specie in questione, comportandosi nel modo sopra descritto, mostra di gradire questo eccesso di acqua manifestando così ancora una volta la sua igrofilia. Addirittura ho provato anche a coltivare queste piante in acqua per due mesi riuscendo non solo a mantenerle in vita, ma anche a farle moltiplicare.

Se ci si limita semplicemente ad inaffiare i vasi, senza tenerli immersi in acqua, risulta evidente la sofferenza degli individui di *Cyperus polystachyus*, specialmente se si fa il confronto con quelli coetanei cresciuti su substrato più umido. Ed anche se questi vasi vengono tenuti per qualche giorno all'asciutto durante l'estate, le piante non muoiono ma presentano tutte le parti epigee secche; se però si provvede ad inaffiarle subito, esse si riprendono sviluppando nuove gemme dalla base.

In complesso si può dire che la resistenza alla siccità è tanto più accentuata, quanto meno è in atto una intensa attività vegetativa. Infatti, senza esito letale, per ben cinque mesi mi sono astenuto dall'innaffiare vasi con piante di *Cyperus polystachyus* che erano andate in una sorta di riposo forzato a causa dell'abbassamento della temperatura ambientale. Viceversa sono morti individui vegetanti di questa ciperacea trapiantati in terreni caldi, ma secchi, presso alcune fumarole dei Campi Flegrei.

La resistenza alla siccità sopra menzionata e messa in evi-

denza per via sperimentale costituisce tuttavia un fenomeno non naturale in quanto essa si palesa solo in piante che si trovano in un avanzato e forzato riposo indotto da particolari condizioni. Tale riposo, infatti, non si manifesta in natura poichè le piante che vivono presso le fumarole, anche durante l'inverno, a causa del caldo ivi esistente, subiscono solo un rallentamento della attività vegetativa e non una sospensione totale di essa, con conseguente disseccamento della parte epigea. Se ne deve concludere perciò che *Cyperus polystachyus*, è specie decisamente igrofila la quale pertanto, nel clima di Ischia, risulta legata alle fumarole a vapore acqueo, oltre che per il caldo, anche per la forte umidità che si realizza in questi ambienti.

Osservazioni fatte sia in natura sia su piante coltivate hanno messo in evidenza ancora che la specie in oggetto è fotofila. Ed infatti è interessante accennare alle modificazioni che hanno subite piante allevate in serra con intensità luminosa ridotta ad $\frac{1}{4}$ rispetto a quella esterna.

In queste piante si constata che in complesso, oltre alla minore produzione di gemme laterali, si ha una tendenza molto accentuata all'allungamento di tutti gli organi di guisa tale che esse, considerate nel loro insieme, si presentano molto diverse dalle piante cresciute all'aperto. Più allungate risultano le foglie e le brattee involucrali le quali, negli individui sviluppatisi in serra, raggiungono anche i 30 cm. di lunghezza, mentre in quelli cresciuti in condizioni normali sono lunghe al massimo 15 cm. Allungamento si ha pure negli internodi situati alla base degli scapi che risultano perciò guainati ad un'altezza che supera di molto quella abituale. Nè, del resto, è esente da questo allungamento quel grosso internodo che costituisce lo stesso scapo fiorale. Esso infatti, nelle piante coltivate in serra, di solito è lungo 70 - 90 cm. invece di 30 - 40 cm., come si riscontra nelle piante cresciute all'aperto.

Ma è nelle infiorescenze che l'allungamento internodale porta a morfosi tali da modificare addirittura quelle che sono delle caratteristiche specifiche del *Cyperus polystachyus*. E' noto che in questa specie i singoli fascetti costituenti tutta l'infiorescenza terminale sono sessili o quasi (con peduncolo lungo al massimo 2 mm.) in modo da fare assumere alla infio-

rescenza stessa l'aspetto di una sorta di capolino corimboso. Le infiorescenze formatesi a luce attenuata, invece, presentano i singoli fascetti tutti più o meno lungamente peduncolati a causa dell'allungamento internodale. In certi casi questo allungamento è tale che i peduncoli dei singoli fascetti misurano 35-40 mm. di lunghezza con conseguente perdita del caratteristico, abituale aspetto subgloboso delle infiorescenze di *Cyperus polystachyus*.

Anche nell'ambito dei singoli fascetti si ha un allungamento internodale con distanziamenti dei punti di inserzione delle rachille. In tal modo le spiglette risultano disposte più lassamente e viene modificato l'aspetto solito del singolo fascetto. Si aggiunga ancora che le infiorescenze risultano più povere di spiglette e che queste, a loro volta, sono più corte e portano un numero di glume inferiore a quello solito.

Tutto questo allungamento degli internodi, realizzato con varia intensità a diversi livelli della infiorescenza, ha come conseguenza una sorta di decomposizione e schematizzazione dell'infiorescenza stessa la quale assume pertanto un aspetto che è normale per altre specie di *Cyperus*. Questa constatazione è interessante specialmente se si considera che, nell'ambito del genere *Cyperus*, assumono importanza sistematica le modalità di aggregazione delle spiglette, la lunghezza dei peduncoli dei fascetti e, in generale, l'aspetto dell'infiorescenza.

Credo opportuno far rilevare inoltre che l'allungamento internodale non interessa tutti gli internodi ma solo alcuni di essi. Infatti sono esenti da allungamento quegli internodi raccorciatiissimi che si trovano dopo il lungo internodio costituente lo scapo florale e che separano le brattee involucrali. E poichè questi internodi si presentano sempre allo stesso modo (raccorciati) in tutte le specie di *Cyperus* mentre la lunghezza dello scapo florale e degli internodi delle infiorescenze parziali varia da specie a specie, se ne deve dedurre che la lunghezza degli internodi può essere modificata solo se essa è caratteristica della specie (internodio costituente lo scapo florale e internodi delle infiorescenze parziali) ma non quando è caratteristica del genere (internodi delle brattee involucrali).

Ma, a parte queste considerazioni, è importante l'aver constatato che *Cyperus polystachyus*, allevato a luce attenuata,

subisce delle profonde modificazioni con comparsa di caratteristiche che tendono a quelle di altre specie congeneri. Tale fenomeno, che o non si riscontra o si palesa più attenuatamente in tante altre specie allevate nelle medesime condizioni, autorizza a concludere che *Cyperus polystachyus* è decisamente eliofilo. Ciò, del resto, è provato anche dal fatto che ad Ischia questa pianta non si trova mai presso quelle fumarole che sono situate in luoghi ombrosi e che ospitano una flora sciafila. E se qualche volta lo si rinviene dentro cavità fumaroliche, si tratta di cavità poco profonde, molto larghe e bene esposte in modo che i raggi solari vi penetrano fin nell'interno.

I fatti esposti in questo capitolo dimostrano dunque che *Cyperus polystachyus* è specie igrofila che si avvantaggia di un alto tenore idrico del substrato e di una elevata umidità relativa dell'aria. Solo in sede sperimentale esso manifesta una certa resistenza alla siccità e cioè solo dopo che le piante sono state costrette ad entrare in avanzato stato di riposo tale che in natura non si riscontra. Questa pianta pertanto, ad Ischia, è localizzata presso le fumarole a vapore acqueo caldo perchè quivi si realizza un microclima in cui, conformemente alle esigenze del *Cyperus polystachyus*, due fattori ecologici (temperatura e umidità) raggiungono contemporaneamente valori elevati. Tale specie, inoltre, si dimostra anche eliofila, come è provato sia dalla sua distribuzione nelle stazioni di Ischia sia dalle morfosi in essa indotte dalla luce attenuata. Tali morfosi, che riguardano solo i caratteri della specie e non quelli del genere *Cyperus*, rendono labili certe caratteristiche specifiche le quali, pertanto, tendono alle caratteristiche di altre specie congeneri.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Cyperus polystachyus è specie largamente diffusa nei paesi tropicali e subtropicali e che, al di fuori di questi paesi, è nota solo per Ischia. Ma in quest'isola essa è localizzata esclusivamente presso le fumarole dalle quali mai si allontana. E dato che quivi sono molto frequenti tali manifestazioni vulcaniche secondarie, anche abbastanza diffusa vi appare la menzionata ciperacea. Essa tuttavia non si rinviene su tutte le fumarole e,

più esattamente, manca su quelle che non riescono a realizzare un microclima rispondente alle sue esigenze ecologiche.

Queste poche premesse sono sufficienti a sottolineare l'alto interesse che presenta lo studio del significato e della ecologia di tali stazioni eterotopiche dell'isola d'Ischia. Tralasciando in questa sede il primo punto la cui trattazione rimando ad altra occasione, mi limito per ora allo studio ecologico. E poiché, come abbiamo visto, la pianta in questione è localizzata presso le fumarole, prendiamo in esame dapprima quel fattore ecologico il cui comportamento maggiormente colpisce in questi singolari ambienti: la temperatura.

I numerosi rilievi eseguiti in varie stagioni, ma soprattutto d'inverno, cioè in quel periodo in cui *Cyperus polystachyus* si avvantaggia dell'innalzamento di temperatura, mostrano che questa specie si trova solo dove esiste termalità del terreno, anche se bassa e anche se in qualche caso ciò non si rileva a prima vista. Ed infatti, eseguendo una sorta di transect termico a varie profondità del terreno e in un prato in cui discontinuamente compaiono colonie di *Cyperus polystachyus*, si vede che queste ultime si trovano soltanto dove c'è termalità del terreno (vedasi figura 4 del testo); solo quando questa termalità raggiunge valori molto elevati si riscontra un allontanamento.

In tutti questi casi il riscaldamento del terreno è dovuto al vapore acqueo caldo il quale, provenendo dagli strati profondi, si porta in superficie. Nei terreni fumarolici ed in corrispondenza delle colonie di *Cyperus polystachyus* la temperatura è più elevata e più costante in profondità, più bassa e più variabile in superficie. In essi insomma esiste un gradiente termico che subisce una rapida caduta in vicinanza del livello del terreno. Questo fenomeno è dovuto alla forte dispersione di calore realizzata, specialmente d'inverno, negli strati più superficiali del terreno. Più forte è la termalità, più elevata e più costante è la temperatura di questi strati superficiali.

Nelle bocche fumaroliche d'Ischia, come ha dimostrato IOVENE, la temperatura può anche aggirarsi intorno ai 100°C, cioè intorno alla temperatura di ebollizione dell'acqua, trattandosi di fumarole a vapore acqueo. Tale temperatura raramente viene superata, ma di poco, in dipendenza dei sali in soluzione o della tensione cui è sottoposta la falda. In questi punti la tempera-

tura del terreno è praticamente indipendente dalla temperatura ambiente e se variazioni si riscontrano, esse devono attribuirsi ad altri fattori quali le precipitazioni, la pressione, le maree, ecc..

Ma il *Cyperus polystachyus*, nell'ambito di un terreno fumarolico, si trova solo in zone dove la termalità non è eccessivamente elevata e se qualche volta lo si vede impiantato proprio nelle bocche fumaroliche, si tratta allora di fumarole la cui temperatura è ben lungi da raggiungere quel massimo al quale sopra si è accennato. Esso invece molto spesso colonizza le aree immediatamente adiacenti alle fumarole, dove cioè il terreno è caldo ma non eccessivamente.

In questi substrati ho riscontrato che sussistono variazioni di temperatura del terreno in dipendenza della temperatura ambientale. Ovviamente più bassa è la termalità, più sensibili sono queste variazioni; esse però, in tale genere di substrato, sono ben lungi dal raggiungere quelle ampie escursioni ben note per gli strati superficiali dei normali terreni non riscaldati.

Pertanto si può dire che, in complesso, nei terreni occupati dalla nostra ciperacea, anche se c'è interferenza della temperatura ambientale e se il substrato ha una bassa termalità sussiste sempre una discreta autonomia termica. Quindi almeno le parti inferiori dei singoli individui (radici e gemme) si vengono a trovare sempre, anche quando si raggiungono le punte minime, ad una temperatura superiore a quella ambientale.

Le variazioni cui sopra si è accennato, accentuate anche dal fatto che nel nostro caso interessano solo gli strati più superficiali del terreno, mettono in evidenza che per i nostri fini le temperature del terreno hanno valore relativo e non assoluto. Per tale motivo, quando si vogliono precisare le temperature dei terreni in esame, bisogna anche riportare le temperature dell'aria non solo di quel momento nel quale è stato fatto il rilievo, ma anche delle ore precedenti. Così, ad esempio, possiamo dire che, al disotto della rizosfera di *Cyperus polystachyus*, le più alte temperature rilevate a quattro centimetri di profondità e con le più alte temperature ambientali riscontrate sono risultate inferiori ai 50°C, sebbene talora molto prossime a questo valore.

Le radici della pianta in oggetto, nei terreni fumarolici, si mantengono abbastanza superficiali, analogamente a quanto ac-

cade per altre specie viventi in questi substrati (come ho dimostrato in altra occasione per *Erica arborea*). In linea generale si può affermare che esse sono tanto più superficiali quanto più elevata è la termalità del terreno. Pur essendo molto evidente una loro spiccata resistenza a temperature relativamente elevate, ovviamente, sussiste un limite oltre il quale viene compromessa la vitalità totale o parziale dell'apparato radicale. Mi propongo di affrontare in seguito e di proposito, su base sperimentale, questo problema; per ora mi limito soltanto a dire che nei mesi freddi la più elevata temperatura riscontrata al limite inferiore della rizosfera è stata di 37°C mentre per i mesi caldi ho avuto il valore massimo di 45°C.

Il riscaldamento del terreno comporta anche un innalzamento di temperatura dell'aria ad esso sovrastante, almeno per qualche centimetro. In tal modo al disopra dei terreni fumarolici si concreta un microclima più caldo che viene sfruttato dal *Cyperus polystachyus* il quale, essendo basso, poco si allontana dalla superficie del terreno. Dato che più elevata è la termalità del terreno, più elevata è anche la temperatura di tale microclima, gli individui di questa specie colonizzano terreni fumarolici molto esposti solo se la loro termalità è elevata; ma se essa è bassa gli individui in questione si troveranno soltanto in zone riparate.

La temperatura del microclima in discussione, ancora più degli stessi terreni occupati dalle colonie di *Cyperus polystachyus*, subisce delle variazioni al variare della temperatura ambiente. In questo caso le escursioni sono molto più ampie; tuttavia esse consentono sempre alle nostre piante, anche quando la temperatura ambiente raggiunge le punte minime, di godere di una temperatura sia pure di poco superiore a quella dell'aria circostante. Anzi si constata che nei mesi freddi lo scarto tra temperatura ambiente e temperatura esistente tra le foglie di *Cyperus polystachyus* è maggiore che nei mesi caldi. Altrimenti detto, quando in inverno si abbassa la temperatura ambiente, non si abbassa in proporzione la temperatura di quei microclimi in cui la specie in esame si trova a vivere. Ora il fatto che questa maggiore autonomia climatica di tali microclimi si manifesti proprio in inverno assume importanza particolare per

il nostro caso perchè è in tal modo che *Cyperus polystachyus* risulta meglio preservato dai rigori invernali.

Del resto questo stesso fenomeno si verifica anche per periodi di tempo più brevi di una stagione: per esempio per un giorno. Ed allora le minime saranno risentite molto poco. L'innalzamento della temperatura dei microclimi sin'ora considerati è dovuto all'irraggiamento termico del terreno riscaldato ed al vapore acqueo che filtra attraverso di esso. Ma vi sono dei casi nei quali il riscaldamento dell'aria sovrastante al terreno è determinato esclusivamente da un forte flusso di vapore proveniente direttamente dalla bocca fumarolica. *Cyperus polystachyus*, in genere, rifugge questi ambienti perchè molto influenzabili dalle condizioni atmosferiche quali, ad esempio, la ventosità; li utilizza solo quando il vapore acqueo si accumula in certe cavità naturali dove può ristagnare.

Le considerazioni sopra riportate si basano su osservazioni fatte in natura. Tuttavia abbiamo voluto avere anche una riprova sperimentale della più volte citata termofilia, coltivando in vari modi la nostra specie.

Colture in vaso fatte all'aperto nell'Orto Botanico di Napoli mi hanno mostrato che *Cyperus polystachyus*, durante l'estate, vegeta molto bene nel clima di Napoli, se si ha cura di tenere ben umido il terreno. Esso fiorisce, fruttifica e si moltiplica abbondantemente in tale stagione, mentre in autunno comincia ad intristire disseccando pian piano le foglie e tutte le parti epigee. Entra così in una specie di riposo forzato al quale, per peculiarità specifiche, non è preparato e che durante l'inverno di solito lo conduce alla morte. Tuttavia, se l'inverno è stato molto mite, qualche individuo, anche se apparentemente morto, riesce a riprendersi nella primavera avanzata (fine maggio). La ripresa è molto lenta e si instaura con molto ritardo probabilmente per un fenomeno analogo a quello descritto da MARINUCCI e RIVERA e definito da questi A.A. come paralisi determinata dalle esposizioni a basse temperature. Si noti però che tale parziale e stentata sopravvivenza è limitata a qualche inverno particolarmente mite in cui la minima assoluta scende poco al disotto dei 5°C. Nel clima di Napoli, invece, di solito l'andamento termico invernale è più rigido e molto spesso le minime assolute sono al disotto dello zero, come si rileva da un lavoro di NICOLINI relativo

ad un periodo piuttosto lungo (1866-1950). Se ne deve dedurre che il clima invernale medio partenopeo è letale per il *Cyperus polystachyus*, ma solo per poco.

Ed infatti individui coltivati in vaso all'aperto, ma con terreno variamente riscaldato mediante apposito dispositivo inteso ad imitare i terreni fumarolici, si sono mantenuti rigogliosi per tutto l'inverno anche quando il riscaldamento è stato molto lieve. Analoghe osservazioni ho fatto coltivando la stessa pianta presso le fumarole dei Campi Flegrei dove essa non esiste allo stato spontaneo.

Risulta provato, dunque, anche per via sperimentale che *Cyperus polystachyus*, nel clima partenopeo, non può superare l'inverno se non vive su terreno riscaldato. Il che equivale a dire che esso, a Ischia, non può allontanarsi dagli ambienti fumarolici.

Si potrebbe obiettare a tale punto che non è lecito estendere a quest'isola le conclusioni tratte da esperimenti eseguiti a Napoli, dato che il clima di Ischia, come ha fatto rilevare MENNELLA, è più mite di quello di Napoli. Ma io difenderò l'affermazione in questione facendo notare in primo luogo che *Cyperus polystachyus*, a Ischia, non è stato mai trovato fuori dei terreni fumarolici; in secondo luogo sottolineo il fatto che la maggiore mitezza del clima isclano comporta un andamento termico invernale inferiore a quel minimo riscaldamento necessario perchè la nostra specie superi bene l'inverno.

Mi preme fare ancora un'altra considerazione. La dimostrazione che *Cyperus polystachyus* sia localizzato presso le fumarole per la sua termofilia potrebbe sembrare a qualcuno conclusione ovvia deducibile già a priori proprio da questa sua netta elettività. Ma ci si convincerà del contrario considerando che ad Ischia si dà il caso di specie che si trovano pure esclusivamente presso le fumarole, ma solo perchè igrofile. Esse infatti si rinvencono anche in altre zone della Penisola, purchè ci sia un substrato molto umido.

Quanto è stato esposto sopra dimostra che *Cyperus polystachyus*, nel nostro clima partenopeo, soffre solo durante l'inverno (che non riesce a superare per poco) ma non durante l'estate. Ora poichè trattasi di specie perenne, certamente i nostri

mesi freddi non avrebbero normalmente esito letale se esso fosse fornito di organi ipogei di perennamento, come si verifica, ad esempio, in *Cyperus rotundus*. Ed infatti CIFERRI ha messo in evidenza che in tale specie i tuberetti assumono grande importanza per il superamento delle condizioni ambientali sfavorevoli rappresentate, nel nostro clima, dall'inverno. In tale periodo il *Cyperus rotundus* perde tutta la parte epigea la quale si dimostra sensibile anche ai nostri miti inverni e certamente non disseccherebbe se il clima fosse più caldo. Ciò è confermato sia dal fatto che questa specie, come faceva notare lo stesso CIFERRI, in Italia è molto diffusa nelle parti più calde, sia dalla constatazione, da me fatta, che essa, sui terreni fumarolici della Campania, conserva le foglie verdi per tutto l'inverno.

Cyperus polystachyus invece, al contrario del *Cyperus rotundus*, è privo di ogni sorta di organo di riserva ipogeo e pertanto ha bisogno di mantenersi in continua attività vegetativa, anche se attenuata in qualche periodo. In tal modo le sue gemme, ininterrottamente nutrite dalle foglie, si formano e si sviluppano continuamente, come per l'appunto accade sui terreni fumarolici di Ischia dove questa ciperacea, durante l'inverno, non si limita a conservare le parti verdi ma si moltiplica anche attivamente. Se invece viene a mancare il riscaldamento per un periodo non troppo lungo e la temperatura ambientale non si abbassa tanto da devitalizzare le gemme, solo le foglie disseccano; al ripristino delle condizioni ambientali opportune per la ripresa vegetativa, si osserva che queste gemme, al contrario di quanto accade per altre specie a riposo invernale, si sviluppano con molta lentezza perchè manca un qualsivoglia parenchima di riserva dal quale attingere nutrimento. Quando si sono formate le prime meschine foglie, inizia il processo di organizzazione ed allora anche l'attività vegetativa delle gemme va sempre più incrementandosi.

D'altra parte *Cyperus polystachyus*, oltre ad essere sfornito di organi di riserva, ha anche gemme prive di un qualsiasi tipo di protezione tale da consentire ad esse l'ibernazione.

Si tratta insomma di una specie la quale è perenne e non può comportarsi da annuale, soffre il clima invernale di Ischia, è sfornita di tutti quegli adattamenti morfologici e fisiologici connessi con il riposo invernale. Di conseguenza deve mantener-

si continuamente in attività vegetativa; ciò le è possibile solo sui terreni fumarolici dove, a causa della sua bassa statura, può giovarsi di un microclima caldo tenendo le gemme e le foglie ad una temperatura che, nei mesi invernali, è sempre superiore a quella ambientale.

Queste osservazioni, però, non devono far pensare che *Cyperus polystachyus*, ad Ischia, si trovi esclusivamente nei pressi delle fumarole a causa del solo caldo che vi si sprigiona e che pur tuttavia costituisce, nel caso in esame, il principale fattore ecologico. Bisogna tener presente infatti che questa specie è anche decisamente igrofila e richiede sempre un substrato ad elevato tenore idrico, con conseguente innalzamento anche dell'umidità relativa dell'aria per qualche centimetro al disopra di esso. Lo prova il fatto che non si ritrova in terreni fumarolici aridi nei quali non sopravvive, anche se trapiantatavi. Solo sperimentalmente manifesta una certa resistenza alla siccità e cioè dopo che è entrata in un riposo forzato. Ma poichè, per quanto sopra detto, questo riposo in natura non si manifesta e la pianta è sempre in attività vegetativa, bisogna concludere che essa ha sempre bisogno di un substrato ricco di acqua.

Questa sua igrofilia viene soddisfatta da quei terreni fumarolici il cui riscaldamento è dovuto proprio all'affioramento di vapore acqueo derivante, a sua volta, dal riscaldamento, di natura vulcanica, dell'acqua del sottosuolo. E' appunto il caso delle fumarole di Ischia le quali, come ha dimostrato IOVENE, sono a vapore acqueo. Esse pertanto costituiscono un ambiente rispondente anche a quest'altra esigenza ecologica del *Cyperus polystachyus*.

E poichè osservazioni in natura e ricerche sperimentali mi hanno dimostrato che, nel clima di Napoli, la ciperacea in questione non riesce a superare l'inverno senza riscaldamento del terreno, anche se ricco d'acqua, nè d'altra parte riesce a sopravvivere in terreno riscaldato ma a basso tenore idrico, bisogna concludere che essa, a Ischia, è localizzata presso le fumarole perchè quivi due fattori ecologici (umidità e temperatura) raggiungono contemporaneamente valori elevati.

Ma oltre che igrofila e termofila la specie in esame si è rivelata anche eliofila. Ed infatti essa, a Ischia, manca nei pressi di quelle fumarole dove pur si realizza un microclima caldo-umi-

do ma che si trovano in luoghi ombrosi invasi da una flora nettamente sciafila. Ciò è confermato anche dalle alterazioni che si riscontrano in individui coltivati a luce attenuata e manifestanti, in conseguenza, delle morfosi tali da rendere addirittura labili certe caratteristiche specifiche.

La temperatura e l'umidità rimangono in ogni caso i due principali fattori ambientali nei confronti dei quali *Cyperus polystachyus* si rivela esigente. Per esso anche il mite clima di Ischia (l'unica località nota per questa specie, al di fuori dei paesi tropicali e subtropicali) risulta un po' troppo rigido; pur tuttavia, si conserva in quest'isola perchè beneficia di quel particolare microlima che si riscontra presso le fumarole dove solo si trova. Se non fossero esistiti questi particolari ambienti, *Cyperus polystachyus*, una volta giunto ad Ischia (prescindiamo per il momento dal come e dal quando), sarebbe presto scomparso. Magari esso si sarebbe potuto conservare per un anno o due qualora il suo avvento avesse preceduto un inverno mite e dato che il clima isclano, almeno attualmente, gli è sfavorevole sol perchè ad andamento termico invernale di poco inferiore a quel minimo capace di soddisfare le sue esigenze termiche; ma poi presto sarebbe stato soppiantato dal solito inverno un po' più rigido del consueto.

Ed invece ci sono state le fumarole che gli hanno permesso di conservarsi ad Ischia almeno, volendo essere estremisti, da centocinquanta anni, cioè da quando vi fu trovato per la prima volta.

Tuttavia non bisogna credere che l'ambiente fumarolico rappresenti l'ideale per il *Cyperus polystachyus* il quale vi si è dovuto adattare. Ed infatti, se si fa astrazione dalla termofilia ed igrofilia che risultano soddisfatte, esso si è rivelato abbastanza tollerante e poco esigente nei confronti di altri fattori presenti presso le fumarole e dannosi per tante altre specie. In questi ambienti sedi di attività vulcaniche secondarie esso, infatti, oltre al caldo e all'umidità necessari, trova anche substrati di natura chimica particolare, eventuali emanazioni gassose e, talora, surriscaldamento delle radici le quali però, se non si eccede, lo sopportano bene. In altri termini il rifugiarsi presso le fumarole rappresenta per la specie in questione una sorta di ripiego ecologico che comporta degli adattamenti; il che è provato an-

che dal fatto che il trapianto su terreno fumarolico riesce molto meglio se fatto con individui giovani anzichè adulti.

In conclusione, dunque, possiamo affermare che *Cyperus polystachyus* si trova accantonato presso le fumarole non solo perchè è specie termofila incapace di superare il clima invernale medio di Ischia, ma anche perchè esso è igrofilo e può inoltre tollerare, entro certi limiti, altre condizioni sfavorevoli presenti in questi singolari ambienti.

RIASSUNTO

L'A. studia l'ecologia di *Cyperus polystachyus*, specie tropicale e subtropicale la quale, fuori di tali paesi, si trova soltanto ad Ischia. In quest'isola essa è esclusivamente localizzata nei terreni fumarolici i quali sono caratterizzati da una temperatura piuttosto elevata e, molto spesso, da un alto tenore idrico. Al di sopra di tali terreni si realizza un microclima le cui variazioni termiche vengono accuratamente studiate in varie stagioni ma soprattutto nel periodo invernale ed in corrispondenza delle colonie di *Cyperus polystachyus*. Le osservazioni fatte per tre anni e con diverse condizioni ambientali hanno dimostrato che le colonie della ciperacea in oggetto si trovano sempre ad una temperatura superiore a quella ambientale, anche quando quest'ultima si abbassa di molto ed il terreno presenta una bassa termalità; inoltre colture effettuate all'aperto su terreno non riscaldato, su terreno riscaldato artificialmente e sulle fumarole dei Campi Flegrei hanno messo in evidenza che il clima invernale medio di Napoli e di Ischia, sia pure soltanto per poco, non consente la sopravvivenza del *Cyperus polystachyus*. Questo potrebbe superare i mesi freddi solo se fosse dotato di quelle caratteristiche morfologiche e fisiologiche atte a consentirne il perennamento allo stato di riposo. Tuttavia la specie in questione, oltre che del caldo, ha anche bisogno di una sufficiente umidità a causa della sua igrofilia provata sia da osservazioni fatte in natura, sia da ricerche colturali.

Cyperus polystachyus, nel clima di Ischia, appare pertanto legato ai terreni fumarolici presso i quali è accantonato perchè in essi due fattori ecologici (temperatura ed umidità) raggiun-

gono simultaneamente valori elevati. Ma la sua sopravvivenza in questi singolari ambienti è dovuta anche al fatto che esso è capace di adattarsi a sopportare altre condizioni sfavorevoli quali, ad esempio, la natura del substrato, eventuali emanazioni gassose, elevate temperature.

SUMMARY

Cyperus polystachyus is a tropical and subtropical species which out of limits of these regions is found only in Ischia-island, in the gulf of Naples.

But in this island such species is localized only in these grounds where we find a secondary volcanic activity, that is to say, near fumaroles.

In these zones we may find warm and moist ground, in dependence of great quantity of aqueous vapour.

The A. studies ecological exigences of *Cyperus polystachyus* as much in its staging area in the Ischia-island as in artificially hot ground for reproducing similar conditions as these ones of the fumaroles.

It is possible establish in such way that *Cyperus polystachyus* is a «termophile, igrophile and eliophile» species.

On medium winter climate of Ischia it dies and may survive only in these warm and moist microambients that fumaroles represent.

But such species may survive in such ambients because it has rivelate itself resistant in respect of unfavourable factors as, for an exemple, a great warming of its roots.

BIBLIOGRAFIA

- AVERNA V. - Contributo alla conoscenza della temperatura del suolo agrario a diverse profondità. *Annali Sperimentazione Agraria*, 10, 1956, 1205-1215.
- BALSAMO F. - Impressioni dal vero. Cenno geologico-botanico sull'Isola d'Ischia. *L'Ateneo*, Napoli, 1833 (estratto di pp. 14).
- BÉGUINOT A. - La vegetazione delle isole ponziene e napoletane. *Annali di Botanica*, 3, 1905, 180-453.
- BERTOLONI A. - *Flora italica*, 1, 1883, 257.

- BUCHNER G. - Die Diplopoden, Chilopoden und Land - Isopodenfauna der Insel Ischia und Capri un ihre tiergeographischen Beziehungen. *Zool. Jharb.*, 80, 1951, 435-482.
- BUCHNER G. e RITTMAN A. - Origine e passato dell'isola d'Ischia, Napoli, 1948, ed. Macchiaroli.
- CANDOLLE (DE) A. - *Géografie botanique raisonnée*, Parigi, 1855, 2, 1030.
- CIFERRI R. - Ricerche fisiologiche ed ecologiche su un'erba infestante: il *Cyperus rotundus* L. *Atti Ist. Bot. Pavia*, Serie IV, 7, 1936, 185-264.
- GUSSONE G. - *Florae Siculae Synopsis*, Napoli, 1843, 48.
- GUSSONE G. - *Enumeratio Plantarum Vascularium in Insula Inarimi etc.*, Napoli, 1854.
- IOVENE F. - Studio termico sull'isola d'Ischia. *Boll. Soc. Naturalisti Napoli*, 50, 1938, 141-148.
- LEVIER E. - A proposito del *Cyperus polystachyus*. *Bull. Soc. Bot. Ital.*, 1899, 128.
- MARINUCCI M. e RIVERA V. - Dosi termiche inducenti paralisi vegetativa in *Lupinus albus*. *Annali di Botanica*, 24, 1952, 42-45.
- MENNELLA C. - Sull'andamento termico annuale per l'isola d'Ischia e per altre stazioni della Penisola. *La clinica termale*, Serie II, 2, 1949, 276-280.
- MENNELLA C. - Sul clima delle isole partenopee Ischia e Capri. *La clinica termale*, Serie II, 7, 1953, 139-145.
- MEROLA A. - Osservazioni sull'ecologia e sulla biologia dei vegetali viventi presso le fumarole. Nota I. Termotropismo radicale e riscaldamento del terreno in *Erica arborea* L. *Delpinoa* (n. s. *Bull. Orto Bot. Napoli*), 10, 1957, 5-20.
- NICOLINI T. - Il clima di Napoli-Capodimonte. *Memorie Meteorologiche Osservatorio Astronomico Capodimonte*, Napoli, 1956, pp. 21.
- PARLATORE F. - *Flora italiana*, 2, 1852, 25-26.
- PASSERINI N. - Presentazione di esemplari di *Cyperus polystachyus*. *Bull. Soc. Bot. Ital.*, 1899, 128.
- PEDICINO N. - Poche osservazioni presso le terme. *Rend. R. Accad. Sci. Fis. Mat. Napoli*, 1873.
- PRESL D. C. B. - *Cyperaceae et Gramineae siculae*. Praga, 1820.
- TENORE M. - *Flora Napolitana*, 3, 1824-1827, 42-44.
- TENORE M. - Cenno sulla geografia fisica e botanica del Regno di Napoli, Napoli, 1827, 80-81.
- TENORE M. - Una visita all'isola d'Ischia nel 1802. Lettera del Cav. M. Tenore al Cav. de Renzi. *Filiatre Sebezio*, Napoli, luglio 1842.
- TENORE M. - Una gita all'isola d'Ischia. *L'Iride*, Napoli, 1856, n. 20. (*)

(*) Entrambe queste due lettere sono state ripubblicate (a cura dello stesso TENORE, tre anni prima della sua morte) sotto il titolo: Due lettere del Prof. Michele Tenore con alcune osservazioni sull'isola d'Ischia, II ediz., Stamperia e cartiere del Fibreno, Napoli, 1858.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

TAVOLA I

Distribuzione delle fumarole dell'isola d'Ischia visitate dall'Autore. Presso le fumarole contrassegnate dal colore rosso il *Cyperus polystachyus* è presente; esso manca invece nei terreni fumarolici indicati con cerchietti verdi. I numeri posti accanto ai singoli cerchietti si riferiscono all'elenco delle fumarole riportato nel testo.

TAVOLA II

Stazioni di *Cyperus polystachyus* ad Ischia.

- FIG. 1 - *Cyperus polystachyus* impiantato su terreno caldo, in zona fumarolica, ai piedi di una parete verticale.
- FIG. 2 - Individui di *Cyperus polystachyus* viventi sotto un sasso il quale, evitando una forte dispersione del calore, consente la sopravvivenza di queste piante, ad onta della bassa termalità del terreno.
- FIG. 3 - Gruppo di *Cyperus polystachyus*, all'ingresso di una bocca fumarolica, colpiti in pieno dal flusso di vapore acqueo che fuoriesce da quest'ultima.
- FIG. 4 - Altre colonie della stessa pianta su terreno caldo per forte termalità, ma lontano da bocche fumaroliche e senza alcun riparo.
- FIG. 5 - *Cyperus polystachyus* su terreno caldo nelle immediate vicinanze di una grossa bocca fumarolica il cui flusso di vapore acqueo appena li lambisce.
- FIGG. 6 e 7 - Colonie di *Cyperus polystachyus* impiantate nell'interno di cavità (fotografata dall'alto) sul cui fondo si aprono piccole bocche fumaroliche.
- FIG. 8 - Rigoglioso esemplare di *Cyperus polystachyus* su terreno a forte termalità.
- FIG. 9 - Individui di *Cyperus polystachyus* all'ingresso di una ampia bocca fumarolica.

TAVOLA III

Stazioni di *Cyperus polystachyus* ad Ischia.

- FIG. 1 - Ingresso di una primitiva «stufa» costituita da una cavità artificiale scavata, per scopi terapeutici, in roccia fumarolica al vallone Funnolillo, presso S. Angelo. Il vapore acqueo caldo

che fuoriesce dal finestrino sovrastante all'ingresso o che filtra attraverso il terreno, dopo essersi accumulato sulla volta di detta cavità, determina riscaldamento del terreno sul quale pertanto si trovano piante di *Cyperus polystachyus* (come è indicato dalle frecce).

- FIG. 2 - *Cyperus polystachyus* in vicinanza di una fumarola la cui bocca risulta quasi occlusa dal suo rigoglioso sviluppo.
- FIG. 3 - Colonie di *Cyperus polystachyus* (sono visibili solo le infiorescenze) impiantate sul fondo di una piccola cavità naturale, vista dall'alto, situata in terreno pianeggiante ricoperto da prato. In tale cavità si realizza un microclima caldo-umido a causa di una piccola bocca fumarolica che si apre sul suo fondo.
- FIG. 4 - Solco di erosione in parete fumarolica verticale. I numerosi individui di *Cyperus polystachyus* presenti sono costantemente circondati dal vapore acqueo (ben visibile nella fotografia) che sfugge dalla superficie di questo solco.

TAVOLA IV

Stazioni di *Cyperus polystachyus* ad Ischia.

- FIGG. 1 e 2 - Colonie di *Cyperus polystachyus* su terreno fumarolico ad alta termalità. La specie in questione è la sola che si spinge fino a questo punto. Pur trattandosi di terreno scoperto ed assolutamente non riparato, essa può sopravvivere durante l'inverno perchè la forte termalità del terreno realizza nell'aria sovrastante, sia pure solo per qualche centimetro, una temperatura più elevata di quella ambientale.

TAVOLA V

Individui di *Cyperus polystachyus* coltivati.

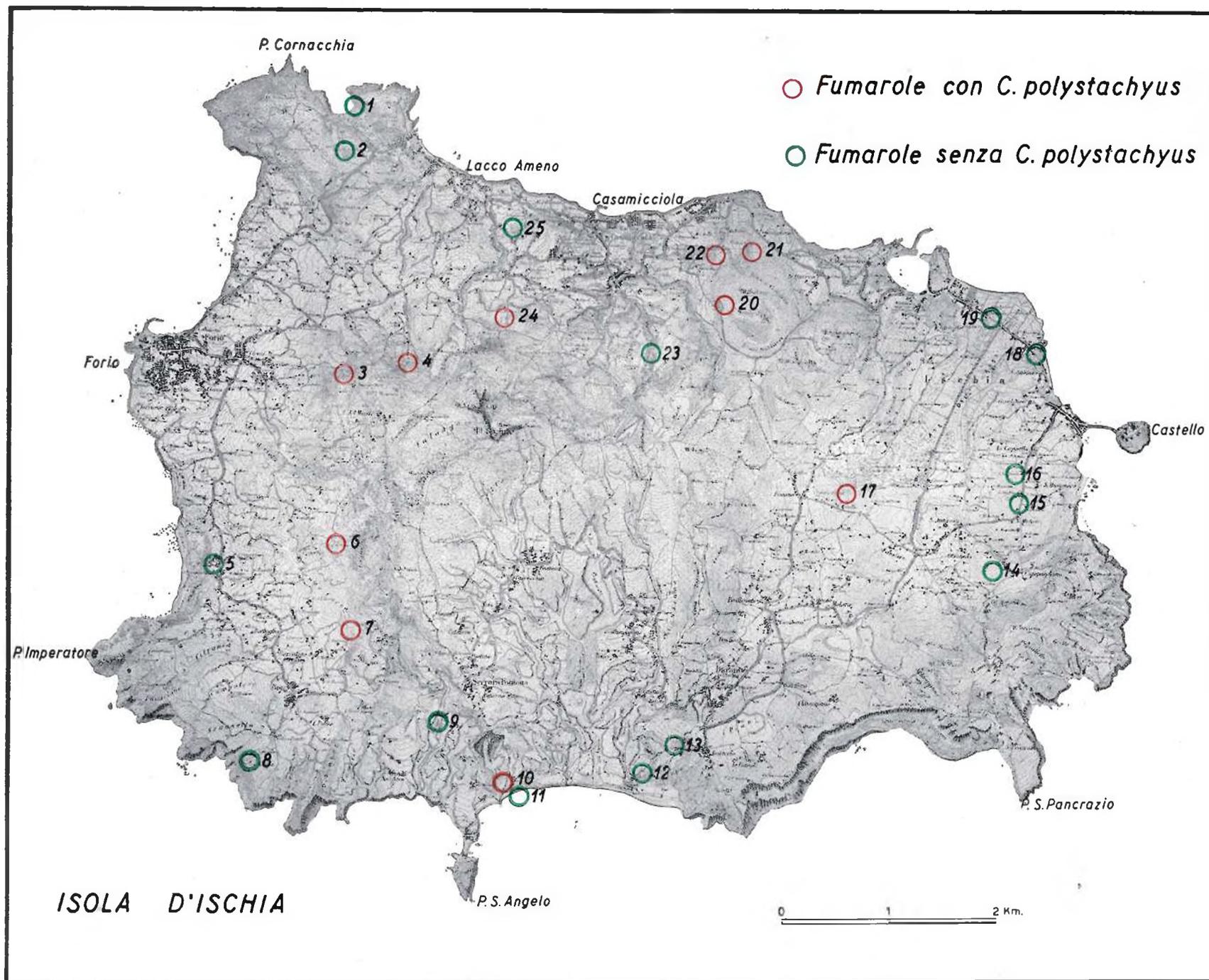
- FIG. 1 - Giovani piante di *Cyperus polystachyus* nate nell'estate 1956 nell'Orto Botanico di Napoli e tenute sempre all'aperto. La fotografia eseguita alla fine del febbraio 1957 mostra che già in tale data sono morte tutte.
- FIG. 2 - Piante coetanee delle precedenti e coltivate anch'esse all'aperto, ma su terreno riscaldato. La fotografia eseguita contemporaneamente a quella della figura 1 lascia rilevare facilmente che le piante in questione sono vive.

- FIG. 3 - Individui adulti di *Cyperus polystachyus* che hanno fiorito e fruttificato nella estate 1956. Nell'inverno 1957 essi sono stati coltivati all'aperto, in vasi con terreno artificialmente riscaldato. La fotografia eseguita ai primi di maggio 1957 fa rilevare la loro rigogliosità e la abbondante fioritura alla quale si stanno preparando.
- FIG. 4 - Individui di *Cyperus polystachyus* coetanei dei precedenti e tenuti anch'essi all'aperto ma su terreno non riscaldato. La fotografia fatta ai primi di maggio 1957 mostra che tali individui sono in buona parte morti (tutte le parti epigee sono secche) e solo qualcuno presenta piccoli rigetti verdi protetti dalle foglie secche.

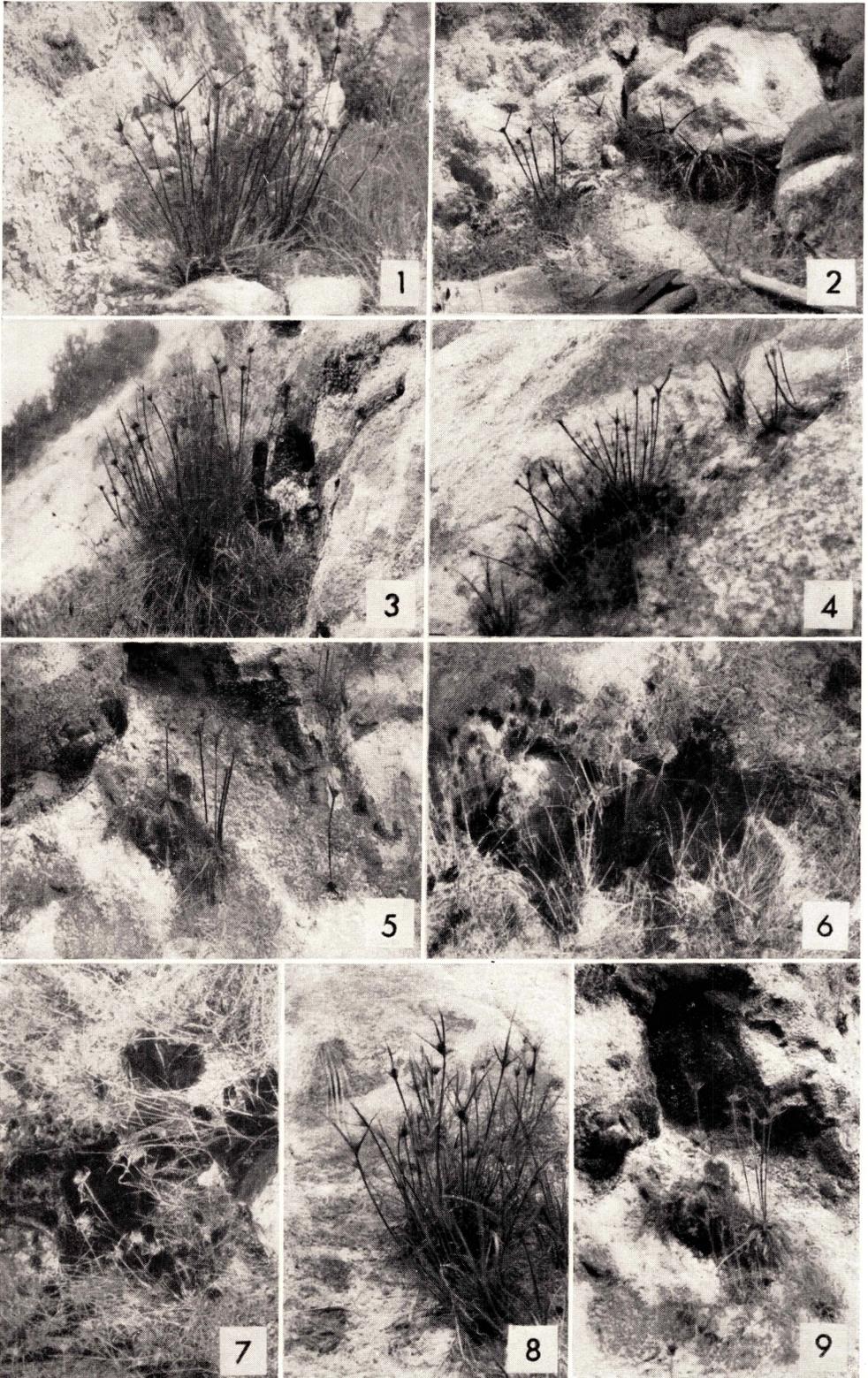
TAVOLA VI

Individui di *Cyperus polystachyus* coltivati.

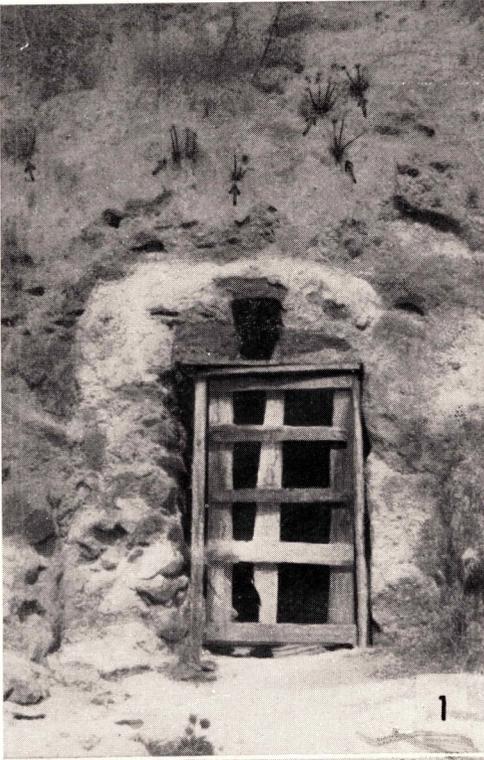
- FIG. 1 - Individui coltivati, durante l'inverno, all'aperto e su terreno riscaldato. Trattasi del vaso di sinistra della figura 3 della tavola V fotografato il 16 giugno 1957.
- FIG. 2 - Individui che hanno superato l'inverno su terreno non riscaldato; si tratta del vaso della figura 4 della tavola V fotografato il 16 giugno 1957. Qualche individuo sopravvissuto, già in tale data, si è completamente ripreso ed ha cominciato ad invadere tutto il vaso. Tali piante, tuttavia, sono molto meschine nei confronti delle coetanee tenute su terreno riscaldato e di cui alla precedente figura 1 (le fotografie delle figure 1 e 2 di questa tavola sono ugualmente impicciolite in modo da rendere possibile il confronto).
- FIG. 3 - Infiorescenza di *Cyperus polystachyus* sviluppatasi in pianta cresciuta all'aperto.
- FIG. 4 - Infiorescenza di *Cyperus polystachyus* differenziatasi e sviluppatasi a luce attenuata (intensità luminosa ridotta ad $\frac{1}{4}$ di quella esistente all'aperto).



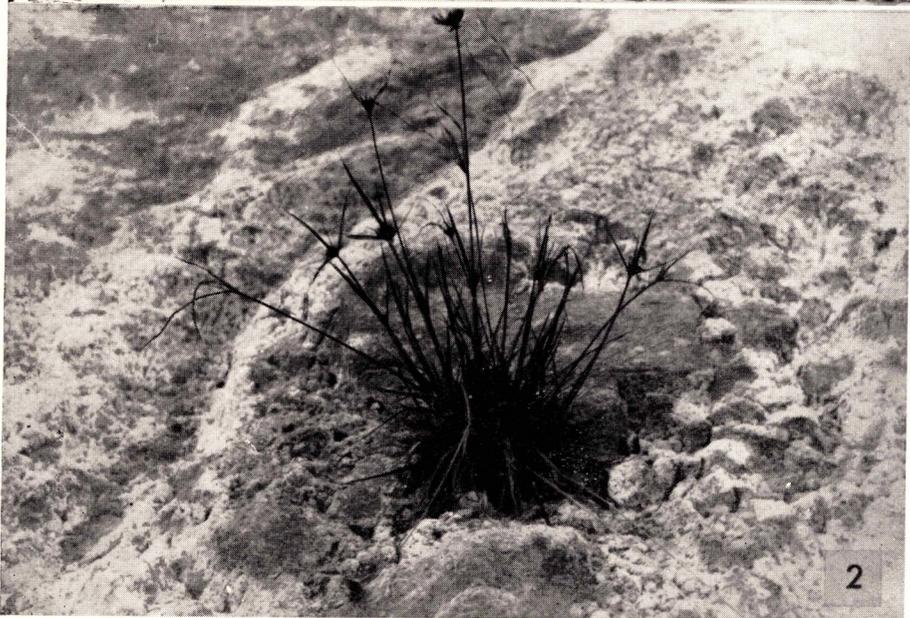
A. MEROLA - Ecologia del *Cyperus polystachyus* Rottb.



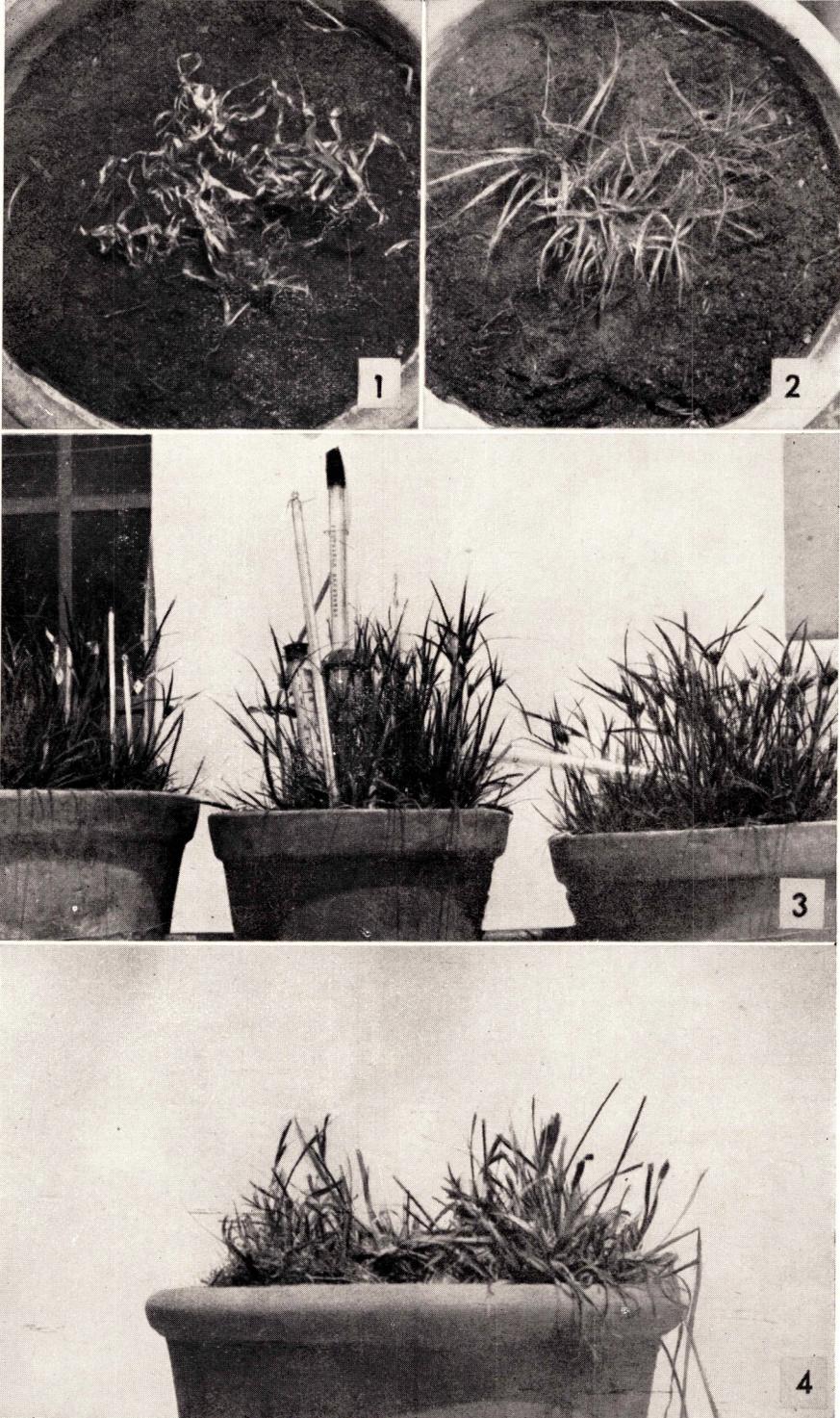
A. MEROLA - Ecologia del *Cyperus polystachyus* Rottb.



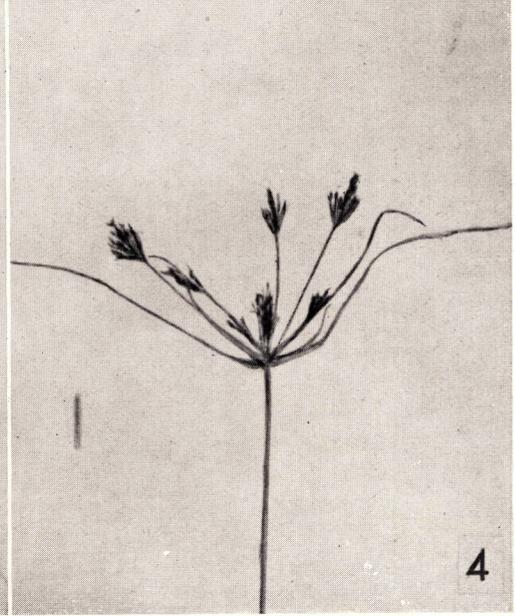
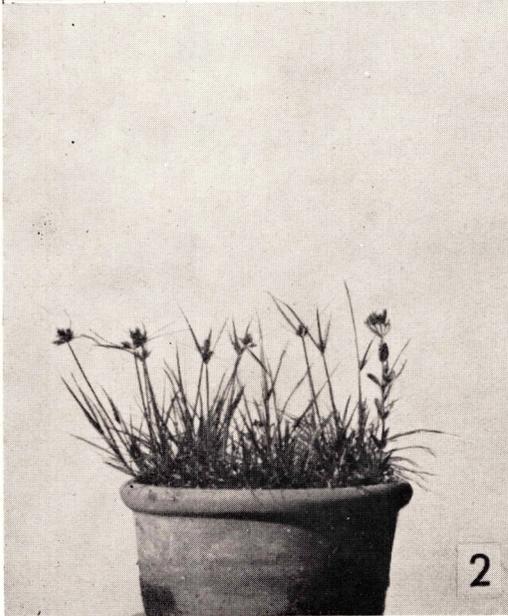
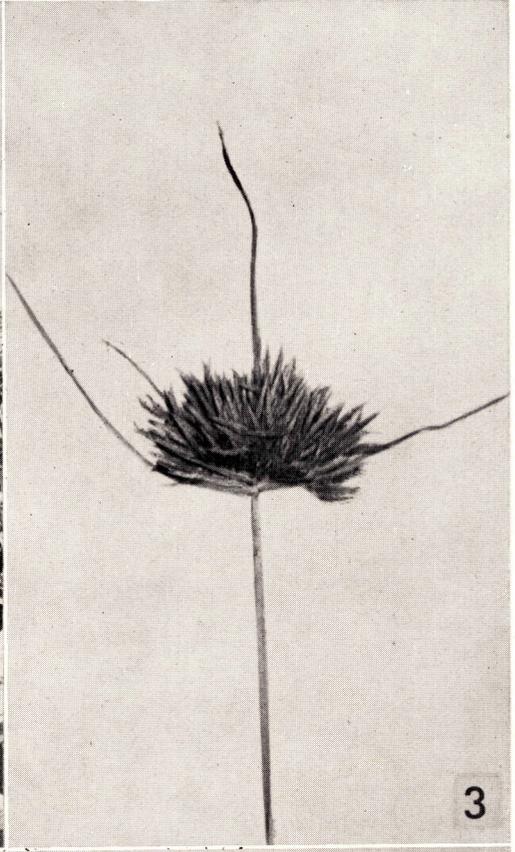
A. MEROLA - Ecologia del *Cyperus polystachyus* Rottb.



A. MEROLA - Ecologia del *Cyperus polystachyus* Rottb.



A. MEROLA - Ecologia del *Cyperus polystachyus* Rottb.



A. MEROLA - Ecologia del *Cyperus polystachyus* Rottb.

