

scomparivano. Così lo *Spathidium spathula* esercita in coltura un'azione predatrice, e la sua comparsa può rapidamente far scomparire alcune altre specie. Dimodochè, con osservazioni a grande distanza di tempo, qualche specie potrebbe svilupparsi e sparire senza che l'osservatore possa neppure avvedersene.

Lo studio delle singole specie è stato fatto in buona parte a fresco, studiando gli animali in tutte le loro manifestazioni vitali; siamo in pieno accordo col SANDON, col PENARD e col KAHL nell'affermare che molti dettagli di forma si possono meglio afferrare quando l'animale è vivo che quando è morto; anzi, per molti di essi, la esatta struttura è ben visibile soltanto sul vivo.

Per meglio studiare *in vivo* le varie specie, e quindi attenuare i movimenti dei più vivaci, aspettavamo che sopravvenisse un lento asfissiamiento per impoverimento di acqua e aria fra il porta-oggetti e il copri-oggetti. Gli animali con questo metodo, come con altri, si deformano talvolta notevolmente, ma lasciano cogliere dettagli importanti.

Per le forme di *Polytoma* e di *Chlorogonium* e qualche altra, usammo tracce di alcool iodato che colorando i granuli di amido, rispetta e mette in evidenza altri particolari di questi animali, come si vede nelle microfotografie annesse.

Usammo anche colorazioni vitali al Rosso Congo neutro, e usammo pure qualcuno dei metodi di fissazione e di colorazione più comuni; inoltre, per alcune specie, adottammo le colorazioni speciali di FEULGEN, BORREL, KLEIN, e quella al Bleu opale.

Per ciò che riguarda lo sviluppo qualitativo delle colture, un punto di disaccordo troviamo tra noi e il SANDON.

Egli ritiene che *Euglena* e *Polytoma* siano forme che si sviluppano tardivamente nelle colture, e che i *Polytoma* segnano un avviamento alla putrefazione delle colture stesse. Noi non solo abbiamo trovato comunemente *Polytoma* in colture di brodo di fieno, ma talvolta lo abbiamo trovato anche in colture in acqua e dopo breve tempo dalla messa in coltura del terreno. Qualche volta infine, nella stessa coltura, trovammo *Polytoma* e forme corrispondenti di *Chlamydomonas*. Che forse numericamente i *Polytoma* tendano a prevalere alla fine del periodo di coltura possiamo anche ammettere, ma ciò non significa che essi non possano comparire precocemente nelle colture.

Abbiamo tenuto conto anche delle possibilità di inquinamento delle colture per mezzo dell'aria durante le manipolazioni necessarie agli esami delle stesse. Per controllo sovente abbiamo tenuto vaschette aperte con brodo di fieno sterile da Protozoi in vicinanza alle vaschette delle colture di terreno. Quasi tutte le vaschette di controllo si sono conservate sterili da Protozoi, pullulando invece di batteri e dando origine allo sviluppo di una quantità di muffe. Una volta sola trovammo sviluppata una forma di flagellato (*Bodo* sp.) mai trovata in coltura di terreno, e un'altra volta trovammo sviluppate nella vaschetta di controllo una specie di *Oicomonas*, una di *Glaucoma* e il *Polytoma uvella*. Tutto questo in più di tre anni di lavoro.

WOODRUFF ha dimostrato che spesso i liquidi culturali sterilizzati, posti in recipienti aperti, si mantengono per lungo tempo esenti da Protozoi, e che un numero relativamente piccolo di forme finisce col popolare i liquidi culturali. PUSCHKAREW ha stabilito che sono relativamente poche le cisti di Protozoi che trovansi negli alti strati dell'aria o che possono esser portate dal vento. Alle stesse conclusioni erano giunti anche ENRIQUES e CIFERRI.

Per le ragioni più volte accennate, abbiamo dato, nei nostri studi, la massima importanza alle osservazioni immediate a fresco e a quelle su colture in acqua, perchè queste si approssimano di più alle condizioni d'ambiente naturale.

Tuttavia anche le osservazioni di colture in brodo di fieno, almeno nel loro risultato complessivo, rivelano bene differenze qualitative e quantitative fra i vari terreni.

## CAPITOLO X.

### Applicazione dei dati ecologici alla determinazione di faunule protozoarie del terreno

Il nostro studio ci ha portato a discutere il problema se esistono faunule protozoarie speciali per determinati tipi di terreno agrario.

Questo problema, come si è detto in altra parte del lavoro, ci ha spinto, più che ad estendere a tanti tipi di terreno le nostre ricerche, ad approfondirle per un numero relativamente

limitato, allo scopo di scoprire eventuali quadri biologici. Ad uno studio ecologico di questo genere si prestano i terreni che si sono rivelati più ricchi di specie di Protozoi, perchè, lavorando su numeri relativamente più grandi, si evitano pericoli di errori. Ci siamo dunque fissati sui terreni di *marcita* e di *serra*.

Il nostro è un saggio di analisi microbiologica che noi abbiamo voluto applicare ai Protozoi, che rappresentano una notevole parte — e poco conosciuta — della popolazione microbica del terreno.

Dell'importanza di questa analisi microbiologica come completamento dell'analisi chimica, si sono avute prove nello studio delle acque dolci e salmastre, soprattutto se ricche di sostanza organica in via di decomposizione, tanto che il KOLKWITZ nel 1911 poteva affermare: « Mentre per mezzo dell'analisi chimica « la presenza di un centesimo di milligrammo di una sostanza « sciolta in un litro d'acqua si può rivelare con fatica, il metodo planetologico e batteriologico può darci un risultato anche « con una quantità più piccola, e in parte esprimibile in cifre, « perchè con questo metodo di ricerca un milligrammo di una « sostanza assume manifestazioni visibili per mezzo di potenti « quantità di individui che vanno da migliaia a miliardi ».

Per la ricerca dei quadri ecologici ci siamo basati essenzialmente sugli studi di KOLKWITZ e MARSSON.

Poichè dopo il primo tentativo del KOLKWITZ e del MARSSON (1908-1909) di costruire le biocenosi delle acque ricche di sostanza organica, il sistema ecologico di questi Autori subì qualche modificazione dovuta alle indagini e agli studi successivi, così noi, mentre nelle linee generali abbiamo tenuto conto soprattutto dei lavori del KOLKWITZ, nell'assegnazione invece di alcune specie ai vari quadri ecologici, abbiamo tenuto conto anche dei dati del LEMMERMANN, del KARL e di altri Autori.

Il KOLKWITZ e il MARSSON, nel mondo dei viventi saporiti vegetali ed animali, distinguono i seguenti gruppi:

I° *polisaprobi*

II° *mesosaprobi* ( $\alpha$ - e  $\beta$ -*mesosaprobi*)

III° *oligosaprobi*

A questi 3 gruppi di saporiti gli Autori aggiungono un gruppo di viventi in acque pure:

IV° *catarobi*.

Da questo studio ecologico gli Autori traggono deduzioni per giudicare del grado di purezza dell'acqua.

L'esistenza degli animali *polisaprobi* è legata alla presenza, nelle acque, di quantità abbastanza alte di sostanze organiche complesse (proteine e idrati di carbonio). L'ambiente è caratterizzato pure da scarsità d'ossigeno e da fenomeni di riduzione. Il numero di specie di Protozoi che possono vivere in questo ambiente è piccolo, ma il numero di individui di ciascuna specie è piuttosto alto. Le forme predominanti sono i Flagellati sprovvisti di colorofilla, batteriofagi per eccellenza.

Gli animali *mesosaprobi* si possono distinguere in due gruppi: il gruppo  $\alpha$ , che vive in acque in cui la scomposizione delle proteine giunge verosimilmente fino all'asparagina, leucina, glicocola, ecc., ma non è ancora decisamente avviata alla mineralizzazione; il gruppo  $\beta$ , al quale appartengono animali che vivono in un ambiente in cui le sostanze organiche sono quasi giunte alla mineralizzazione. Numerose sono le specie che possono vivere in questo ambiente, come numerosi sono gli individui di una stessa specie. È questa la comunità più ricca degli ambienti saporiti, che comprende anche il maggior numero di specie protozoarie e che mostra una grande ricchezza in *Diatomee*, *Schizoficee* e *Cloroficee*.

Gli animali *oligosaprobi* vivono in acque che si possono ritenere praticamente pure, nelle quali la mineralizzazione, già avviata nell'ambiente mesosaprobico, si completa. Naturalmente vi sono anche ambienti in cui il processo di mineralizzazione non avviene, perchè essi sono poveri, per loro natura, di sostanza organica: anche questi ambienti sono abitati da faune oligosaprobie. È un ambiente abbastanza ricco di specie animali, anche di Protozoi.

Gli animali *catarobi* abitano acque purissime, nelle quali probabilmente sono molto limitati i processi di mineralizzazione di sostanze organiche.

In genere gli Autori ammettono per i Protozoi che i *Flagellati* sprovvisti di cromoplasti siano caratteristici dell'ambiente poli- $\alpha$ -mesosaprobico. I *Ciliati*, per la relativa facilità con cui si possono determinare, e per la loro abbondanza, si prestano, secondo gli Autori, per il giudizio del grado di inquinamento dell'acqua dei fiumi, giudizio rafforzato da quotidiane osservazioni fatte per anni dagli Autori.

Il sistema ecologico KOLKWITZ-MARSSON è stato fatto oggetto di critica per la indeterminatezza dei limiti di ciascuna categoria ecologica del sistema; la quale indeterminatezza dipende dal fatto che molte specie non sono legate entro i limiti chiusi di una sola categoria ecologica, ma possono adattarsi anche a due categorie contigue. Da ciò è derivato che, mentre le osservazioni analitiche avevano condotto a frammentare le categorie ecologiche, si è dovuto poi istituire categorie più comprensive, fondendone due contigue, per comprendervi specie più largamente adattabili. Su queste frammentazioni e fusioni di categorie ecologiche è basata la nostra Tabella E.

Tenemmo conto del mondo *sapropelico* del LAUTERBORN, cioè di quell'ambiente rappresentato da acque di pozze e di fossi in cui le acque superficiali possono anche essere abbastanza pure e con vita intensa, mentre sul fondo si forma una melma costituita in buona parte da sostanza organica, in seno alla quale, per completa mancanza di ossigeno, si hanno fenomeni di riduzione, e nella quale vivono numerosi e caratteristici Ciliati.

Infine abbiamo tenuto conto delle specie *coprofile*, che sono capaci di vivere sulle feci, portate in esse dall'esterno o depositate con esse dagli animali, attraversando, in quest'ultimo caso, il tubo digerente allo stato di cisti.

Sono specie *coprofile*: *Bodo edax*, *Monas sp.*, *Amoeba li-max*, *Colpidium colpoda*, *Polytoma uvella*, *Cryptochilum nigricans*, *Tetramitus rostratus*, *Lembus pusillus*.

Abbiamo introdotto la categoria poli-mesosaprobica usata dal LEMMERMANN-PASCHER e dal KAHL, e che comprende forme che vivono in acque contenenti sostanze organiche ancora molto complesse, oppure già avviate alla decomposizione.

L'esame a fresco del terreno e delle colture fatte con acqua sterile, quando dà un buon numero di forme protozoarie, è il solo che ci permetta di ricercare un'eventuale comunità o *biocenosi protozoaria*, perchè, tranne quelle poche tracce minerali che l'acqua sterile aggiunta può portare, tutto il resto è dato dal terreno con le sue proprietà chimiche, fisiche e biologiche, con le sue possibilità di sviluppo.

L'acqua aggiunta certamente altera le condizioni, ma avendone noi fatto le osservazioni in brevi limiti di tempo, riteniamo che le nostre colture in acqua fossero pur sempre quelle che si avvicinano di più alle condizioni naturali, soprattutto avendo

assicurato una buona aerazione alle nostre colture, e avendo preso in esame in modo speciale quei terreni che sono irrigati per scorrimento di un velo liquido per buona parte dell'anno.

Il nostro ragionamento è stato il seguente: se noi diamo ad un terreno fresco acqua sterile, o l'esaminiamo così come è, se esso ci fornisce forme protozoarie, queste rispecchieranno l'ambiente saprobio o catarobio, forse anche con gradazioni tali da poterne dedurre *quali processi di mineralizzazione avvengono e prevalgono nel terreno, e questi alla loro volta permetteranno di giudicare della fertilità e del rendimento*, così come è stato ed è possibile, in base all'esame biologico, giudicare dello stato chimico delle acque.

Naturalmente il nostro ragionamento è stato applicato soltanto ai Protozoi, gruppo che per ora ci interessa, seguendo le orme del KOLKWITZ e MARSSON, e limitandoci alle specie che essendo le più frequenti, sono anche le più conosciute, e sono le più indicate a rappresentare una comunità che ha una certa costanza di costituzione.

#### 2) I terreni di marcita

La scelta dei terreni della marcita lombarda e precisamente milanese, che da secoli costituisce oggetto di meraviglia per la sua straordinaria fertilità, ci è parsa in modo particolare adatta al nostro studio, perchè, ripetiamo, non soltanto in coltura, ma anche in natura, i terreni di marcita si rivelano ricchi di Protozoi saprobi allo stato attivo, che in gran parte corrispondono a specie comunemente segnalate quali abitatici del terreno.

Diamo una tabella comparativa delle comunità protozoarie dei tre terreni di marcita (Tabella E), ricordando che il terreno I<sup>o</sup> riceve acque vive di fogna, il terreno II<sup>o</sup> acqua limpida, il III<sup>o</sup> invece è il terreno del 5<sup>o</sup> quadro di una marcita che riceve acqua viva di fogna della Vettabbia dopo che essa è passata sopra altri quattro quadri.

Le specie prese in considerazione sono quelle osservate durante un anno intero.

Il terreno I, con l'alto numero delle specie poli-mesosaprobiche, rivela la presenza di sostanze organiche complesse. La frequenza del *Treponomonas agilis* (V. elenco delle specie del terreno I) che si è presentato parecchie volte, e sempre in gran numero, e che noi abbiamo preso come specie indice, dimostra

che per tutto il semestre di irrigazione in quel terreno vi è un apporto di sostanza organica in *quantità e grado di demolizione* tale che la sua trasformazione in composti più semplici non può essere completata se non in parte.

TABELLA E

*Tabella riassuntiva del numero delle specie di Protozoi presenti nei terreni I, II, III, distinte secondo il tipo ecologico*

Terreni	Palmico-saprobie	z. meso-saprobie	s-β. meso-saprobie	β. meso-saprobie	β. meso-oligosaprobie	Oligosa-probie	Catarrhal-mesosaprobie	Catarrhal-oligosaprobie	Catarrhalie
I <sup>o</sup>	10	7	2	7	1	2	2	1	1
II <sup>o</sup>	10	6	5	8	1	2	1	1	3
III <sup>o</sup>	5	6	6	7	1	4	3	1	2

È questo il terreno in cui la demolizione della sostanza organica, per la presenza di molti Batteri, è rapida, ma avviene in parte in un ambiente riducente, ove l'ossigeno si può ritenere scarssissimo in proporzione all'enorme quantità di sostanza organica presente. A questa deduzione si può anche arrivare confrontando il numero delle specie di Flagellati incolori che appaiono nel terreno I<sup>o</sup> e nel terreno III<sup>o</sup>, ove essi sono molto più scarsi (V. tabella F).

TABELLA F

*Tabella comparativa numerica delle specie di Protozoi osservate nei terreni-tipo, distinte per gruppi sistematici*

Terreni	Flagellati	Rizopodi	Ciliati	Totale	Qualità del terreno
I <sup>o</sup>	25	12	28	65	Fertilissimo
II <sup>o</sup>	19	15	32	66	Fertilissimo
III <sup>o</sup>	16	11	47	74	Fertilissimo
IV <sup>o</sup>	11	12	29	52	Umido e molto fertile
V <sup>o</sup>	9	6	11	26	Pomiccio, bonificato e fertile
VI <sup>o</sup>	2	2	6	10	Arido e poco fertile
VII <sup>o</sup>	7	3	13	23	Fertile
A	4	5	8	17	Incolto, Robinie e manto rado Graminacee (Brughiera).
B	—	5	2	7	Incolto, quasi sterile, Brugo (Brughiera)
C	1	2	4	7	Incolto, quasi sterile, Pino (Brughiera)

Il minor numero di forme poli-mesosaprobie presenti nel terreno III in confronto al numero maggiore di esse presenti nel terreno I, nonché la presenza nel terreno III di un maggior numero di forme tendenti all'ambiente di acque pure in confronto a quelle del terreno I, rivelano che nel terreno III i fenomeni di ossidazione sono notevoli e che la sostanza organica è in buona parte mineralizzata, cosicchè l'acqua di scorrimento sopra la cotica che defluisce nei canali di scarico, riuscirà ad asportare quella parte di sostanze mineralizzate che le piante della marcita non hanno usufruite. E poichè la mineralizzazione delle sostanze organiche azotate in ambiente aerobio conduce alla formazione di nitrati, noi dovremmo trovare nell'acqua che esce dagli ultimi quadri di una marcita, un'augmentata quantità di contenuto in NO<sub>3</sub> rispetto alla quantità posseduta dall'acqua entrata nella marcita.

I risultati di analisi chimiche compiute nel Laboratorio di Chimica Agraria del R. Istituto Superiore Agrario di Milano, ancora inediti e gentilmente concessi, vengono in conferma alla nostra induzione. Vennero compiute infatti analisi chimiche delle acque della Vettabbia nel punto in cui si porta sulla marcita e all'uscita dal 3° quadro.

*Analisi delle acque delle Vettabbia*

(6 giugno 1930, ore 13,30)

Sostanze	Presenza all'ingresso delle acque nel 1° quadro	Presenza all'uscita delle acque dal 3° quadro
N <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	++	+++++++
N <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	+	++++
N organico ammoniacale	0,0125	0,0082

Risultati simili furono ottenuti nel 1900-903 da CELLI e MENOZZI. L'analisi batteriologica, fatta dal CELLI, dava per il numero dei batteri riscontrati all'entrata dell'acqua lurida in marcita e all'uscita di essa, dopo che ha irrigato due quadri e quattro quadri, i seguenti risultati per cm.<sup>3</sup>: 18.000.000 (all'entrata); 8.000.000 ((dopo il secondo quadro); 3.250.000 (dopo il quarto quadro). Alla fine del suo percorso la Vettabbia conteneva 120.000 germi per cm.<sup>3</sup>. Per converso l'analisi batteriologica delle acque di marcita irrigata con acqua limpida, dava

soltanto 14.600 Batterî all'entrata nel 1° quadro, mantenendosi sempre basso il numero dei Batterî anche nei quadri successivi.

Come si vede dai dati esposti nella tabellina, risulta che la quantità di azoto nitroso e nitrico è ben piccola all'ingresso delle acque luride nel primo quadro delle marcite, mentre è assai notevole all'uscita dai quadri successivi. Risulta inoltre che l'azoto organico ammoniacale ha subito una forte diminuzione tra il 1° e il 3° quadro, ed è da ritenersi che tale diminuzione sia dovuta in buona parte alla nitrificazione dell'azoto ammoniacale che va compendosi da un quadro all'altro.

Se dalle acque si passa ai terreni di marcita, l'analisi chimica di recente fatta da ANTONIANI, SUDARIO e VIANELLO, mette ben in evidenza che i terreni di marcita irrigati con acque luride non presentano differenze salienti con quelle irrigate con acque chiare, per ciò che riguarda il contenuto in sostanza organica, mentre il contenuto medio in azoto è superiore nei terreni irrigati con acque luride in confronto al contenuto di quelli irrigati con acque limpide. E precisamente il contenuto medio d'azoto è di gr. 4,40 per mille nei terreni irrigati con acque di fogna e di gr. 3,45 per mille nei terreni irrigati con acque chiare.

Ne consegue che il rapporto  $\frac{\text{sostanza organica}}{\text{azoto}}$  è sensibilmente

inferiore nei terreni irrigati con acque luride (21.9) rispetto a quello dei terreni irrigati con acque limpide (23.9). Enormi quantità d'azoto vengono portate con le acque luride sul terreno di marcita, e le piante che ivi crescono, tenendo conto delle diversità di composizione delle piante ivi coltivate, sono più ricche in proteine di quelle di marcita irrigata con acque pulite e anche più ricche in celluloso.

È evidente che una grande quantità d'azoto è mobilitata nel terreno di marcita irrigata con acque luride, ed è certo che questo fattore è il predominante nel determinare la maggior ricchezza di individui protozoari del terreno irrigato con acque luride in confronto a quello irrigato con acque pulite. Il terreno del 5° quadro di marcita irrigata con acque luride, caratterizzato dalla grande ricchezza in Ciliati, tanto per il numero delle specie quanto per quello degli individui, è però complessivamente meno ricco del terreno del 1° quadro in numero d'individui.

Ancor meno ricco si può considerare per il numero degli

individui, benchè ricco in numero di specie, il terreno II di marcita irrigata con acque pulite.

Questi nostri risultati quantitativi si accordano coi dati della carica batterica sopra riferiti.

Da tutto quanto si è detto consegue che i fenomeni di mineralizzazione della sostanza organica sono più rapidi e più completi nel terreno di marcita irrigata con acque luride che non nelle sue acque d'irrigazione.

E precisamente nella cotica, ove avvengono i più intensi fenomeni biologici collegati alla mineralizzazione della sostanza organica, si hanno negli ultimi quadri fenomeni di ossidazione, a spese dell'ossigeno dell'acqua fluente, molto più completi di quelli che si verificano nelle acque dei canali irrigatori d'accesso e nei primi quadri ove si possono avere anche fenomeni di riduzione.

Tenendo presente che gli studi dei chimici avevano constatato non esservi, con l'andar degli anni, un sensibile accumulo di sostanza organica nel terreno delle marcite, ma avendo altresì potuto accertare che tutte le analisi chimiche erano state compiute su campioni di terreno prelevati in profondità, cioè dopo asportazione della cotica superficiale di circa 15 centimetri di terreno, e tenendo infine presenti i risultati delle nostre indagini che sulla cotica superficiale furono condotte, si arriva alla conclusione che proprio in questa cotica superficiale (terreno densamente aggrovigliato dalle radici) avvengono i fenomeni di progressiva mineralizzazione della sostanza organica, tanto più spinta e regolare quanto più ci si inoltra dal 1° quadro della marcita verso l'ultimo. *Ne consegue che completa essendo, o quasi — in seguito a questo processo — la utilizzazione della sostanza organica in superficie, perchè ivi rapidamente mineralizzata ed assorbita, non si verifica alcun sensibile accumulo di essa nel terreno sottostante alla cotica, ed è perfettamente spiegabile il risultato pressochè negativo dato dalle analisi chimiche in profondità per quanto concerne l'accumulo di sostanza organica in profondità.*

È noto d'altra parte che, pur essendo i primi quadri delle marcite irrigate con acque di fogna i più produttivi in quantità, sono però tutt'altro che pregiati per la qualità del prodotto che qualche volta viene rifiutato dalle bestie.

Collegando questo fatto con il tipo spiccatamente poli-me-

sosaprobio della faunula del terreno 1°, si può pensare che il maggior prodotto di esso, in confronto ai successivi quadri di marcita, sia dovuto puramente alla quantità assoluta di sostanza organica mineralizzata e non a quella relativa alla sostanza organica ancora complessa presente e che dà luogo a fenomeni di riduzione.

Invece, nel terreno III, appare evidente che l'ossigeno circolante è sufficiente ad ossidare in buona parte i prodotti già abbastanza semplici derivanti dalla decomposizione delle sostanze organiche, e quindi anche l'ammoniaca, perchè le poche specie polisaprobiche in esso riscontrate si sono presentate nella coltura in acqua soltanto come specie occasionali, e perchè scarsi sono in esso i Flagellati incolori tipici degli ambienti polisaprobici, e abbondanti sono, in numero di specie e di individui, i Ciliati, che sono caratteristici degli ambienti tendenti verso la mineralizzazione completa.

*Si potrebbe concludere da tutto ciò che nel terreno delle marcite lombarde abbiamo una felice combinazione di fattori che hanno permesso ad una peculiare biocenosi uno speciale adattamento al terreno della cotica, divenuto un biotopo ove i processi di regolazione mineralizzazione della sostanza organica con formazione di  $\text{NO}_3$  avvengono con maggiore intensità che non nelle acque.*

Una considerazione particolare merita il terreno 2°, cioè quello di marcita irrigata con acqua limpida. In esso *tutte* le forme poli-mesosaprobiche appaiono per buona parte dell'anno. Bisogna tener conto che questo terreno riceve apporto di sostanza organica con terriccio in primavera, che in esso è più lenta la ripresa della crescita delle piante dopo la falciatura in confronto della marcita irrigata con acque luride; notevole il fatto che qualche volta abbiamo trovato dopo la falciatura le piante ingiallite, ciò che fa pensare che sia più lento tutto il metabolismo del terreno, in accordo con la sua povertà batterica.

Complessivamente però, la minor ricchezza in specie di Flagellati incolori e la maggior ricchezza in specie di Ciliati, denoterebbero un ambiente a mineralizzazione più completa di quella del 1° quadro di marcita irrigata con acque luride (terreno I). Tuttavia la minore quantità di sostanza organica rapidamente decomponibile presente in questa marcita, in confronto a quella delle altre marcite esaminate, fa sì che diminuisca gran-

demente la quantità di sostanza utilizzabile dalle piante, spiega il minor prodotto di esse e la povertà del numero dei Protozoi nel terreno.

Un'osservazione importante abbiamo fatto sui Protozoi di marcita, ed è che fra essi scarseggiano le forme verdi, se si eccettuano le Euglene che sono forme tipiche mixotrofe, prosperando bene solo in quegli ambienti ove, oltre a sostanze minerali in soluzione, vi siano anche sostanze organiche. La scarsità di forme autotrofe rivela che la fauna protozoaria delle marcite da noi studiate ha una fisionomia propria, per cui, pur essendo nelle grandi linee riconducibile ai sistemi ecologici dati dagli altri Autori per le acque, se ne distingue nettamente. Infatti i quadri ecologici dell'ambiente mesosaprobico dati per le acque dal KOLKOWITZ e MARSSON, segnalano molte forme verdi anche di altri microrganismi, oltre che di Protozoi; forme che noi non abbiamo trovato notevolmente abbondanti nei nostri terreni di marcita.

È molto probabile che le specie di Protozoi eterotrofi e mixotrofi di marcita irrigata con acque luride sottraggano alle soluzioni circolanti una parte dei prodotti intermedi di decomposizione della sostanza organica, funzionando a tal riguardo come fattori conservativi e non dissipativi.

Riteniamo che ulteriori studi occorranno per completare il quadro delle biocenosi di marcita.

Negli elenchi delle specie in fine del capitolo riportiamo i risultati delle osservazioni sui terreni di marcita, accompagnati dai dati ecologici.

Il numero delle specie di Protozoi da noi osservate nei tre terreni di marcita, il loro raggruppamento secondo i diversi tipi ecologici e secondo i diversi mesi dell'anno in cui furono riscontrate presenti, si prestano a rilievi e considerazioni biologiche di notevole importanza; e cioè:

I°) — Poichè i dati numerici delle tabelle G, H, I, indicano, per le osservazioni di ciascun mese, la presenza di tutte le specie di ciascun tipo ecologico, comprese quelle la cui presenza si ripete in più mesi, le tabelle in questione ci danno una rappresentazione della frequenza stagionale delle specie osservate e dei tipi ecologici di pertinenza di ciascuna. E precisamente, mentre nel terreno I° (marcita irrigata con acqua lurida, quadro I°) e nel terreno III° (marcita irrigata con acqua lurida,

quadro 5<sup>o</sup>) troviamo una frequenza complessiva nel periodo di irrigazione espressa nell'uno e nell'altro caso da 44 specie (in parte ripetute), al contrario nel periodo asciutto la frequenza delle specie è rappresentata nei due terreni rispettivamente da 11 e da 8. Confrontando questi dati con quelli del

TABELLA G

TERRENO I<sup>o</sup> (Colture in acqua)

*Tabella della frequenza mensile delle specie di Protozoi terricoli raggruppate secondo il tipo ecologico.*

	Mesi dell'anno	Tipi ecologici							Totale specie nei due periodi
		Poli-mesosaprobie	$\alpha$ -mesosaprobie	$\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobie	$\beta$ -mesosaprobie	Oligosaprobie	Catartobie, imesosaprobie	Catartobie, oligosaprobie	
Periodo di irrigazione	IX <sup>o</sup>	3			1				44
	X <sup>o</sup>	2	2		4		1		
	XI <sup>o</sup>								
	XII <sup>o</sup>	6	4	2	4	1	1	1	
	I <sup>o</sup>	2	1		3				
	II <sup>o</sup>								
Periodo asciutto	III <sup>o</sup>	4	1	1					11
	IV <sup>o</sup>	1			1				
	V <sup>o</sup>		2		1			1	
	VI <sup>o</sup>		1		1	1			
	VII <sup>o</sup>								
	VIII <sup>o</sup>				1	1			

terreno II<sup>o</sup> (marcita irrigata con acque limpide) ove la frequenza stagionale delle specie nel periodo di irrigazione jemale è di 25, mentre è di ben 36 la frequenza del periodo asciutto, si deduce che i due tipi di marcita presentano, per ciò che riguarda la fauna protozoaria, un andamento profondamente diverso.

II°) — Queste differenze stagionali possono essere spiegate col fatto che nel periodo jemale vi è apporto di abbondante sostanza organica nei terreni I° e III°, apporto che manca nel terreno II°. In quest'ultimo l'attività decomponente del terreno

TABELLA H

TERRENO II° (Colture in acqua)

Tabella della presenza mensile delle specie di Protozoi terricoli raggruppate secondo il tipo ecologico.

	Mesi dell'anno	Polimeso- probie	$\alpha$ -meso- probie	$\alpha$ - $\beta$ -meso- probie	$\beta$ -meso- probie	$\beta$ -meso- oligosaprobie	Oligosaprobie	Mesosaprobie -ctarobie	Oligosaprobie -ctarobie	Catarobie	Totale specie nei due pe- riodi
Periodo di irrigazione	IX°	1	1		1						25
	X°			1							
	XI°										
	XII°		2		4				1		
	I°	6	2	2	2				1		
	II°										
Periodo asciutto	III°	1									36
	IV°	1	2	1	4	1		1		1	
	V°	1		1		1				1	
	VI°	2	2	1	3		2			1	
	VII°	1	2		5			1			
	VIII°		1								

sembra più intensa, a giudicare dai Protozoi, durante il semestre estivo, dopo la concimazione primaverile con terriccio.

La scarsità complessiva di forme saprobie durante il periodo estivo nella marcita irrigata con acque luride potrebbe essere spiegata col fatto che l'interruzione primaverile dell'irrigazione, arrestando l'apporto di sostanza organica in un terreno la cui in-

tensa attività decomponente è rivelata dall'abbondanza dei Protozoi saprobi, nel periodo invernale, fa esaurire rapidamente nel terreno stesso la sostanza organica che era residuata dopo la sospensione dell'irrigazione.

TABELLA I

TERRENO III<sup>o</sup> (Colture in acqua)

Tabella della frequenza mensile delle specie di Protozoi terricoli raggruppate secondo il tipo ecologico.

Mesi dell'anno	Polimeso- probie	$\alpha$ -meso- probie	$\alpha$ - $\beta$ -meso- probie	$\beta$ -meso- probie	$\beta$ -meso- oligosprobie	Oligosprobie	Mesosprobie -catarbie	Oligosprobie -catarbie	Catarbie	Totale specie nei due pe- riodi	
Periodo di irrigazione	IX <sup>o</sup>	1	4	3	2	1	1			44	
	X <sup>o</sup>						1				
	XI <sup>o</sup>				1		1				
	XII <sup>o</sup>	1									
	I <sup>o</sup>	4	3	2	4		2	1	1		2
	II <sup>o</sup>		2	1			1				
	III <sup>o</sup>		1	3	1						
Periodo asciutto	IV <sup>o</sup>				1					8	
	V <sup>o</sup>	1		2	1						
	VI <sup>o</sup>				1		1				
	VII <sup>o</sup>		1								
	VIII <sup>o</sup>										

Tutte queste conclusioni si possono trarre agevolmente da queste serie di dati faunistici ed ecologici riguardanti i Protozoi che abitano questi terreni; ed esse dimostrano che l'indice biologico dato dai Protozoi del terreno di marcita può rivelare l'andamento stagionale dei fenomeni di mineralizzazione.

*Elenco delle specie riscontrate nel terreno I°*  
(Cascina del Bosco)

Nome della specie	Osservazioni a fresco	COLTURE		Tipo ecologico
		H <sub>2</sub> O	Brodo di fieno	
<i>Mastigamoeba minuta</i>		16-XII-31		
<i>Mastigella mutabilis</i>		18-IV-32		
<i>Cercobodo vibrans</i>			21-IX-32	
<i>Cercobodo</i> sp.			18-IV-32	
<i>Oicomonas</i> sp.		26-VII-32	16-XI-32	
		21-IX-32		
<i>Monas Dangeardii</i>			16-XII-31	$\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobio
<i>Bodo edax</i>			16-I-32	mesosaprobio
<i>Bodo saltans</i>		21-IX-32	16-XI-32	poli-mesosaprobio
<i>Bodo caudatus</i>		22-V-32		$\alpha$ -mesosaprobio
<i>Bodo</i> sp.			25-VIII-32	
<i>Pleuromonas jaculans</i>		16-XII-31		$\alpha$ -mesosaprobio
<i>Trepomonas agilis</i> var. <i>communis</i>		31-III-32	18-IV-32	poli-mesosaprobio
		16-XII-31		
		27-X-32		
<i>Hexamitus inflatus</i>		31-III-32		poli-mesosaprobio
<i>Euglena viridis</i>		16-XII-31	16-I-32	poli-mesosaprobio
<i>Euglena oxyuris</i>		16-XII-31		catarobio fino a me- sosaprobio
<i>Euglena deses</i>	31-III-32	16-XII-31		$\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobio
		31-III-32		
<i>Euglena</i> sp.	16-XII-31		26-II-32	
<i>Astasia Klebsii</i>			26-II-32	polimesosaprobio
			25-VIII-32	
<i>Astasia</i> sp.		27-X-32		
<i>Peranema trichophorum</i>			26-II-32	catarobio fino a me- sosaprobio
<i>Petalomonas mediocanellata</i>		27-X-32		catarobio fino a oli- gosaprobio
<i>Petalomonas mediocanellata</i> var. <i>disomata</i>	16-XII-31	16-XII-31		catarobio fino a oli- gosaprobio
<i>Scytomonas pusilla</i>		16-XII-31	16-I-32	polimesosaprobio
<i>Heteronema acus</i>		31-III-32		$\alpha$ mesosaprobio
<i>Heteronema</i> sp.		16-XII-31		
<i>Anisonema acirius</i>		16-XII-31		$\beta$ -mesosaprobio - ca- tarobio
<i>Anisonema striatum</i>		22-V-32		catarobio
<i>Anisonema</i> sp.		21-IX-32	27-X-32	
		27-X-32		
<i>Entosiphon</i> sp.		18-IV-32		
<i>Chlorogonium euchlorum</i>			25-VIII-32	oligosaprobio

Nome della specie	Osservazioni a fresco	COLTURE		Tipo ecologico
		H <sub>2</sub> O	Brodo di fieno	
<i>Polytoma uvella</i>			16-XII-32 18-IV-32 25-VIII-32 21-IX-32	polisaprobio
<i>Polytoma</i> sp.		31-III-32		
<i>Amoeba guttula</i>		16-I-32		polisaprobio
<i>Amoeba verrucosa</i>			26-II-32	$\beta$ -mesosaprobio
<i>Amoeba villosa</i>				
<i>Amoeba</i> sp.		16-XII-31 26-II-32 31-III-32 17-IV-32	26-VII-32 16-XI-32	
<i>Dactylosphaerium radio- sum</i>			16-I-32	$\beta$ -mesosaprobio
<i>Dactylosphaerium</i> sp.		21-IX-32		
<i>Dimastigamoeba</i> sp.		16-XII-31 18-IV-32	25-VIII-32	
<i>Euglypha alveolata</i>		16-XII-31 25-VIII-32 27-X-32	16-I-32 25-VIII-32	$\beta$ -mesosaprobio
<i>Trinema enchelys</i>	27-X-32	16-XII-31		$\alpha$ -mesosaprobio
<i>Trinema lineare</i>	16-XII-31	26-VIII-32 25-VIII-32	16-I-32 25-VIII-32	
<i>Microgromia socialis</i>		16-XII-31 25-VIII-32	16-I-32 25-VIII-32	oligosaprobio $\beta$ -mesosaprobio
<i>Arcella vulgaris</i>	27-X-32	16-XII-31	16-I-32 27-X-32 25-VIII-32	oligo-fino a $\beta$ -mesosaprobio $\beta$ -mesosaprobio
<i>Diffugia globulus</i>				
<i>Diffugia</i> sp.		16-I-32		$\beta$ -mesosaprobio
<i>Actinophrys sol</i>		16-I-32 27-X-32		$\beta$ -mesosaprobio
<i>Lacrymaria olor</i>		2-VI-32		oligosaprobio
<i>Lacrymaria</i> sp.		26-VII-32		
<i>Lionotus fasciola</i>		21-IX-32	27-X-32	$\beta$ -mesosaprobio
<i>Lionotus crinitus</i>		27-X-32		
<i>Lionotus</i> sp.		16-XII-31 16-I-32 22-V-32		
<i>Acineria incurvata</i>		31-III-32	26-II-32 18-IV-32	cataro-saprobio
<i>Amphibothrella enig- matica</i>		26-II-32		
<i>Chilodonella cucullulus</i>	16-XII-31 31-III-32	16-I-32 31-III-32 16-IV-32 21-IX-32	16-I-32 22-V-32 27-X-32	poli-mesosaprobio

Nome della specie	Osservazioni a fresco	COLTURE		Tipo ecologico
		H <sub>2</sub> O	Brodo di fieno	
<i>Colpoda steini</i>			16-XI-32	
<i>Colpoda</i> sp.		18-IV-32	16-I-32 16-XI-32	
<i>Paramecium caudatum</i>		16-XII-31	26-II-32	$\alpha$ -mesosaprobio
		16-I-32	16-I-32	
		27-X-32	27-X-32	
<i>Paramecium woodruffi</i>			26-II-32	
<i>Paramecium</i> sp.			27-X-32	
<i>Trichopelma sphagnetorum</i>		16-XI-32	26-II-32 25-VIII-32 27-X-32	
<i>Lembadion bullinum</i>		16-I-32		$\beta$ -mesosaprobio
<i>Glaucoma scintillans</i>	16-XII-31	16-XII-31 21-IX-32 27-X-32		poli-mesosaprobio
<i>Glaucoma</i> sp.		18-IV-32	16-XII-31	
<i>Colpidium colpoda</i>			16-I-32	polisaprobio
<i>Colpidium campylum</i>			16-XII-31	polisaprobio
<i>Colpidium</i> sp.		18-IV-32	16-XII-31 26-II-32 18-IV-32	
<i>Loxocephalus colpidiopsis</i>			16-I-32	polisaprobio
<i>Cinetochilum margaritaceum</i>		16-XII-31 16-I-32 22-V-32 2-VI-32 27-X-32	27-X-32	$\beta$ -mesosaprobio
<i>Cyrtolophosis mucicola</i>		18-IV-32		$\beta$ -mesosaprobio
<i>Uronema marinum</i>			21-IX-32	$\beta$ -mesosaprobio
<i>Cyclidium glaucoma</i>		22-V-32 2-VI-32	27-X-32	$\alpha$ -mesosaprobio (coprozoica)
<i>Cyclidium</i> sp.		16-XII-31		
<i>Eterotrico indeterminato</i>			16-XII-31	
<i>Tachysoma pellationella</i>	16-XII-31			
<i>Stylonychia pustulata</i>		27-X-32	27-X-32	$\alpha$ -mesosaprobio
<i>Euplotes charon</i>		16-XII-31	16-I-32 26-II-32	$\beta$ meso-oligosaprobio $\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobio
<i>Aspidisca turrata</i>		27-X-32		
<i>Vorticella microstoma</i>			16-XII-31 26-II-32 26-II-32	polisaprobio
<i>Vorticella monilata</i>			18-IV-32	
<i>Vorticella longiflora</i>		27-X-32		
<i>Vorticella</i> sp.		2-VI-32	18-IV-32	
		26-VII-32	25-VIII-32	
<i>Enchelyomorpha vermicularis</i>	31-III-32	31-III-32		polisaprobio

*Elenco delle specie riscontrate nel terreno II°  
(S. Donato, marcita irrigata con acque limpide)*

Nome della specie	Osservazioni a fresco	COLTURE		Tipo ecologico
		H <sub>2</sub> O	Brodo di fieno	
<i>Mastigamoeba limax</i>			16-I-32	polisaprobio
<i>Oicomonas termo</i>			4-XII-31	polimesosaprobio
<i>Oicomonas mutabilis</i>			16-XI-32	polisaprobio
<i>Oicomonas socialis</i>		31-III-32	16-I-32	polisaprobio
		26-VII-32	25-VIII-32	
<i>Oicomonas</i> sp.			27-X-32	
<i>Bodo obovatus</i>			16-I-32	mesosaprobio
<i>Bodo saltans</i>			27-X-32	poli-mesosaprobio
<i>Trepomonas agilis</i> var. <i>communis</i>		16-I-32		poli-mesosaprobio
<i>Hexamitus inflatus</i>			16-I-32	poli-mesosaprobio
<i>Hexamitus</i> sp.			16-XI-32	
<i>Chilomonas paramecium</i>		18-IV-32		$\beta$ -mesosaprobio
		26-VII-32		
		2-VI-32		
<i>Euglena viridis</i>		16-I-32		poli-mesosaprobio
<i>Euglena deses</i>		16-I-32		$\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobio
<i>Astasia Klebsii</i>		2-VI-32		poli-mesosaprobio
		21-IX-32		
<i>Astasia</i> sp.			27-X-32	
<i>Peranema trichophorum</i>		18-IV-32	27-X-32	catarobio fino a me- sosaprobio
		26-VII-32		
<i>Anisonema striatum</i>		2-VI-32		catarobio
<i>Entosiphon sulcatum</i>		16-XII-31		$\beta$ -mesosaprobio
		26-VII-32		-catarobio
<i>Entosiphon ovatum</i>		27-X-32		$\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobio
<i>Entosiphon</i> sp.		21-IX-32	27-X-32	
<i>Chlorogonium euchlo-</i> <i>rum</i>			31-III-32	oligosaprobio
			22-V-32	
<i>Polytoma uvella</i>			31-III-32	polisaprobio
			22-V-32	
			26-VII-32	
			25-VIII-32	
			21-IX-32	
			25-VIII-32	
<i>Polytoma dorsoventrale</i> var. <i>papillata</i>				
<i>Amoeba guttula</i>			4-XII-31	polisaprobio
<i>Amoeba fluida</i>			27-X-32	
<i>Amoeba</i> sp.		18-IV-32		
		26-VII-32		
		21-IX-32		
<i>Vahlkampfa limax</i>			22-V-32	polisaprobio
<i>Dimastigamoeba soli</i>			25-VIII-32	

Nome della specie	Osservazioni a fresco	COLTURE		Tipo ecologico
		H <sub>2</sub> O	Brodo di fieno	
<i>Euglypha alveolata</i>		26-VII-32		β-mesosaprobio
<i>Euglypha laevis</i>	21-IX-32	16-I-32 18-IV-32 21-IX-32	16-I-32 2-II-32	
<i>Trinema enchelys</i>		2-VI-32 21-IX-32		α-mesosaprobio
<i>Trinema lineare</i>		16-I-32 18-IV-32 21-IX-32		
<i>Trinema sp.</i>	26-II-32	26-VII-32		oligosaprobio
<i>Microgromia socialis</i>		2-VI-32		β-mesosaprobio
<i>Arcella vulgaris</i>		16-I-32	16-I-32	
<i>Difflugia globulus</i>		2-VI-32		oligosaprobio
<i>Quadrula irregularis</i>		16-I-32		β-mesosaprobio
<i>Actinosphaerium eichor- nii</i>		4-XII-31		
<i>Actinophrys sol</i>		16-XII-31 18-IV-32 21-IX-32		β-mesosaprobio
<i>Hedryocystis reticulata</i>		27-X-32		
<i>Prorodon teres</i>		2-VI-32		α-β mesosaprobio
<i>Enchelys simplex</i>			21-IX-32	
<i>Enchelys sp.</i>		26-VII-32		α-mesosaprobio
<i>Rhopalophrya penta- cercata</i>		31-III-32		
<i>Dileptus anser</i>		22-V-32	22-V-32	catarobio
<i>Chilodonella cucullulus</i>	16-I-32	16-I-32 18-IV-32	25-VIII-32	poli-mesosaprobio
<i>Colpoda cucullus</i>		18-IV-32	4-XII-31 22-V-32	
<i>Paramecium caudatum</i>		16-I-32 26-VII-32	16-I-32	α-mesosaprobio
<i>Paramecium putrinum</i>		16-I-32		
<i>Trichopelma sphagneto- rum</i>		2-VI-32 25-VIII-32 21-IX-32	4-XII-31 25-VIII-32	polisaprobio
<i>Drepanomonas revoluta</i>	25-VIII-32	25-VIII-32		
<i>Glaucoma scintillans</i>	16-I-32	16-I-32	27-X-32	poli-mesosaprobio
<i>Glaucoma gigantea</i>		16-I-32		
<i>Colpidium colpoda</i>		16-I-32	27-X-32	polisaprobio
<i>Colpidium campylum</i>			25-VIII-32	
<i>Colpidium sp.</i>		16-I-32		polisaprobio
<i>Loxocephalus colpi- diopsis</i>		2-VI-32		

Nome della specie	Osservazioni a fresco	COLTURE		Tipo ecologico
		H <sub>2</sub> O	Brodo di fieno	
<i>Cinetochilum margarita- ceum</i>		16-I-32	27-X-32	β-mesosaprobio
		2-VI-32		
		26-VII-32		
<i>Cyrtolophosis mucicola</i>		18-IV-32		β-mesosaprobio oligosaprobio
		22-V-32		
<i>Uronema marinum</i>			21-IX-32	-mesosaprobio
			27-X-32	
<i>Cyclidium glaucoma</i>		16-I-32	26-II-32	α-mesosaprobio
		18-IV-32	25-VIII-32	
		2-VI-32	27-X-32	
		26-VII-32		
		26-VIII-32		
<i>Caenomorpha medusula</i>		16-XII-31		α-mesosaprobio
<i>Blepharisma steini</i>		21-IX-32		
<i>Stentor coeruleus</i>		16-XII-31		α-mesosaprobio sapropelico
<i>Halteria grandinella</i>		4-XII-31		β-mesosaprobio
		18-IV-32		
		2-VI-32		
		26-VII-32		
<i>Strombidium viride</i>			25-VIII-32	
<i>Strobilidium gyrans</i>		16-XII-31		cata-oligosaprobio
		16-I-32		
<i>Urostyla weissei</i>			16-I-32	
<i>Urostyla grandis</i>		18-IV-32		catarobio
<i>Gonostomum affine</i>		18-IV-32		
		16-XI-32		
		2-VI-32		α-β-mesosaprobio
<i>Uroleptus piscis</i>		2-VI-32		α-β-mesosaprobio
<i>Stylonychia mytilus</i>	16-I-32	16-I-32		α-β-mesosaprobio
<i>Stylonychia</i> sp.		22-V-32		
<i>Euplotes charon</i>		18-IV-32		α-β-mesosaprobio
		22-V-32		
<i>Euplotes</i> sp.		21-IX-32	16-XI-32	
<i>Vorticella microstoma</i>		22-V-32	22-V-32	polisaprobio

### Elenco delle specie riscontrate nel terreno III

(S. Donato, marcita irrigata con acque luride)

Nome della specie	Osservazioni a fresco	COLTURE		Tipo ecologico
		H <sub>2</sub> O	Brodo di fieno	
<i>Mastigamoeba limax</i>		16-I-32		polisaprobio
<i>Cercobodo</i> sp.			18-IV-32	
<i>Oicomonas socialis</i>	16-XII-32		26-II-32	poli-mesosaprobio
			31-III-32	
			18-IV-32	
			25-VIII-32	
			27-X-32	

Nome della specie	Osservazioni a fresco	COLTURE		Tipo ecologico
		H <sub>2</sub> O	Brodo di fieno	
<i>Oicomonas</i> sp.	16-XII-32		16-XI-32	
<i>Bodo</i> sp.	16-XII-32			
<i>Tetramitus sulcatus</i>		21-IX-32		$\alpha$ -mesosaprobio
<i>Chilomonas paramoecium</i>		22-V-32	16-I-32 21-IX-32 16-XII-32	$\beta$ -mesosaprobio
<i>Euglena viridis</i>			26-II-32	poli-mesosaprobio
<i>Euglena deses</i>		16-I-32		$\beta$ -mesosaprobio
<i>Trachelomonas obovata</i>		16-I-32		catarobio
<i>Distigma proteus</i>		11-VI-32		catarobio fino a mesosaprobio
<i>Peranema trichophorum</i>			16-I-32 26-II-32	catarobio fino a mesosaprobio
<i>Heteronema acus</i>		26-II-32		$\alpha$ -mesosaprobio
<i>Heteronema</i> sp.		11-VI-32		
<i>Anisonema acinus</i>		16-I-32		catarobio fino a $\beta$ -mesosaprobio
<i>Anisonema</i> sp.		16-I-32		
<i>Entosiphon ovatum</i>		22-V-32 21-IX-32		$\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobio
<i>Chlorogonium euchlorum</i>			22-V-32	oligosaprobio
<i>Polytoma uvella</i>			25-VIII-32 16-XI-32	
<i>Amoeba verrucosa</i>		2-VI-32		$\beta$ -mesosaprobio
<i>Amoeba</i> sp.			16-I-32 25-VIII-32	
<i>Vahlkampfia limax</i>			22-V-32 21-IX-32 16-XII-32	polisaprobio
<i>Euglypha alveolata</i>	16-I-32 16-XI-32	16-I-32		$\beta$ -mesosaprobio
<i>Euglypha laevis</i>	26-II-32 21-IX-32	21-IX-32	25-VIII-32	
<i>Trinema enchelys</i>	16-I-32	16-I-32	16-XII-32	$\alpha$ -mesosaprobio
<i>Trinema complanatum</i>		16-XII-32		
<i>Trinema lineare</i>	16-I-32 16-XI-32	16-I-32	25-VIII-32 18-IV-32 21-IX-32	
<i>Microgromia socialis</i>			21-IX-32	oligosaprobio
<i>Difflugia constricta</i>			21-IX-32	$\beta$ -mesosaprobio - oligosaprobio
<i>Difflugia globulus</i>	16-XI-32	26-II-32		oligosaprobio
<i>Difflugia</i> sp.	16-I-32	16-I-32		oligosaprobio

Nome della specie	Osservazioni a fresco	COLTURE		Tipo ecologico
		H <sub>2</sub> O	Brodo di fieno	
<i>Phryganella paradoxa</i>		16-XII-32		
<i>Plagiocampa atra</i>		11-VI-32		
<i>Prorodon teres</i>		11-VI-32		
<i>Lacrymaria olor</i>		16-I-32		oligosaprobio
<i>Coleps hirtus</i>		27-X-32	16-I-32	catarobio fino a mesosaprobio
<i>Spathidium spathula</i>			21-IX-32	
<i>Lionotus digitatus</i>			16-I-32	
<i>Lionotus cygnus</i>		31-III-32		$\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobio
<i>Lionotus</i> sp.		16-I-32	26-II-32	
<i>Acineria incurvata</i>		16-I-32		cataro-saprobio
<i>Acineria</i> sp.			16-I-32	
<i>Dileptus anser</i>		16-I-32		catarobio
<i>Chilodonella cucullulus</i>		16-I-32	16-XI-32	poli-mesosaprobio
		22-V-32		
		21-IX-32		
<i>Lagenella aculeata</i>		21-IX-32		
<i>Colpoda cucullus</i>			22-V-32	$\alpha$ -mesosaprobio
			16-XII-32	
<i>Colpoda maupasi</i>			22-V-32	
			16-XII-32	
<i>Colpoda inflata</i>			16-XII-32	
<i>Colpoda steini</i>			21-IX-32	
<i>Tillina magna</i>		11-VI-32		
<i>Paramecium caudatum</i>		16-I-32	16-I-32	$\alpha$ -mesosaprobio
<i>Trichopelma sphagnetorum</i>		22-V-32		
		21-IX-32		
<i>Drepanomonas revoluta</i>	25-VIII-32		21-IX-32	sapropelico
<i>Drepanomonas</i> sp.			31-III-32	
<i>Glaucoma scintillans</i>		16-I-32	16-I-32	poli-mesosaprobio
			16-XII-32	
<i>Glaucoma pyriformis</i>			21-IX-32	
<i>Colpidium colpoda</i>		16-I-32	16-I-32	polisaprobio
			16-II-32	
			18-IV-32	
			16-XII-32	
<i>Colpidium</i> sp.		16-I-32		
<i>Stegochilum fusiforme</i>		11-VI-32	16-XII-32	
<i>Cinetochilum margaritaceum</i>		31-III-32	26-II-32	$\beta$ -mesosaprobio
		16-I-32		
<i>Uronema marinum</i>			21-IX-32	
<i>Lembus pusillus</i>			22-V-32	coprozoico
<i>Cyclidium glaucoma</i>		16-I-32	21-IX-32	$\alpha$ -mesosaprobio
		26-II-32	27-X-32	(coprozoico)
		31-III-32	16-XII-32	
		26-VII-32		
		21-IX-32		
<i>Cyclidium</i> sp.		22-V-32		

Nome della specie	Osservazioni a fresco	COLTURE		Tipo ecologico
		H <sub>2</sub> O	Brodo di fieno	
<i>Sagittaria polygonalis</i>		VII-VIII-32		
<i>Spirostomum ambiguum</i>			26-II-32	
<i>Blepharisma steini</i>		16-II-32		
		31-III-32		
		21-IX-32		
<i>Halteria grandinella</i>		16-I-32		$\beta$ -mesosaprobio
		18-IV-32		
		21-IX-32		
<i>Strobilidium gyrans</i>		16-I-32		cata-oligosaprobio
<i>Discomorpha</i> sp.			16-I-32	sapropelica
<i>Tachysoma pellionella</i>		21-IX-32		$\alpha$ -mesosaprobio
<i>Oxytricha fallax</i>		21-IX-32		$\alpha$ -mesosaprobio
<i>Oxytricha</i> sp.		26-II-32		
		21-IX-32		
<i>Uroleptus piscis</i>		31-III-32		$\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobio
<i>Uroleptus musculus</i>		21-IX-32		$\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobio
<i>Stylonychia mytilus</i>		16-I-32		$\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobio
<i>Gastrostyla steini</i>			21-IX-32	
<i>Opistotricha elongata</i>				
<i>Onycodromus grandis</i>		25-VIII-32		saprobio
<i>Euplotes churon</i>		16-I-32	16-I-32	$\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobio
		26-II-32	26-II-32	
		31-III-32	22-V-32	
		22-V-32	16-XI-32	
		21-IX-32		
<i>Euplotes novemcarina-</i> <i>tus</i>			16-XI-32	
<i>Euplotes</i> sp.		21-IX-32	26-II-32	
			21-IX-32	
<i>Aspidisca costata</i>		21-IX-32		$\beta$ -mesosaprobio
<i>Aspidisca turrita</i>		16-XII-32	27-X-32	
<i>Vorticella microstoma</i>			16-I-32	polisaprobio
			26-II-32	
			18-IV-32	
<i>Vorticella nebulifera</i>		16-I-32		oligosaprobio
<i>Vorticella</i> sp.			16-I-32	

β - *Terreno di serra*

Le colture in acqua del terreno di serra hanno dato in maggioranza specie saprobie, indicando la presenza di sostanze organiche in via di decomposizione. Tuttavia il quadro ecologico fornitoci da questo terreno è molto meno netto di quello di marcita. Inoltre non ci è stato mai possibile vedere forme attive nel terreno appena raccolto e con un alto contenuto in acqua, mentre parecchie specie di Protozoi comparivano anche dopo breve tempo dalla messa in coltura di un campione del terreno.

Si può osservare che da novembre a marzo non compaiono forme poli-mesosaprobie che per il rimanente dell'anno si sviluppano.

Una difficoltà nel ricostruire, per il terreno di serra da noi studiato, l'andamento dei processi biochimici del terreno, che sono collegati alle diverse forme di Protozoi, consiste nel fatto che in primavera tutto il terreno della serra viene rinnovato (ed è formato da terra d'erica decomposta e letame di cavallo decomposto in parti uguali), e che diverse coltivazioni si seguono su di esso.

Evidentemente, cambiandosi per intero il substrato terreno, troppo grandi sono le modificazioni faunistiche che con questo artificio dell'uomo vengono indotte in esso.

Per converso, il terreno di marcita non subisce per opera dell'uomo alcuna asportazione di materiale terroso dalla cutica superficiale, che è quella dove si è stabilita la biocenosi microbica, bensì nei lavori di abbassamento o sistemazione, a lunghi intervalli di tempo (30 e più anni) piccoli strati terrosi vengono asportati, ma soltanto dopo aver sollevato la cutica e rimettendola *in situ* dopo l'asportazione o sistemazione della terra profonda.

TABELLA L

TERRENO IV<sup>o</sup> (Serra Erba Incino)

*Tabella della frequenza mensile delle specie di Protozoi terricoli raggruppate secondo il tipo ecologico.*

Mesi dell'anno	Polimeso-saprobie	$\alpha$ -mesosaprobie	$\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobie	$\beta$ -mesosaprobie	$\beta$ -meso-oligosaprobie	Oligosaprobie	Catartobie mesosaprobie	Catartobie oligosaprobie	Catartobie
I <sup>o</sup>									
II <sup>o</sup>									
III <sup>o</sup>		1	2	1					
IV <sup>o</sup>	1			1		1			
V <sup>o</sup>									
VI <sup>o</sup>	1	1	1			1		1	1
VII <sup>o</sup>									
VIII <sup>o</sup>	1	2		2	1	1			1
IX <sup>o</sup>	2	3		2		2		1	
X <sup>o</sup>	3	2	1	1					
XI <sup>o</sup>			1	1					
XII <sup>o</sup>									

TABELLA M

*Tabella del numero delle specie di Protozoi terricoli presenti nel terreno IV<sup>o</sup>, distinte secondo il tipo ecologico.*

Polimeso-saprobie	$\alpha$ -mesosaprobie	$\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobie	$\beta$ -mesosaprobie	$\beta$ -meso-oligosaprobie	Oligosaprobie	Catartobie mesosaprobie	Catartobie oligosaprobie	Catartobie	Numero totale specie considerate per le comunità biologiche.
5	4	3	2	1	3	1	2	2	23

*Elenco delle specie riscontrate nel terreno IV*  
(Serra Erba Incino)

Nome della specie	Osservazioni a fresco	COLTURE		Tipo ecologico
		H <sub>2</sub> O	Brodo di fieno	
<i>Multicilia lacustris</i>		17-VI-32		catarbio-oli- gosaprobio
<i>Bodo edax</i>			14-III-32 19-XI-32	mesosaprobio
<i>Bodo globosus</i>		18-XI-32		$\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobio
<i>Oicomonas termo</i>			19-XI-32	poli-mesosaprobio
<i>Oicomonas</i> sp.			19-X-32	
<i>Monas</i> sp.			12-II-32	
<i>Hexamitus</i> sp.		19-X-32		poli-mesosaprobio
<i>Astasia ocellata</i>			9-VIII-32	oligosaprobio
<i>Petalomonas mediocanellata</i>		23-IX-32		catarbio fino ad oli- gosaprobio
<i>Scytomonas pusilla</i>		19-X-32		poli-mesosaprobio
<i>Anisonema striatum</i>		3-VI-32		catarbio
<i>Polytoma uvella</i>			14-III-32 9-VIII-32 23-IX-32 19-X-32	polisaprobio
<i>Amoeba fluida</i>		21-IX-32		
<i>Amoeba</i> sp.		9-VIII-32		
<i>Vahlkampfia limax</i>		23-IX-32	19-X-32	polisaprobio
<i>Euglypha ciliata</i> var. <i>glabra</i>		14-III-32		
<i>Euglypha laevis</i>	19-X-32	9-VIII-32 7-IX-32		
<i>Euglypha alveolata</i>			19-XI-32	$\beta$ -mesosaprobio
<i>Trinema enchelys</i>	19-X-32	14-III-32 7-IX-32 19-X-32	19-XI-32	$\alpha$ -mesosaprobio
<i>Trinema lineare</i>	19-X-32	3-VI-32 19-X-32 19-XI-32		
<i>Trinema</i> sp.		23-IX-32		oligosaprobio
<i>Microgromia socialis</i>		23-IX-32		
<i>Centropyxis laevigata</i>		14-III-32	19-X-32	
<i>Centropyxis aculeata</i> var. <i>ecornis</i>		9-VIII-32 7-IX-32		$\beta$ -mesosaprobio
<i>Diffugia globulus</i>		3-VI-32 9-VIII-32		oligosaprobio fino a $\beta$ -mesosaprobio
<i>Actinophrys sol</i>		21-IX-32		

Nome della specie	Osservazioni a fresco	COLTURE		Tipo ecologico
		H <sub>2</sub> O	Brodo di fieno	
<i>Trachelophyllum apiculatum</i>		14-III-32		$\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobio
<i>Holophrya bimacronucleata</i>		9-VIII-32		
<i>Enchelys</i> sp.		3-VI-32		
<i>Lacrymaria olor</i>		8-IV-32		oligosaprobio
<i>Chaenea clavata</i>		3-VI-32		
<i>Spathidium spathula</i>		8-IV-32	14-III-32	
		9-VIII-32	9-VIII-32	
		3-VI-32		
<i>Dileptus anser</i>		9-VIII-32	19-II-32	catarobio
			9-VIII-32	
<i>Chilodonella cucullulus</i>		8-IV-32	9-VIII-32	poli-mesosaprobio
		3-VI-32		
		9-VIII-32		
		19-X-32		
<i>Colpoda cucullus</i>		3-VI-32	9-VIII-32	$\alpha$ -mesosaprobio
		9-VIII-32	19-X-32	
		8-IX-32		
		19-X-32		
<i>Colpoda maupasi</i>			7-IX-32	
<i>Trichopelma sphagnetorum</i>		14-III-32		
		3-VI-32		
		23-IX-32		
<i>Drepanomonas revoluta</i>			19-X-32	sapropelico
<i>Drepanomonas</i> sp.		14-III-32	14-III-32	
<i>Diaphanosoma arcuata</i>		14-III-32		
		3-VI-32		
<i>Frontonia acuminata</i>		3-VI-32		oligosaprobio
		9-VIII-32		
		23-IX-32		
<i>Lembus fusiformis</i>		23-IX-32		
<i>Cyldidium glaucoma</i>		23-IX-32	19-X-32	$\alpha$ mesosaprobio
<i>Cyclidium</i> sp.		19-XI-32		
<i>Spirostomidae indeterminato</i>			14-III-32	
<i>Metopus</i> sp.		19-X-32		
<i>Uroleptus</i> sp.		14-III-32		
<i>Halteria prandinella</i>		14-III-32	8-IV-32	$\beta$ -mesosaprobio
		3-VI-32	19-XI-32	
		9-VIII-32		
		23-IX-32		
		19-X-32		
		19-XI-32		

Nome della specie	Osservazioni a fresco	COLTURE		Tipo ecologico
		H <sub>2</sub> O	Brodo di fieno	
<i>Urostyla grandis</i>			19-X-32	catarobio
<i>Tachysoma pellionella</i>		9-VIII-32		$\alpha$ -mesosaprobio
<i>Oxytricha fallax</i>			14-III-32	$\alpha$ -mesosaprobio
<i>Oxytricha</i> sp.			14-III-32	
<i>Pleurotricha</i> sp.			14-III-32	
<i>Gastrostyla steini</i>		3-VI-32	19-X-32	
<i>Euplotes charon</i>		14-III-32	14-III-32	$\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobio
		3-VI-32	8-IV-32	
		19-X-32		
<i>Euplotes novemcarinatus</i>		23-IX-32	23-IX-32	
			19-X-32	
			19-XI-32	
<i>Euplotes</i> sp.		9-VIII-32	7-IX-32	
		19-XI-32		
<i>Vorticella microstoma</i>		9-VIII-32	14-III-32	polisaprobio
		7-IX-32	8-IV-32	
			9-VIII-32	
<i>Vorticella</i> sp.		8-VI-32		
<i>Opercularia coarctata</i>			19-X-32	

### $\gamma$ ) Altri terreni coltivati

Diamo ora gli elenchi di specie di Protozoi osservati in colture in acqua e in brodo di fieno da campioni che mensilmente ci vennero inviati da cortesi amici e colleghi da Grottarossa (Roma), Chieti e Catania, e nelle tabelle distinguiamo il tipo ecologico delle specie per le quali esso tipo è determinato.

Per quanto riguarda la ricchezza del numero delle specie di Protozoi distinte per gruppi sistematici, vedasi la tabella a pag. 72.

Da un confronto generale delle tre tabelle seguenti si rileva subito che i terreni di Grottarossa e Catania si presentano molto più ricchi di Protozoi, per il numero complessivo delle specie, in confronto del terreno di Chieti che è poverissimo. Se si confrontano i risultati delle sole colture in acqua, la povertà del terreno di Chieti risulta oltremodo spiccata, avendo rivelato, in un intero anno di osservazioni, soltanto un Ciliato attivo (*Oxytricha fallax*) e un guscio di Tecoloboso (*Trinema enchelys*).

Nei terreni di Grottarossa e Catania la ricchezza di forme saprobie nelle colture in acqua indica che deve esser presente in quei terreni una certa quantità di sostanza organica in attiva decomposizione. Lo sviluppo numerico individuale era, per quasi tutte le specie, notevole od elevato.

Più dettagliate deduzioni intorno al valore e alle funzioni della fauna protozoaria in questi tre terreni non sono possibili, anche perchè i campioni venivano da grandi distanze in stato di grande secchezza, e quindi era impossibile l'osservazione immediata a fresco.

*Elenco delle specie riscontrate nel terreno V*  
(Grottarossa)

SPECIE	COLTURE		
	H <sub>2</sub> O	Brodo di fieno	Tipo ecologico
<i>Cercobodo bodo</i>		12-VI-32	catarobio oligosapr.
<i>Oicomonas termo</i>	20-X-32; 1-XI-32 7-XII-32	18-XI-32	polimesosaprobio
<i>Oicomonas mutabilis</i>		27-VIII-32	polisaprobio
<i>Monas</i> sp.	18-XI-32		
<i>Bodo globosus</i>	18-XI-32		$\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobio
<i>Bodo</i> sp.		7-XII-32	
<i>Euglena viridis</i>	18-XI-32		poli-mesosaprobio
<i>Euglena acus</i>	1-XII-32		
<i>Chlamydomonas bacillaris</i>	23-IX-32; 1-XI-32 18-XI-32		
<i>Chlamydomonas</i> sp.	18-XI-32; 1-XII-32	25-III-32	
<i>Chlorogonium euchlorum</i>		1-II-32	oligosaprobio
<i>Polytoma uvella</i>		19-II-32; 25-III-32 27-VIII-32	polisaprobio
<i>Amoeba fluida</i>		20-X-32	
<i>Amoeba</i> sp.	1-II-32; 18-XI-32	1-II-32; 19-II-32 23-V-32; 7-XII-32	
<i>Vahlkampfia limax</i>		25-III-32	polisaprobio
<i>Trinema enchelys</i>	18-XI-32		$\alpha$ -mesosaprobio
<i>Trinema lineare</i>		7-XII-32	
<i>Microgromia socialis</i>		7-XII-32	oligosaprobio
<i>Diffugia globulus</i>	7-XII-32		oligo- $\beta$ -mesosaprobio
<i>Chilodonella</i> sp.	23-IX-32		
<i>Colpoda cucullus</i>		1-II-32; 19-II-32 25-III-32; 18-IV-32 27-VIII-32	$\alpha$ -mesosaprobio

SPECIE	COLTURE		Tipo ecologico
	H <sub>2</sub> O	Brodo di fieno	
<i>Colpoda inflata</i>	23-IX-32; 20-X-32	27-VIII-32; 20-X-32 1-XI-32; 18-XI-32	
<i>Colpoda</i> sp.		23-V-32 26-VII-32	
<i>Trichopelma sphagnetorum</i>	23-V-32		
<i>Diaphanosoma arcuata</i>	20-X-32	7-XII-32	
<i>Malacophrys sphagni</i>		18-XI-32	
<i>Cinetochilum margaritaceum</i>	18-XI-32		$\beta$ -mesosaprobio
<i>Cinetochilum</i> sp.	18-XI-32		
<i>Cyrtholophosis mucicola</i>	18-IV-32		$\beta$ -mesosaprobio
<i>Cyrtholophosis</i> sp.		20-X-32	
<i>Cyclidium opistostoma</i>	23-IX-32; 1-XI-32 18-XI-32	27-VIII-32 1-XI-32 18-XI-32	
<i>Cyclidium</i> sp.	23-V-32		
<i>Blepharisma</i> sp.	7-XII-32		
<i>Stylonychia</i> sp.	20-X-32; 1-XI-32		

*Elenco delle specie riscontrate nel terreno VI  
(Chieti)*

SPECIE	COLTURE	
	H <sub>2</sub> O	Brodo di fieno
<i>Chlorogonium euchlorum</i>		25-I-32; 20-VIII-32; 5-XI-32
<i>Polytoma uvella</i>		25-I-32; 25-III-32 5-XI-32
<i>Amoeba</i> sp.		25-III-32
<i>Trinema enchelys</i>	20-VIII-32	
<i>Colpoda cucullus</i>		25-I-32; 3-III-32 25-III-32; 20-VIII-32
<i>Colpoda inflata</i>		5-XI-32
<i>Colpoda fastigata</i>		5-XI-32
<i>Colpoda steini</i>		20-VIII-32
<i>Cyclidium</i> sp.		20-VIII-32
<i>Oxytricha fallax</i>	20-VIII-32	

*Elenco delle specie riscontrate nel terreno VII  
(Catania)*

SPECIE	C O L T U R E	
	H <sub>2</sub> O	Brodo di fieno
<i>Cercobodo vibrans</i>		1-II-32
<i>Oicomonas termo</i>	17-X-32; 12-XII-32	17-X-32; 12-XII-32
<i>Bodo</i> sp.		12-XII-32
<i>Scytomonas</i> sp.		4-VI-32
<i>Anisonema</i> sp.	4-VI-32	
<i>Chlamydomonas</i> sp.	1-II-32	
<i>Polytoma uvella</i>		4-VI-32; 31-VIII-32
<i>Amoeba</i> sp.	1-II-32; 17-X-32	17-X-32
	12-XII-32	1-II-32; 2-V-32
<i>Vahlkampfia limax</i>	4-VI-32	
<i>Dactylosphaerium radiosum</i>	1-II-32	
<i>Dileptus anser</i>	1-II-32	
<i>Chilodonella</i> sp.	1-II-32	26-XI-32
<i>Colpoda cucullus</i>		2-V-32
<i>Colpoda maupasi</i>		17-X-32
<i>Colpoda steini</i>	26-VII-32	
<i>Colpoda inflata</i>		31-VIII-32
<i>Colpoda fastigata</i>	1-II-32	12-XII-32
<i>Trichopelma sphagnetorum</i>	12-XII-32	
<i>Cyrtolophosis mucicola</i>		17-X-32; 12-XII-32
<i>Lembus fusiformis</i>	17-X-32	
<i>Cyclidium glaucoma</i>	4-VI-32	
<i>Uroleptus</i> sp.	1-II-32	
<i>Gonostomum affine</i>	1-II-32	

δ) *Terreni di brughiera*

È noto che la brughiera vergine è caratterizzata da un terreno acido, ricco in superficie di sostanza organica poco e lentamente decomponibile. Gli studi fatti su di essa stabiliscono che la sua acidità trae prevalentemente origine dalla natura petrografica di quei terreni. Essa ha determinato fin dall'inizio un rallentamento e l'arresto dei processi di unificazione e di mineralizzazione, e all'iniziale acidità petrografica si è aggiunta l'acidità di origine organica.

Nella brughiera lombarda vergine sono stati distinti 4 tipi di associazioni vegetali: il *Robinietum*, il *Callunetum*, il

*Pinetum*, il *Molinietum*, in corrispondenza con le specie dominanti in ciascun tipo, e cioè: *Robinia pseudoacacia* L., *Calluna vulgaris* L., *Pinus silvestris* L., *Molinia coerulea* Moench. Le zone di brughiera sottoposte a coltura in questi ultimi 10 anni furono oggetto di studi da parte dei chimici (PRATOLONGO Ugo e PARISI PERICLE) e dal punto di vista dei microrganismi batterici furono studiate dall'ARNAUDI.

Avendo notato, fin dalle prime nostre osservazioni, differenze notevoli e costanti nelle faunule protozoarie dei diversi tipi di terreno di brughiera, ci siamo proposti di rispondere al seguente quesito: *se il tipo di associazione vegetale abbia influenza sul quadro faunistico protozoario del terreno*. Tale quesito ci proponemmo perchè è già noto che l'andamento dei processi di decomposizione dei residui vegetali nel terreno dipende, oltrechè da altri fattori, anche dalla natura dei residui stessi. Ed è già ben noto che la composizione chimica di tali residui è diversa nelle diverse specie vegetali. Essendo i Protozoi del terreno in massima parte saprobî, abbiamo pensato che essi dovessero risentire della natura delle sostanze in via di decomposizione nei diversi tipi di brughiera, decomposizione che, per quanto parziale e lentissima, non può tuttavia essere del tutto assente.

Sistematiche osservazioni a fresco e su colture ci hanno permesso di concludere che la fauna protozoaria dei terreni di brughiera varia difatti, e sensibilmente, coi diversi tipi di vegetazione nella brughiera vergine; ma abbiamo inoltre constatato — estendendo le osservazioni anche ad appezzamenti di brughiera bonificata — che variazioni nella faunula protozoaria sono indotte dalle concimazioni e lavorazioni a cui l'uomo sottopone i terreni stessi con le pratiche di coltivazione. Basandosi sui dati ecologici che riguardano le singole specie di Protozoi e sul loro tipo di alimentazione si può avere inoltre un indice dello stato di attività chimica biologica dei vari tipi di terreno esaminato.

Le osservazioni a fresco hanno rivelato per il terreno di *Robinietum* la presenza delle seguenti specie: *Bodo* sp., *Euglypha* sp. (guscio), *Trinema lineare* (guscio), *Trinema complanatum* (guscio e forma vivente), *Diffugia globulus* (guscio), nonché parecchie cisti di Protozoi vari; per il terreno di *Callunetum* le seguenti specie: *Euglypha* sp. (guscio), *Trinema lineare* (guscio), *Trinema complanatum* (guscio), *Colpoda* sp.; per il

terreno di *Pinetum* le seguenti specie: *Trinema lineare* (guscio), *Microgromia socialis* (guscio).

Nelle colture col brodo di fieno notammo lo sviluppo di numerosi ifomiceti che notoriamente sono abbondanti nei terreni di brughiera. Però costantemente le colture del terreno di *Robinetum* hanno dato origine a uno sviluppo minore di ifomiceti.

In un primo tempo, e precisamente dal dicembre 1931 al dicembre 1932, studiammo i Protozoi dei terreni di brughiera del *Callunetum*, *Robinetum* e *Pinetum*, con prelevamenti mensili di campioni dei tre tipi di terreno, fatti sempre nelle stesse località in brughiera di Gallarate. I risultati di questo nostro primo studio sono riportati nella tabella riprodotta a pagina seguente e si prestano a diverse considerazioni.

Dei tre tipi di terreno quello che presenta il maggior numero di individui e di specie è il terreno di *Robinetum*, che ha dato 19 specie, mentre il terreno di *Callunetum* ha dato in un anno soltanto 8 specie di Protozoi e solo 7 quello di *Pinetum*. Delle specie del *Robinetum* sono sicuramente batteriofaghe le seguenti: *Amoeba* sp., *Oicomonas* sp., *Bodo* sp., *Colpoda cucullus*, *Colpoda maupasi*, *Cyclidium glaucoma*, *Metopus es*, *Euplotes charon*, *Vorticella microstoma*. Nel terreno di *Callunetum* sono batteriofaghe soltanto le seguenti specie: *Amoeba* sp., *Colpoda cucullus*, *Cyclidium glaucoma*. Nel terreno di *Pinetum* sono sicuramente batteriofaghe: *Oicomonas termo*, *Colpoda cucullus*, *Cyrtolophosis mucicola*. Da ciò si deduce che il terreno a *Robinetum* deve essere verosimilmente più ricco in batteri degli altri due tipi di brughiera vergine.

È da notare inoltre la presenza nel terreno di *Robinetum*, del *Polytoma cilindraceum* Pascher, appartenente ad un genere che notoriamente è ad alimentazione diffusiva, nutrendosi di composti organici ancora complessi, ma solubili in acqua (cistina, asparagina, glicocolle, peptoni). Son questi i composti che derivano dalla decomposizione delle sostanze proteiche. Il *Polytoma cilindraceum* si è sviluppato in coltura del terreno in acqua, e quindi rivela che nel terreno, a spese della sostanza organica in esso contenuta, avvengono almeno le prime demolizioni delle complesse molecole proteiche e perciò rivela, nel terreno a *Robinetum*, un'attività chimica decomponente che non appare negli altri due tipi di terreno di brughiera.

Ad evitare che le differenze indotte nei terreni dal tipo di vegetazione potessero complicarsi con quella eventualmente provocata da maggiore o minore umidità, la quale a sua volta poteva dipendere da ombreggiatura della vegetazione più o meno fitta, abbiamo sempre prelevato i campioni in radure e non mai tra la fitta vegetazione d'alto fusto.

A) ROBINIETUM		B) CALLUNETUM		C) PINETUM	
Specie	Frequenza	Specie	Frequenza	Specie	Frequenza
<i>Amoeba</i> sp. . . . .	◇	<i>Amoeba</i> sp. . . . .	⊙	<i>Trinema lineare</i> . . .	□
<i>Euglypha laevis</i> . . .	□	<i>Euglypha laevis</i> . . .	□	<i>Microgromia socialis</i>	□
<i>Trinema lineare</i> . . .	◇	<i>Trinema lineare</i> . . .	⊙	<i>Oicomonas termo</i> . .	■
<i>Trinema complanatum</i>	■	<i>Trinema enchelys</i> . .	□	<i>Platyophrya vorax</i> . .	□
<i>Diffflugia globulus</i> . .	□	<i>Trinema complanatum</i>	⊙	<i>Colpoda cucullus</i> . .	◇
<i>Oicomonas</i> sp. . . . .	□	<i>Colpoda cucullus</i> . .	□	<i>Cyrtolophosis mucicola</i> . . . . .	◇
<i>Bodo</i> sp. . . . .	□	<i>Colpoda</i> sp. . . . .	⊙	<i>Trichopelma sphagnetorum</i> . . . . .	□
<i>Anisonema striatum</i> . .	◇	<i>Cyclidium glaucoma</i>	□		
<i>Polytoma cylindraceum</i>	◇				
<i>Polytoma</i> sp. . . . .	□				
<i>Spathidium spathula</i> . .	□				
<i>Colpoda cucullus</i> . . .	■				
<i>Colpoda maupasi</i> . . .	■				
<i>Colpoda</i> sp. . . . .	⊙				
<i>Cyclidium glaucoma</i> . .	◇				
<i>Metopus</i> es . . . . .	◇				
<i>Euplotes charon</i> . . .	□				
<i>Vorticella microstoma</i>	□				
<i>Trichopelma sphagnetorum</i> . . . . .					

Forma mobile di Acineto. . . . . 1 esemplare

I segni convenzionali indicano :

⊙ scarsissima; □ scarsa; ◇ media; ■ abbondante.

Nel citato studio sulle brughiere non trovammo accenno di differenze chimiche e microbiologiche fra il terreno di *Robinietum* e gli altri due di *Callunetum* e di *Pinetum*. Soltanto il PAVARI parla della Robinia come preziosa per la silvicoltura della brughiere inquantochè « ha coperto i terreni più sterili e sassosi, li ha protetti di uno spesso manto di verzura, li ha fertilizzati col suo abbondante terriccio e con l'azoto ». Questa osser-

vazione del PAVARI si accorda anche con la nostra osservazione fatta sulle colture di fieno. Il minor sviluppo di ifomiceti e la maggior ricchezza in Protozoi indica che nel terreno di *Robinietum*, in contrapposto agli altri due tipi, l'azione lenta ifomicetica di decomposizione della sostanza organica è sostituita in parte da un'azione decomponente più rapida di origine batterica.

I nostri prelevamenti comprendevano uno strato superficiale di 20 cm. di terreno, vale a dire lo strato entro il quale venivano a raccogliersi, con la caduta autunnale, le foglie e i frutti della Robinia.

Poichè il terreno del *Robinietum*, come origine, non differisce da quelli del *Callunetum* e del *Pinetum*, che a breve distanza del primo ci fornivano i campioni, se ne deduce che la notevole differenza fra la fauna protozoaria del *Robinietum* e quella degli altri due tipi di brughiera è dovuta essenzialmente alla natura della pianta dominante; e precisamente i resti della Robinia, che sono più ricchi in composti azotati, vanno evidentemente soggetti ad una decomposizione molto più attiva di quelli del *Pinetum* e del *Callunetum*. Deduzione questa che si accorda coi risultati ottenuti dalla scuola del WAKSMAN.

Quando giungemmo alla suddetta conclusione ci sorse il dubbio che le differenze faunistiche protozoarie dei diversi tipi di brughiera potessero essere in qualche modo prodotte dalle variazioni del pH nei terreni dei diversi tipi. La faunula più ricca di specie di individui nel terreno a Robinia essendo stata da noi accertata nei mesi di aprile e maggio, nei quali mesi è attiva al massimo grado la decomposizione delle foglie accumulate sul terreno dall'autunno precedente, sorgeva il dubbio che tale attività di decomposizioni biochimiche potesse indurre una notevole variazione stagionale nel pH, e questo a sua volta potesse creare condizioni particolarmente favorevoli allo sviluppo di una faunula più ricca.

Per dirimere tale dubbio eseguiamo, fra il 21 e il 30 aprile 1934, numerose determinazioni del pH, recandoci con lo jonometro di TRENEL direttamente sul terreno. Usammo, per le determinazioni campioni di terreno appena prelevati. Risultò che il valore del pH, per i tre tipi di *Callunetum*, *Pinetum* e *Robinietum*, oscillava entro limiti abbastanza ristretti, cioè tra 5,2 e 5,8.

Giova soggiungere che il terreno a Robinia, su cui abbiamo compiuto le determinazioni, era, in questa stagione, nudo da vegetazioni erbacee di sottobosco, bensì soltanto ricoperto da un tappeto di foglie secche di Robinia. Non vi è dubbio quindi che nel *Robinietum* da noi prescelto la specie vegetale assolutamente dominante era la Robinia.

Resta quindi escluso il dubbio che la particolare fisionomia della faunula protozoaria di questo terreno sia riconducibile ad altri fattori, e resta confermato che essa è dovuta alla natura della pianta dominante.

In seguito a questi risultati, ci è sembrato di notevole importanza lo studio dei terreni di brughiera sottoposti a coltura, per compararne i risultati con quelli avuti dalla brughiera incolta. Ed infatti un primo esame comparativo fatto nel novembre 1933 sui campioni di terreno prelevati da appezzamenti posti a coltura da epoche diverse, ha rivelato che il trattamento fatto di recente con calce e letame ha indotto nel terreno lo sviluppo di uno speciale gruppo di Protozoi, che compaiono in gran numero di individui. Questo terreno è stato prelevato da un appezzamento posto a coltura da un solo anno, e che prima della bonifica era del tipo *Callunetum*. Il trattamento fatto a tale terreno è stato il seguente:

Dissodamento

Calce (Ca 0) . . . . . 60 q.li per ettaro

Letame . . . . . 150 q.li per ettaro

In primavera 1933 vi si coltivarono patate, e in autunno dello stesso anno vi si seminò del grano. Al momento della raccolta del campione (4 novembre), il terreno presentava ancora frammenti della calce aggiunta, e il suo pH risultava di 8,3. In terreni trattati allo stesso modo, ma da un maggior numero di anni, il pH scende a 6.2-6,8 e la faunula protozoaria si presenta meno ricca di specie e d'individui.

Questo studio si presentava di particolare interesse, anche perchè è noto come non sempre concordino i risultati ottenuti dagli studiosi sugli effetti prodotti dalla calce e dal letame sulla vita microbica del terreno. (1).

---

(1) Riteniamo superfluo far notare che non abbiamo tenuto conto, per questo terreno, della influenza della vegetazione, perchè si trattava di un solo anno agrario durante il quale la nuova vegetazione era stata impiantata; prodotti e piante esau-

Nella seguente tabella sono riportati i risultati delle osservazioni fatte sul terreno trattato da 1 anno con calce e letame, e contemporaneamente sul terreno vergine di brughiera (*Callunetum*).

TERRENO B<sup>1</sup>: Brughiera vergine (*Callunetum*)

pH = 5,8

Schizomicetti	Coltura in acqua	Coltura in brodo di fieno	Frequenza
30.000 per gr. di terra secca.	—	<i>Oicomonas termo</i> . . . . .	◇
	—	<i>Colpoda steini</i> . . . . .	◇

TERRENO B<sup>2</sup>: Brughiera (già *Callunetum*) trattata con CaO e letame

(1 anno di coltura e 1 anno di trattamento)

pH = 8,3

Schizomiceti	Coltura in acqua	Frequenza	Coltura in brodo di fieno	Frequenza
280.000 per gr. di terra secca.	<i>Bodo saltans</i>	◇	<i>Amoeba nitida</i> . . . . .	◇
	<i>Vorticella</i> sp. . . . .	□	<i>Biomyxa vagans</i> . . . . .	□
			<i>Polytoma caudatum</i> var <i>a-</i> <i>stigmata</i> . . . . .	■
			<i>Spathidium depressum</i> . . . . .	◇
			<i>Spathidium procerum</i> . . . . .	◇
			<i>Colpoda cucullus</i> . . . . .	◇
			<i>Colpoda steini</i> . . . . .	◇
			<i>Colpoda maupasi</i> . . . . .	□
			<i>Trichopelma sphagnetorum</i>	○
			<i>Kahlia acrobates</i> . . . . .	■
			<i>Gonostomum affine</i> . . . . .	■
			<i>Oxytricha</i> sp. . . . .	◇
			<i>Vorticella</i> sp. . . . .	◇

I segni convenzionali indicano:  
 ○ scarsissima; □ scarsa; ◇ medta;  
 ■ abbondante.

Al prof. ARNAUDI dobbiamo la determinazione del numero degli schizomiceti del terreno B<sup>2</sup>. Per il terreno B<sup>1</sup> riferiamo nella tabella la media degli schizomiceti, calcolata dall'ARNAUDI per il terreno di brughiera vergine.

Le colture furono fatte con gli stessi metodi sopradescritti, e furono tenute in termostato fra + 18° e + 20° C. Abbiamo

rite della patata furono allontanati: i detriti che la piantagione poteva aver lasciato sul terreno, oltre ad essere di entità trascurabile, non avrebbero potuto esercitare influenza sulla fisonomia chimica, e quindi sulla vita microbica del terreno, se non nell'anno successivo, perchè, al momento della raccolta dei campioni, erano indecomposti.

misurato il pH della coltura in brodo di fieno del terreno B<sup>2</sup> durante tutto il periodo dell'osservazione, ed abbiamo constatato che esso si manteneva fra 8,2 e 8,55. Le misurazioni vennero eseguite col potenziometro e con l'apparecchio del dr. Roeder.

Le colture col brodo di fieno del terreno B<sup>1</sup> svilupparono, come sempre avviene per il terreno di brughiera vergine, gran quantità di ifomiceti, a differenza delle colture in brodo di fieno del terreno B<sup>2</sup>, che ne svilupparono pochissimi.

Le differenze quantitative e qualitative fra le faunule protozoarie dei due terreni risultarono notevolissime, ed è evidente che l'aumento degli schizomiceti, dovuto alle pratiche culturali, e specialmente all'apporto del letame, è accompagnato da un aumento nel numero delle specie e di individui di Protozoi batteriofagi.

La presenza del *Polytoma caudatum* var. *astigmata* (fig. XII) denota l'acquistato potere del terreno di scomporre sostanze proteiche del terreno stesso contenute nel letame o aggiunte — nel caso della coltura — col brodo di fieno.

Notevole è anche la comparsa della *Kahlia acrobates* HorwART, genere e specie segnalati per la prima volta dall'HorwART e dal KAHL nel 1932, in un infuso di terra di giardino. Essa è una forma caratteristica dell'ambiente alcalino, e l'HorwART asserisce che il valore del pH che segna il suo ottimo è 8,6. Di questa specie abbiamo trovato le cisti fino ad oggi non conosciute, e ne diamo a suo luogo la illustrazione.

Del terreno B<sup>2</sup> sono sicuramente batteriofaghe le seguenti specie: *Bodo saltans*, *Biomyxa vagans*, *Colpoda cucullus*, *Colpoda steinii*, *Colpoda maupasi*, *Vorticella* sp. Di queste soltanto il *Colpoda cucullus*, il *Colpoda steinii* e il *Bodo saltans* sono apparsi in un numero relativamente grande di individui. Le specie dominanti erano o non batteriofaghe od onnivore, e cioè: *Polytoma caudatum*, *Kahlia acrobates*, *Gonostomum affine*, delle quali l'ultima risultò alla nostra osservazione nutrirsi di particelle organiche.

Dalle nostre osservazioni risultò anche che le specie *Biomyxa vagans*, *Spathidium depressum*, *Spathidium procerum*, *Kahlia acrobates*, *Oxytricha* sp., si nutrivano preferibilmente di *Polytoma*. Inoltre ripetutamente osservammo nelle colture che il binomio *Polytoma* e *Kahlia* era nettamente legato, nel senso che un forte sviluppo numerico di *Polytoma* precedeva sempre la

comparsa della *Kahlia*. In altre colture vedemmo che la *Kahlia* si nutriva anche dei *Colpoda*, i quali pure la precedevano nello sviluppo, e non disdegnava particelle di detriti organici.

Cosicchè ben cinque delle specie presenti in coltura erano legate allo sviluppo del *Polytoma*.

Ben considerando allora i risultati da noi ottenuti, e tenendo conto che la maggior parte delle specie dei Ciliati dei terreni agrari in genere, segnalati dagli Autori, sono batteriofagi, e che invece le specie dominanti nel nostro caso non sono batteriofaghe, si deve giungere alla conclusione che l'eccezionale varietà di specie e ricchezza di individui delle nostre colture è dovuta, non tanto all'aumento degli schizomiceti, che in complesso non è forte, bensì allo sviluppo del *Polytoma*, che, alla sua volta, indica attività chimica decomponente le sostanze proteiche da parte del terreno. Inoltre influisce, almeno per le specie dominanti in queste nostre colture, l'alto valore del pH: infatti tanto il *Polytoma* quanto la *Kahlia* trovano il loro optimum in un valore del pH intorno ad 8 o alquanto superiore.

E' certo tuttavia che la ricchezza complessiva in Protozoi del terreno di brughiera dopo trattamento con calce e letame, è per sè sola indice di una notevole esaltazione dell'attività chimica e biologica del terreno. Questa seconda serie di osservazioni, in unione a quelle fatte sul terreno vergine di brughiera, dimostra che ogni variazione indotta in questo terreno dalle diverse vegetazioni spontanee o dai lavori dell'uomo, porta notevolissime variazioni anche nella composizione e nella ricchezza della fauna protozoaria.

I risultati di questa ricerca sui tipi di terreno di brughiera ci hanno suggerito di intraprendere una serie di esperimenti rivolti ad accertare se la natura dei residui e detriti vegetali cadenti dalla vegetazione di ciascuna determinata essenza sul terreno influisca a modificare l'ambiente terreno in modo e misura tale da indurre in esso lo sviluppo di diversi aggruppamenti faunistici protozoari. Di questi esperimenti è detto nel seguente capitolo.