

Ulteriori rilievi sulla «Stanchezza» del terreno

Prof. Achille Grimaldi (Direttore inc.)

(Ricevuto il 20 aprile 1942-XX)

In una precedente nota ¹⁾, nella quale veniva esaminato l'andamento della produzione del trifoglio, dell'erba medica e della lupinella in un terreno della collina umbra che manifestava assai evidente il fenomeno della «stanchezza» nei confronti delle tre predette leguminose, facevo cenno a specifiche ricerche già predisposte per tentare di stabilire quali fossero le cause di quella stanchezza.

Poichè nel triennio che è trascorso alcune di tali ricerche sono venute a compimento ed il loro esito permette di orientare con minore incertezza le successive indagini, credo utile di riferire sui più interessanti risultati conclusivi.

Prove in vaso con terreno «stanco» sottoposto a trattamenti diversi

I risultati di grande interesse, e nello stesso tempo in discordanza tra loro, ottenuti da Mann (2) in Gran Bretagna e da Demolon e Dunez (3) in Francia nel corso delle ricerche sulla stanchezza mi hanno consigliato anzitutto di ripetere le prove di questi Autori. Come è noto, mentre il primo ottiene risultati apprezzabili nel diminuire la stanchezza ricorrendo all'impiego di larghe quantità di letame o al riscaldamento del terreno, i due studiosi francesi ascrivono la stanchezza del terreno nei confronti delle leguminose pratensi all'azione di un batteriofago che distrugge il *B. radicolica*. Quindi solo inoculando nel terreno stipiti di *B. radicolica* resistenti alla lisi si può curare la stanchezza.

Disgraziatamente le colture di *B. radicolica* e di batteriofago spediti da Demolon e Dunez sono giunte inutilizzabili per i danni subiti in viaggio e le circostanze politiche hanno poi impedito l'arrivo di altro materiale. D'altra parte non è stato possibile di isolare il batteriofago dal terreno umbro in cui si è manifestata la stanchezza perciò, anche alla luce dei risultati che verranno in seguito esposti, l'ipotesi di Demolon e Dunez non sembra applicabile al caso in esame.

Esito felice hanno sortito, invece, le prove compiute sulla falsariga di quelle già ricordate di Mann, opportunamente integrate con alcune altre. Il criterio direttivo che ha condotto l'esperienza era quello di precisare, se possibile, l'esistenza di qualche causa biologica determinante, esclusiva o principale, del fenomeno della stanchezza.

Le esperienze sono state compiute per un triennio in vasi del diametro di circa 30 cm. (superficie 7 decimetri quadrati) raggruppati in diversi lotti secondo il piano qui sotto esposto. La terra usata proveniva

dallo strato arabile dell'appezzamento già ricordato, assai stanco per il trifoglio.

A - controllo, terra stanca senza alcun trattamento.

B - concimazione azotata con solfato ammonico in ragione di 15 ql. ad ha. (gr. 10,5 per vaso).

C - concimazione con letame in ragione di 500 ql. ad ha. (gr. 350 per vaso).

D - trattamento con estratto di letame ottenuto lavando 350 gr. di stallatico con un litro d'acqua e spremendo la massa mediante torchiatura.

E - riscaldamento della terra umida a 70° per due ore.

F - inoculazione dei semi e del terreno con colture di B. radicola.

Un egual numero di semi di trifoglio venne seminato in tutti i vasi il 9 marzo 1939.

È superfluo aggiungere che le condizioni sperimentali si mantennero identiche in ogni vaso nel corso di tutto il triennio.

Fin dalla prima vegetazione, il lotto trattato con letame si è dimostrato superiore ai restanti per la vigoria di sviluppo; si distingueva, poi, il lotto trattato con estratto di letame.

Fin dal primo taglio del 1939 la produzione singola dei vasi e quella media del lotto sottoposto a letamazione è stata nettamente e di gran lunga superiore a quella di tutti gli altri.

In questa nota a carattere informativo non si riportano in dettaglio le produzioni di ogni vaso e per ogni taglio ottenuto nei tre anni.

Ciò è reso superfluo anche dall'uniforme ripetersi dei fatti fin dall'inizio della prova.

Il numero di piantine per vaso, all'inizio della prova equivalente nei diversi lotti, in seguito si è venuto differenziando, tanto che nel novembre del 1939 in media si contavano 44 piante per vaso nel controllo; 25 nel lotto letamato; 30 in quello trattato con estratto di letame; 29 nel lotto sottoposto a inoculazione col B. radicola; 28 in quello riscaldato e solo 8 in quello concimato con solfato ammonico.

Nel marzo 1942 il numero medio di piante per vaso era il seguente: più di 8 nei vasi sottoposti a riscaldamento; quasi 4 in quelli letamati; poco più di 2 in quelli trattati con estratto di letame; circa una e mezzo nel lotto azotato; una per vaso in quello inoculato con B. radicola e nemmeno 0,2 piante per vaso in media nel lotto di controllo.

Il prodotto medio in erba per vaso a seconda dei diversi trattamenti

| Trattamento | Prodotto medio di erba per vaso | | | Totale del triennio |
|--|---------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | 1939 (3 tagli) | 1940 (3 tagli) | 1941 (3 tagli) | |
| Letame | 166,5 | 187,- | 159,5 | 513,- |
| Riscaldam. del terreno | 22,7 | 107,4 | 287,5 | 417,7 |
| Estratto di letame . . | 81,- | 69,8 | 123,1 | 273,9 |
| Solfato ammonico . . | 13,4 | 31,6 | 72,1 | 117,1 |
| Inoculazione con B. radicola | 19,- | 12,7 | 64,7 | 96,4 |
| Controllo | 28,4 | 3,8 | 28,2 | 60,4 |

è riportato nella tabellina che segue, dove i lotti sono distribuiti in ordine decrescente di produzione:

Le differenze di produzione tra i singoli lotti sono così nette e così costanti che non vi è dubbio alcuno sulla varia efficacia dei diversi trattamenti.

È evidente che il letame e, in minor grado, l'estratto di letame hanno portato nel terreno dei fattori o delle modificazioni di efficacia notevole nell'eliminare o, almeno, nel ridurre il fenomeno della stanchezza.

Il riscaldamento, a sua volta, determina nel terreno, nei riguardi della produttività del trifoglio, effetti simili a quelli raggiunti dagli altri due trattamenti.

Assai modesta risulta invece, l'efficacia dell'azoto ammoniacale e pressochè nulla quella delle inoculazioni con *B. radicola*.

Tutto ciò permette di compiere qualche rilievo conclusivo che interessa il fine principale delle ricerche.

Resta anzitutto confermato quanto già si è detto nella nota precedente ¹⁾, che, cioè, nel terreno di Perugia il batteriofago non sembra la causa prima della stanchezza. Infatti il trattamento della terra stanca con letame o con estratto di letame non ha certo distrutto il batteriofago nè ha inoculato nel terreno degli stipiti di *B. radicola* resistenti alla lisi: semmai, può essere accaduto proprio il contrario. D'altro canto, l'effetto del calore simile a quello del letame può essere spiegato solo ammettendo che i due trattamenti abbiano arricchito il terreno di elementi nutritivi per il trifoglio: il letame con apporto diretto; il calore per effetto indiretto, in seguito alla solubilizzazione di principi minerali e all'attività della microflora decomponente che prende il sopravvento nel terreno riscaldato e che agisce in tal senso per via immediata e per via mediata.

La parziale efficacia dell'estratto di letame è dovuta all'incompleta asportazione degli elementi nutritivi a mezzo dell'acqua usata per il lavaggio dello stallatico stesso.

A parte qualsiasi considerazione sulla natura dei rapporti tra *B. radicola* e leguminose, l'impiego di una dose così cospicua di solfato ammonico come quella usata nel lotto B. avrebbe dovuto sortire una maggiore efficacia nel ridurre la stanchezza del terreno, se questa si dovesse imputare alla scomparsa del *B. radicola* per attacco da parte del batteriofago. Ciò anche quando la simbiosi di *B. radicola* e leguminosa non consistesse in una semplice fissazione d'azoto.

A questo proposito va ricordato che in recenti indagini americane (4) si è potuto triplicare il raccolto di erba medica con l'impiego di un concime azotato in un terreno contenente il batteriofago dove la resa aveva subito una forte flessione.

Anche l'inoculazione del seme e del terreno con colture di *B. radicola*, pure se fatta con stipiti non resistenti al batteriofago, avrebbe dovuto favorire assai di più all'inizio la vegetazione del trifoglio, fino a quando cioè la curva di sviluppo del principio litico non avesse raggiunto quella, in rapidissimo incremento iniziale, del bacillo tubercoligeno. Un fatto di questo genere, appunto, hanno potuto rilevare i citati Autori americani nell'erba medica.

Ma vi è un fatto che annulla ogni dubbio in proposito: nei vasi del lotto B., come in quelli degli altri lotti, le radici del trifoglio presentano i tubercoli caratteristici sviluppati in modo normale.

Si può concludere quindi che il triennio di prove ora terminato induce più a cercare l'origine della stanchezza in fenomeni di carenza che in fenomeni di origine biologica.

Su questa via ci indirizzano anche le prime ricerche, a cui ora accenneremo, sull'andamento della mortalità delle piante di trifoglio nel terreno stanco.

Ricerche sulla mortalità delle piante di trifoglio nel terreno stanco.

È superfluo rilevare che un elemento notevole, seppure fino ad oggi trascurato, nello studio della stanchezza del terreno è la conoscenza dell'andamento della mortalità delle piante durante il loro ciclo vegetativo.

I primi rilievi si iniziarono in un terreno indubbiamente stanco nel giugno 1939 sopra un trifoglio di un anno in piena produzione e vennero ripetuti di mese in mese. Senza riportare qui troppe cifre, dirò solo che il massimo di mortalità fu registrato nell'agosto (circa il 30 % delle piante). Nell'inverno successivo il prato venne rotto.

Dalla stessa primavera 1939 si seguirono le piantine di un trifoglio di nuova semina, riscontrando ancora il massimo di mortalità nei mesi di luglio e agosto (nel complesso oltre il 30 %). Poi durante tutto il resto dell'estate, nell'autunno, nell'inverno e nella primavera successiva (1940) le perdite si sono ridotte ad un minimo quasi trascurabile, per riprendere assai forti nell'agosto, con una seconda ondata di mortalità corrispondente ad un altro 30 % circa. Nell'autunno le perdite sono andate di nuovo diminuendo però nel complesso il trifoglio prima di essere rotto (febbraio 1942) presentava un numero di piante assai scarso: circa 1/5 di quelle esistenti nel giugno 1939.

Una terza prova nel corso del 1940-42 è stata compiuta in un'altra parcella. Su trifoglio di nuova semina vennero iniziati, con un certo ritardo, i primi rilievi nell'agosto del 1940.

La più alta mortalità dell'anno si ebbe nel settembre, però rimase contenuta in una percentuale assai modesta (12 %). Perdite minime nell'autunno, nell'inverno e nella primavera successiva; poi un improvviso e grave collasso nel luglio con la scomparsa del 65 % delle piante allora esistenti. Nell'agosto, del trifoglio rimanevano solo 1/4 dei cespi contati un anno prima.

Le osservazioni ora esposte confermano anzitutto alcuni rilievi già da tempo compiuti dagli agricoltori: la stanchezza si manifesta con un forte diradamento del prato che può iniziarsi fin dai primi mesi di vegetazione e che continua in modo da ridurre il periodo di sfruttamento della coltura. Però al diradamento si accompagna una produttività media delle piante restanti inferiore alla normale. Non ho eseguito finora dei rilievi specifici sulla resa in erba dei cespi di un prato stanco, ma insieme alle osservazioni sulla mortalità ne sono state fatte anche altre sullo stato vegetativo delle piante vitali: orbene, mentre all'inizio le piante in con-

dizioni buone e ottime raggiungevano oltre la metà del totale ,entro pochi mesi si dimezzavano di numero, fino a scomparire quasi del tutto al termine delle prove.

Le osservazioni pongono poi in rilievo che la scomparsa del trifoglio non è uniformemente distribuita lungo il suo ciclo vegetativo, ma si concentra per la maggior parte alla metà o al termine dell'estate. Le piante muoiono dopo aver compiuto lo sforzo produttivo, nel colmo o alla fine del periodo siccitoso (*) che a Perugia compromette assai spesso la vegetazione dei prati. È da supporre che l'avversità climatica determini l'anientamento delle piante che sono già indebolite dalla stanchezza.

Se questa interpretazione dei fatti è esatta, sembra di poter più agevolmente scorgere tra i possibili determinanti della stanchezza un fenomeno di carenza piuttosto che un'alterazione di equilibrio biologico.

La discordante percentuale di mortalità delle varie prove è connessa alle diverse condizioni di nascita e di successivo sviluppo del prato.

CONCLUSIONI

Le prove compiute nel triennio 1939-41 sottoponendo la terra « stanca » di Perugia a vari trattamenti ed i rilievi condotti nello stesso triennio sul decorso della mortalità delle piante di trifoglio in un terreno stanco permettono di affermare che la teoria di Demolon e Dunez sull'origine della stanchezza non è applicabile nel caso in esame.

Le stesse prove, invece, inducono ad inquadrare la stanchezza tra i fenomeni di carenza piuttosto che tra quelli di origine biologica. Su tale direttiva si sono già iniziate delle nuove indagini, tendenti a stabilire l'elemento o gli elementi che scarseggiano o mancano nel terreno stanco. Non è improbabile che tali elementi appartengano a quelli cosiddetti micronutritivi, conforme a un'ipotesi formulata da tempo e confermata da molte prove favorevoli.

SCHLUSSFOLGERUNGEN

Die Versuche welche im Laufe des Trienniums 1939-1941 an « müder » Erde von Perugia, die mehreren Behandlungen unterzogen wurde, ausgeführt worden sind, und die Bestimmungen über das in der gleichen Zeitdauer beobachtete Absterben der Kleepflanzen eines « müden » Erdbodens, berechtigen die Behauptung dass die Theorie von Demolon und Dunez über den Ursprung der « Müdigkeit » bei dem in Frage stehenden Fall nicht anwendbar ist.

Auf Grund dieser Versuche ist die « Müdigkeit » unter die Mangelserscheinungen eher als unter jene biologischen Ursprung einzureihen. In diesem Sinne sind neue Beobachtungen im Gange die den Nachweis erstre-

*) Le precipitazioni dei mesi estivi a Perugia sono state nel 1939 di mm. zero in luglio e mm. 86,6 in agosto, di cui 66,2 mm. caduti dopo il 20 del mese; nel 1940, mm. 44,8 in luglio e mm. 5,4 in agosto; nel 1941, mm. 1,8 in luglio e mm. 5,8 in agosto.

Ben welcher Bestandteil oder welche Bestandteile im « müdem » Erdboden fehlen oder spärlich vorhanden sind. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass jene Bestandteile zu den sogenannten Mikronährsubstanzen gehören, eine Hypothese die längst formuliert worden ist und bereits in vielen positiven Ergebnissen Bestätigung gefunden hat.

BIBLIOGRAFIA

(1) *Grimaldi A.* – Rilievi sulla « stanchezza » del terreno per le leguminose pratensi. Nuovi Annali dell'Agricoltura. Roma, 1939.

(2) *Mann H. H.* – Investigations on Clover Sickness. The J. of Agricultural Science, XXVIII, part 3 (July, 1938)

(3) *Demolon A. et Dunez A.* – Bactériophage et fatigue des sols cultivés en luzerne. C. R. de l'Académie des Sciences, 197, 1933; 199, 1934; 202, 1936; 206, 1938; 208, 1939; 210, 1940.

Recherches sur la culture des légumineuses, Annales Agronomiques, 1940, 3.

(4) *Vandecaveye S. C., Fuller W. M. Katznelson H.* – Bacteriophage of Rhizobia in relation to symbiotic nitrogen fixation by Alfalfa. Soil Science, 1940, 50.