

Prof. REMO GRANDORI

## L'azione disinfestante della calciocianamide contro la mosca domestica sperimentalmente dimostrata

(Nota preliminare)

Una letteratura di notevole importanza è andata formandosi in questi ultimi tempi, e in modo particolare si è accentuata nel corrente anno con scritti di carattere sperimentale e scientifico od anche polemico, sull'argomento delle proprietà insetticide della calciocianamide contro le larve di mosca domestica che si sviluppano nel letame di stalla, ed anche contro insetti, molluschi, vermi che abitano nel terreno o nelle acque.

La portata dei problemi che i diversi Autori hanno suscitato e discusso nei loro scritti è senza dubbio assai grande, sia nei riguardi dell'igiene pubblica che in quelli dell'agricoltura. D'altra parte, grande incertezza ha sempre regnato e regna ancora oggi sulla complessa questione a causa delle conclusioni contraddittorie a cui sono giunti i due gruppi di Autori, gli uni affermando e gli altri negando la virtù moschicida, insetticida e perfino semplicemente insettifuga della calciocianamide.

Ho voluto perciò, fin dal maggio del corrente anno intraprendere nuovi esperimenti, nella speranza di arrecare un contributo risolutivo al problema tanto dibattuto.

Di tali esperimenti, che constano finora di tre gruppi di prove, l'ultimo dei quali si è concluso in questi giorni, rendo conto qui in forma del tutto sommaria e preliminare, riservando uno scritto più ampio e documentato a periodici diffusi nel campo dell'agricoltura.

### I. - *Esperienze generali di orientamento.*

PENSO (1) fu il primo ad affermare le virtù insetticide della calciocianamide; egli attribuì l'azione venefica al gruppo —CN che si suppone possa formarsi quando la calciocianamide reagisce con l'acqua.

Tale azione fu negata da altri Autori, i quali pensarono invece che tutt'al più un'azione molto lieve e fugace poteva essere esercitata

(1) PENSO GIUSEPPE — *La calciocianamide quale disinfestante.* - Studio monografico. Roma, 1937.

dall'acetilene che si forma dalle impurità di carburo di calcio contenute nella calciocianamide greggia. Altri ancora affacciarono l'ipotesi che un'azione dannosa della calciocianamide, se tale azione esisteva, potesse derivare dalla causticità di  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  che si sviluppa in notevole quantità dalle varie e complesse reazioni fra  $\text{CaCN}_2$ , le sue impurità e l'acqua.

Altri ancora emisero l'ipotesi che il terreno con le sue sostanze umiche, oppure la sostanza organica del letame, potessero influire e fossero necessarie per la formazione di sostanze tossiche dalla  $\text{CaCN}_2$ .

Già il PENSO con una serie di esperienze fatte eliminando l'idrato di calcio dalle soluzioni di calciocianamide, aveva dimostrato per altri animali (non per insetti) che l'azione tossica non doveva dipendere dalla causticità di  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Tuttavia il PENSO non affrontò il problema del meccanismo d'azione della calciocianamide sugli insetti.

Rimase per altro, nei convinti dell'azione insetticida della calciocianamide, la persuasione che l'effetto fosse dovuto ad un'azione *per contatto*, come diversi Autori affermarono nei loro scritti.

Nel maggio e nel giugno 1938 ho compiuto nel mio laboratorio di Milano la prima serie di prove consistenti tutte nel portare la calciocianamide in polvere asciutta o bagnata con acqua a contatto di insetti vari, mosso dal convincimento che quella era la prima e più elementare esperienza da farsi con una sostanza che alcuni asseriscono ed altri negano che sia venefica per gli insetti. Ho usato sempre  $\text{CaCN}_2$  greggia, non oleata.

Il primo esperimento fondamentale fu eseguito con larve di maggiolino entro scatole di Petri; si predisposero quattro lotti di 5 grosse larve di maggiolino ciascuno.

*Lotto I:* Le cinque larve vennero adagiate su  $\text{CaCN}_2$  asciutta.

*Lotto II:* Le cinque larve vennero adagiate su  $\text{CaCN}_2$  impastata con acqua.

*Lotto III:* Le cinque larve vennero adagiate su carta bibula asciutta (controllo).

*Lotto IV:* Le cinque larve vennero adagiate su carta bibula abbondantemente bagnata con acqua (controllo).

L'esperimento venne iniziato a mezzodì del 18 giugno 1938. Alle 16 dello stesso giorno le cinque larve del lotto 2 erano morte, dopo un'agonia caratterizzata da contrazioni spasmoidiche ai tre anelli del torace e alle zampe.

Le larve delle altre capsule, comprese quelle del lotto I ( $\text{CaCN}_2$

asciutta), si mantennero vivacissime e tali si conservarono nei giorni seguenti.

Lavando i cadaveri delle cinque larve di maggiolino uccise dalla calciocianamide bagnata, non si notavano all'esterno gravi ustioni, mentre le larve del lotto I, dopo una settimana, pur reagendo ancora agli stimoli, erano esternamente ustionate.

Da questa prima serie di esperimenti si deduceva che la calciocianamide doveva agire per il formarsi di una sostanza tossica quando essa veniva a contatto dell'acqua, e che per tale formazione non era necessaria la presenza del terreno, nè del letame, nè di altri fattori inerenti all'ambiente terreno agrario.

Il fatto che le larve di maggiolino del lotto II, uccise rapidamente, non presentavano ustioni gravi, mentre quelle del lotto I che durarono in vita a lungo presentavano esternamente gravissime ustioni con vere carbonizzazioni cutanee, mi fece pensare che l'azione caustica esercitata da  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  doveva essere di secondaria importanza, e che l'azione tossica della calciocianamide in soluzione non potesse esercitarsi per contatto come generalmente era ammesso.

Restava però l'ipotesi che una certa azione potesse essere esercitata dall'acetilene sviluppantesi dal contatto delle impurità di carburo di calcio con acqua.

Presi allora cinque larve di maggiolino, le adagiai su  $\text{CaC}_2$  in polvere in una capsula di Petri, versai acqua sul carburo e chiusi la capsula. Si ebbe abbondante sviluppo di acetilene, ma le larve così trattate dopo due giorni si dimostrarono ancora vivacissime come quelle del controllo, anzi furono poi nutriti e crebbero normalmente. Si ripetè l'esperimento nel terreno, mescolando intimamente ad esso carburo di calcio in polvere. Si seppellirono nel terreno sette larve di maggiolino e si versò acqua; i fenomeni di effervescenza per sviluppo di  $\text{C}_2\text{H}_2$  erano vistosi, l'odore di  $\text{C}_2\text{H}_2$  era intenso. Le larve di maggiolino estratte dal terreno parecchi giorni dopo erano vivacissime e furono ulteriormente allevate.

Questi esperimenti provarono che era da escludersi l'azione di  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  e di  $\text{C}_2\text{H}_2$ . Infatti l'ottimo stato in cui si trovavano le larve dopo quest'ultimo esperimento mi convinse ancora una volta che l'idrato di calcio doveva considerarsi innocuo, perchè le larve si rotolavano nella poltiglia di  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  formatasi dalla reazione del  $\text{CaC}_2$  con l'acqua senza accusare alcun malanno. Ad escludere un possibile effetto di  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  come caustico per questi insetti mi induceva anche il fatto ben noto che per mantenere asciutti i letti dei bachi da seta si usa spolverarli con  $\text{CaO}$ , che con l'umidità emanante dalle loro deiezioni e dalla foglia di gelso forma abbondante  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , il quale non solo aderisce

al corpo del baco, ma viene inevitabilmente ingerito in parte dal baco colla foglia. E questa pratica si è dimostrata utilissima per mantenere il baco sano e preservarlo da certe malattie.

Infine per sperimentare se  $C_2 H_2$  poteva agire come gas tossico attraverso gli stigmi, posì cinque larve di maggiolino in una capsula appoggiando questa sul fondo di un cristallizzatore nel quale provocai un enorme sviluppo di gas acetilene; ma il dispositivo era tale che le larve potessero venire a contatto soltanto col gas e non coi reagenti. I fumi e vapori dell'acetilene riempirono il cristallizzatore chiuso, ma le larve rimasero vive e vivacissime per molti giorni, come nei controlli.

Pensai allora di sperimentare l'azione della cianamide pura in soluzione al 3 %. Alcune larve di maggiolino furono poste in una capsula di Petri contenente la soluzione di cianamide che copriva il fondo; altre larve si posero in un cristallizzatore contenente terra sciolta di giardino irrorata con la soluzione stessa. Il giorno seguente le larve a contatto con la soluzione erano morte; quelle immerse nel terreno irrorato con la soluzione presentavano i tipici fenomeni di paralisi, ma non erano ancora morte; con una nuova irrorazione di cianamide pura anch'esse morirono in poche ore.

Rimaneva quindi bene accertato *che anche la cianamide pura, in soluzione fortemente diluita, ha la stessa azione tossica della calciocianamide greggia, indipendentemente dalla presenza del terreno.*

Tutti i cadaveri delle larve presentavano lo stesso aspetto cereo, mummificato. Seguendo gli effetti del veleno sugli individui, si vedeva chiaramente che essi consistevano in fenomeni di paralisi progressiva con perdita rapida del potere di inarcare il corpo all'indietro, di torcerlo di fianco col moto tipico delle larve di maggiolino quando reagiscono a stimoli meccanici; inoltre esse presentavano una sempre più spinta limitazione nei movimenti delle mandibole, fino alla assoluta incapacità di muoverle. La morte però non venne mai fulminea, anzi fu sempre assai lenta, e le larve in qualche caso si trascinarono per parecchi giorni. Fenomeni simili furono osservati dal PENSO in altri animali.

Queste osservazioni ripetute su tutti gli individui trattati mi persuasero che, *contrariamente a ciò che si è ritenuto fino ad ora, la calciocianamide non agisce per contatto, ma per ingestione.* Esclusa l'azione caustica, non si poteva difatti pensare ad una azione per contatto sul resistente involucro chitosano, ne ad una infiltrazione del liquido tossico attraverso gli stigmi. Ne veniva naturale il sospetto che la soluzione, penetrando nell'apertura boccale anche in piccola quantità, potesse venire assorbita per le vie intestinali e giungere ai centri nervosi per la via dell'emolinfa circolante. Convinto di ciò, iniettai per via boc-

cale a una decina di larve di maggiolino, per mezzo di una pipetta di vetro, un po' di soluzione al 3 ‰ di cianamide pura, ottenendo la lenta morte delle larve in due-tre giorni con lo stesso quadro patologico già osservato nei precedenti esperimenti. Si istituì un controllo con larve alle quali si pipettò in bocca acqua pura; ed esse continuaron benissimo il loro sviluppo.

Se ne conclude che *la soluzione della calciocianamide, per mezzo della cianamide che se ne sviluppa in reazione con l'acqua, agisce come insetticida per ingestione.*

Da queste conclusioni derivarono preziosi elementi di orientamento nell'impostazione degli esperimenti successivi, e ad esse si deve se questi diedero risultati nettamente positivi.

Un problema che mi posi subito fu di appurare in qual modo il terreno agrario poteva modificare l'azione della  $\text{CaCN}_2$ . A tal fine disposi una serie di esperimenti in cristallizzatori contenenti terra di giardino in cui infossai parecchie larve di maggiolino. La terra di alcuni cristallizzatori fu irrorata con soluzioni di  $\text{CaCN}_2$  al 5 ‰ e al 5 ‰; in altri fu prima mescolata al terreno  $\text{CaCN}_2$  in polvere, poi vi furono infossate le larve di maggiolino, e infine fu irrorata tutta la massa con acqua.

Il giorno seguente erano tutte morte le larve infossate in terreno previamente mescolato con  $\text{CaCN}_2$  in polvere e poi irrorato, mentre quelle degli altri lotti morirono in un tempo più lungo (oltre 72 ore).

Per avere drenaggio nei liquidi di innaffiamento, ripetei queste prove in terreno, usando comuni vasi da fiore dell'altezza di 25 cm. in cui posi larve di maggiolino infossate nel terreno. Si mescolò intimamente in due lotti la  $\text{CaCN}_2$  al terreno nella proporzione del 5 ‰, in un altro si fece uno strato di  $\text{CaCN}_2$  sopra la terra, sempre nella proporzione del 5 ‰. Il primo ed il terzo lotto vennero irrorati, il secondo no.

I risultati furono pressochè nulli nel lotto non irrorato, furono parziali nei due irrorati, sempre in confronto al controllo.

Analizzando bene le condizioni sperimentali, e sapendo ormai il meccanismo d'azione della sostanza tossica, se ne conclude che inevitabilmente il terreno, quando oltrepassa un certo spessore, diminuisce l'azione tossica della  $\text{CaCN}_2$  perchè in esso si rende difficile la condizione essenziale che la soluzione venga a contatto in quantità sufficiente con *tutti* gli individui; in ogni modo però l'applicazione, per essere positiva su diverse specie di insetti abitatori di strati superficiali del terreno agrario, richiede semplicemente degli accorgimenti tecnici facilmente determinabili caso per caso.

Una cinquantina di Tonchi del fagiolo adulti (*Acanthoscelides obtectus* Say) posti in capsula di Petri, il cui fondo era coperto da un

velo di una soluzione di  $\text{CaCN}_2$ , morirono tutti dopo mezz'ora; una cinquantina degli stessi Tonchi in capsula di Petri col fondo coperto di acqua di fonte, servirono di controllo e non mostrarono affatto di soffrire per la presenza dell'acqua.

## II. - *Disinfestazione del letame dalla mosca domestica.*

Compiuti questi primi esperimenti di orientamento su insetti vari, ho intrapreso la parte più importante del mio programma di sperimentazione e cioè quella della lotta contro le mosche mediante la  $\text{CaCN}_2$ .

Per prima cosa sperimentai su uova e larve delle mosche delle carni. In capsule di Petri contenenti carne in putrefazione feci deporre uova di mosche delle carni.

Si trattava di parecchi gruppi di uova e di molte larve per ogni capsula e quindi di parecchie centinaia di individui per ogni lotto. In qualche capsula sperimentai soltanto su uova.

Fu preparata una soluzione di  $\text{CaCN}_2$  al 5%; una parte si usò come tale dopo semplice decantazione; una parte invece si sottopose a trattamento con  $\text{CO}_2$  per eliminare  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  precipitandone il  $\text{CaCO}_3$ . L'una e l'altra furono nebulizzate con comuni spruzzette da *flit* sulle carni ricche di uova o di larve, e produssero, nel termine di 48 ore, la morte di tutti gli individui. Nei controlli, spruzzati con acqua di fonte, le larve continuarono a svilupparsi normalmente, si impuparono e sfarfallarono. In altre capsule contenenti larye e uova, si pose la  $\text{CaCN}_2$  in polvere mescolata ad ugual peso di cenere di legna, poi la si irrorò con acqua di fonte. In altre capsule fu messa la stessa miscela senza irrorarla.

In 48 ore anche in queste capsule tutti gli individui erano morti; con un certo ritardo rispetto agli altri lotti morirono gli individui delle capsule non irrorate. Osservando le capsule contenenti soltanto uova, si notò che in alcuni casi ovature intere non schiudevano in seguito al trattamento, in altre la schiusura era parziale, ma le larve morivano in breve tempo. Il controllo con sola cenere diede bellissime larve vitali.

Si doveva concludere che, *almeno in vitro*, la  $\text{CaCN}_2$  è tossica per le uova e per le larve di mosche delle carni, venendo così a confermare in pieno i risultati ottenuti dal DE GIORGI. (1)

(1) DE GIORGI M. — *Due nuove proprietà disinfestanti della calciocianamide*. - Arch. Ital. Sc. mediche coloniali e Parassitologia, Vol. XVII, 1936.

Rimaneva però da spiegare l'effetto tossico della  $\text{CaCN}_2$  somministrata come polvere asciutta, ciò che sembrerebbe in contrasto con la precedente conclusione che essa agisce in soluzione e per ingestione.

Ma nel nostro caso le carni date in pasto alle larve erano molto umide, e la  $\text{CaCN}_2$  si era certamente in parte sciolta a contatto di esse; quindi le larve voraci di mosche dovevano certamente aver ingerito un po' di soluzione.

\* \* \*

Accertato che la  $\text{CaCN}_2$  uccide larve e uova delle mosche comuni, (1) restava da affrontare il problema dei trattamenti del letame con essa.

Appariva chiaro oramai che i risultati contraddittori ottenuti dai vari Autori che avevano sperimentato prima di me questo difficile materiale, erano dovuti ad errori di sperimentazione.

Esperimenti preliminari condotti in montagna, durante il periodo estivo (agosto), con letame quasi maturo, mi dimostrarono che usando calciocianamide mista a polvere di strada e asciutta, non si ottiene un risultato positivo. Fu perciò escluso questo trattamento dagli esperimenti definitivi che furono compiuti dal 7 settembre al 2 ottobre in una sala del Laboratorio di Entomologia Agraria della R. Università di Milano; in questa sala fu mantenuta una temperatura oscillante fra  $+21^\circ$  e  $+24^\circ$  C per tutta la durata dell'esperimento.

Si usò letame fresco di mucche lattifere raccolto il 6 settembre da una stalla del suburbio di Milano, e che all'esame diretto risultò straordinariamente ricco in larve di mosche, come è provato dal cospicuo numero totale di mosche adulte dato dai lotti di controllo.

Rinunciai a fare una conta precisa delle larve e uova di mosche in partenza nei mucchi di letame, perchè questa è materialmente impossibile, trattandosi di una massa straordinariamente eterogenea in cui talvolta in una piccola zolla compatta di feci si nascondono centinaia di larve. Si ebbe cura però, nel fare i mucchi, di osservare che tutti fossero visibilmente ricchi di larve, scartando le forconate di letame che ne erano prive o povere.

I risultati hanno dimostrato che inevitabili lievi differenze nume-

(1) Non mi sono preoccupato di determinare e di tener separate le diverse specie di mosche che si sviluppano allo stato larvale nelle sostanze organiche putrescenti, perchè tali larve vivono tutte nei liquidi esistenti nei meati di queste sostanze, e tali liquidi sono costrette a deglutire, a qualunque specie esse appartengano.

riche di larve in partenza quali in natura si riscontrano non hanno valore quando i trattamenti siano opportunamente applicati.

Basandomi sui risultati dei precedenti esperimenti, decisi di aggiungere la CaCN<sub>2</sub> al letame in due modi:

I) *Polvere di CaCN<sub>2</sub> mescolata ad ugual peso di polvere di strada, irrorandola subito con acqua di fonte;*

II) *Soluzioni di CaCN<sub>2</sub> in diverso titolo.*

La polvere di strada mescolata alla CaCN<sub>2</sub> esercita evidentemente un'azione meccanica che impedisce che essa si agglomeri al contatto con l'acqua, ciò che permette una migliore utilizzazione della CaCN<sub>2</sub>.

*Il letame nella maggior parte dei lotti venne disposto a strati sovrapposti, applicando il trattamento ad ogni strato, che non sorpassava lo spessore di 15-20 centimetri.*

I cumuli di letame furono disposti su lastre quadrate di eternite, e vennero coperti con gabbie di legno e garza le cui basi poggiavano sulla lastra di eternite.

Il 7 settembre si disposero i primi 4 lotti di esperimento con letame trattato con CaCN<sub>2</sub> nel modo che sarà detto più avanti, e si coprirono subito con le gabbie, rimandando alla mattina successiva la stuccatura a gesso della fessura esistente fra l'orlo inferiore della base della gabbia e la lastra di eternite. Il mattino successivo intorno alle lastre di eternite, sul pavimento della camera di esperimento, raccogliemmo 231 larve mature di mosca sfuggite attraverso la fessura di base ed in istato di intorpidimento. Allevate in capsule di Petri, morirono entro 72 ore presentando il tipico quadro patologico osservato nei precedenti esperimenti *in vitro*.

Pensando che una fuga di tal genere potesse essere l'espressione di un istinto randagio di tutte le larve mature di mosca, si prepararono subito dei lotti di controllo sotto gabbia, lasciando la fessura di base priva di stuccatura per 24 ore. E si constatò che nessuna larva sfuggì attraverso tale fessura. Quindi l'osservazione fatta da qualche Autore che le larve sfuggono, sottraendosi all'azione della calciocianamide non è esatta: *le larve che effettivamente fuggono dai lotti trattati sono larve già intossicate, che si allontanano più o meno dal letame trattato, ma che sono destinate tutte a morire entro breve tempo.*

Tenendo conto di questo fatto, tutte le gabbie furono successivamente preparate chiudendo la fessura di base con carta incollata, unico fra i vari mezzi predisposti e sperimentati che si sia dimostrato efficace ad impedire la fuga delle larve dalle fessure alla base delle gabbie, e senza del quale i miei esperimenti di disinfezione del letame non avrebbero potuto raggiungere risultati attendibili.

Ogni lotto era formato da un cumulo di letame del peso di circa Kg. 30. Si fecero le 5 seguenti serie di esperimenti.

### I<sup>a</sup> SERIE.

Il letame venne trattato con polveri di  $\text{CaCN}_2$  mescolata con uguale peso di polvere di strada e sparsa sul letame facendo con questo successivi strati sovrapposti, ciascuno dei quali veniva cosparso di polvere e

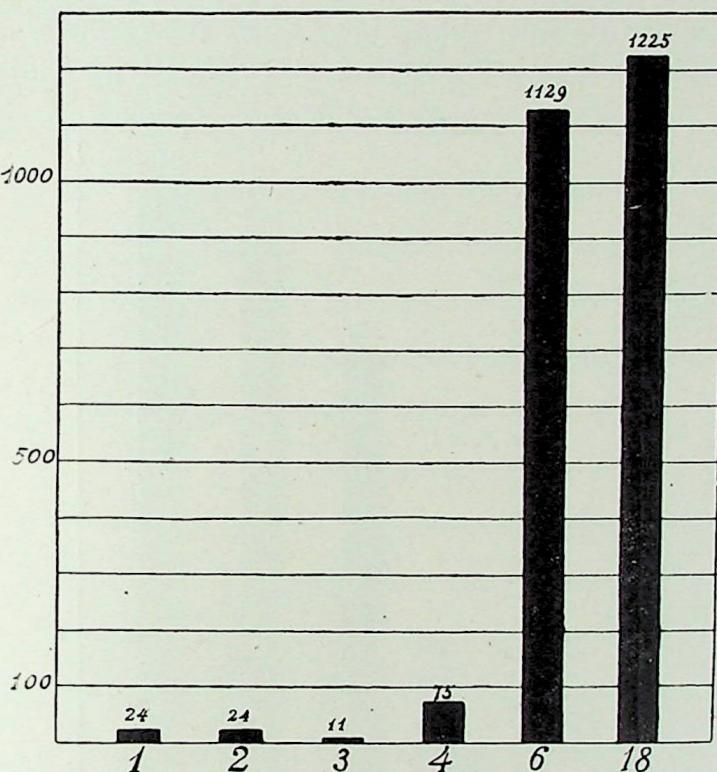


Fig. 1 Diagramma dello sviluppo numerico totale delle mosche nella Serie I (trattamento con  $\text{CaCN}_2$  in polvere lotti 1, 2, 3, 4) e controlli (lotti 6 e 18), nei 25 giorni dell'esperimento.

In questo e nei successivi diagrammi i numeri al piede delle strisce nere indicano i lotti, quelli alla sommità il totale delle mosche.

poi irrigato con acqua in modo da essere sicuri che la soluzione che si formava permeava bene la massa.

La serie comprendeva quattro lotti:

*Lotto 1:*  $\text{CaCN}_2$  venne aggiunta in proporzione del 9,3% in peso rispetto al letame;

*Lotto 2:*  $\text{CaCN}_2$  venne aggiunta in proporzione del 5,6% in peso rispetto al letame;

*Lotto 3:*  $\text{CaCN}_2$  venne aggiunta in proporzione del 2,7% in peso rispetto al letame.

*Lotto 4:*  $\text{CaCN}_2$  venne aggiunta in proporzione del 0,9% in peso rispetto al letame.

I risultati per questa serie sono rappresentati nel diagramma di fig. 1.

### II<sup>a</sup> SERIE.

Si sono sperimentate soluzioni di  $\text{CaCN}_2$  decantate e a diverso titolo, avendo di mira di distribuire nel cumulo di letame di peso deter-

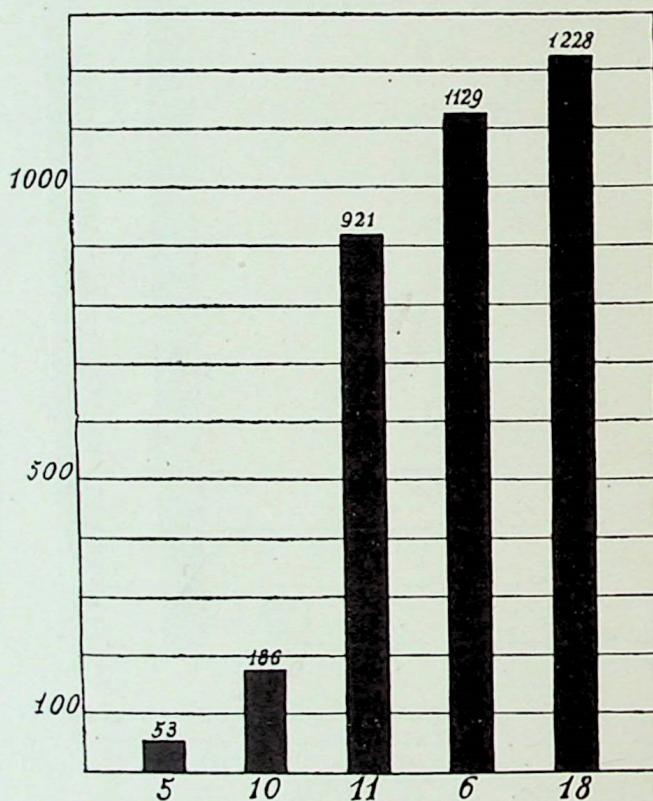


Fig. 2 - Diagramma dello sviluppo numerico totale delle mosche nella Serie II (irrorazioni con soluzioni, lotti 5, 10, 11) e controlli (lotti 6 e 18) nei 25 giorni dell'esperimento.

minato quantità di  $\text{CaCN}_2$  che stessero nelle proporzioni percentuali sottoindicate.

*Lotto 5* — Kg. 30 di letame disposti in tre strati, irrorati una sola volta con soluzione al 10% di  $\text{CaCN}_2$ , data in tale quantità da apportare al letame circa 1,2% in peso di  $\text{CaCN}_2$ .

*Lotto 10* — Kg. 30 circa di letame, disposti in tre strati irrorati una sola volta con soluzione di  $\text{CaCN}_2$  al 4,5%, data in tale quantità da apportare al letame lo 0,5% circa in peso di  $\text{CaCN}_2$ .

*Lotto 11* — Kg. 30 circa di letame disposti in tre strati irrorati con soluzione al 2,2% di  $\text{CaCN}_2$ , data in quantità tale da apportare al letame circa il 0,28% di  $\text{CaCN}_2$ . I risultati sono espressi nel diagramma di figura 2.

### III<sup>a</sup> SERIE.

Si fecero irrorazioni di soluzioni di  $\text{CaCN}_2$  in diversi titoli e con precipitazione di  $\text{CaCO}_3$ . I lotti furono:

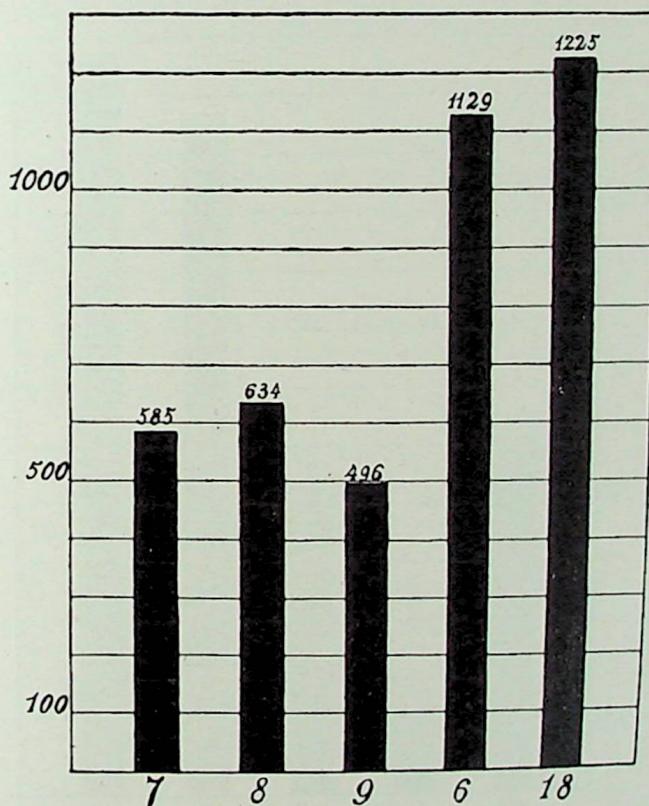


Fig. 3 - Diagramma dello sviluppo numerico totale delle mosche nella Serie III (irrorazioni con soluzioni dopo precipitato il  $\text{CaCO}_3$ , lotti 7, 8, 9) e controlli (lotti 6 e 18) nei 25 giorni dell'esperimento.

*Lotto 7* — Kg. 30 circa di letame disposto in tre strati irrorati con soluzione 10% di  $\text{CaCN}_2$ , in tale quantità da apportare al letame circa l'1% in peso di  $\text{CaCN}_2$ .

*Lotto 8* — Circa 32 Kg. di letame, disposto in tre strati irrorati con soluzione 10% di  $\text{CaCN}_2$ , in tale quantità da apportare al letame circa 0,5% di  $\text{CaCN}_2$  in peso.

*Lotto 9* — Circa 30 Kg. di letame, disposto in 3 strati, irrorati con soluzione al 2% circa di  $\text{CaCN}_2$ , in modo da apportare al letame lo 0,25 per cento di  $\text{CaCN}_2$  in peso. I risultati sono espressi nel diagramma di figura 3.

#### IV<sup>a</sup> SERIE.

Fu fatta irrorando cumuli di letame ottenuti come nelle altre serie, sovrapponendo 3 strati, irrorando ciascuno strato con soluzioni di determinato titolo di  $\text{CaCN}_2$ , ripetendo dopo 8 giorni l'irrorazione, ma sul cumulo intero.

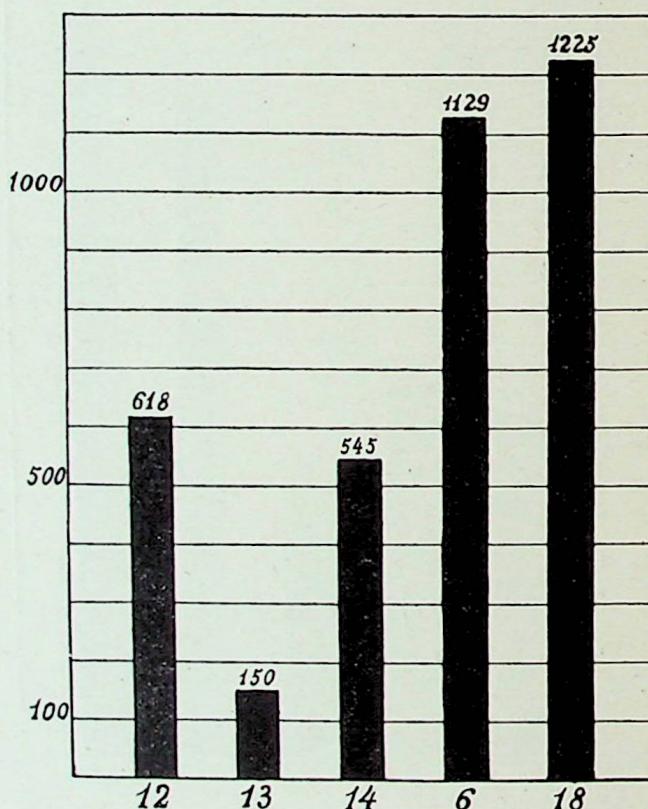


Fig. 4 - Diagramma dello sviluppo numerico totale delle mosche nella Serie IV (irrorazione ripetuta una 2.a volta, lotti 12, 13, 14) e controlli (lotti 6 e 18) nei 25 giorni dell'esperimento.

I lotti furono:

*Lotto 12* — Circa 34 Kg. di letame disposto in 3 strati irrorati la prima volta singolarmente, irrorato l'intero cumulo soltanto in super-

sie una seconda volta dopo 8 giorni, con soluzione all'8% di  $\text{CaCN}_2$  in modo da aggiungere al letame l'1% circa di  $\text{CaCN}_2$  in peso per ogni irrorazione.

*Lotto 13* — Circa 31 Kg. di letame vennero disposti in 3 strati irrorati con soluzione di  $\text{CaCN}_2$  all'8,5%, data in quantità tale da apportare al letame lo 0,5% in peso di  $\text{CaCN}_2$ ; a 8 giorni di distanza nuova irrorazione sul cumulo intero, somministrando altrettanto quantitativo di  $\text{CaCN}_2$ .

*Lotto 14* — Circa 32 Kg. di letame vennero disposti in 3 strati irrorati con soluzione di  $\text{CaCN}_2$  al 2%, in tale quantità da apportare al letame lo 0,25% in peso di  $\text{CaCN}_2$ ; si ripetè l'irrorazione 8 giorni dopo sul cumulo intero, apportando altrettanto quantitativo di  $\text{CaCN}_2$ .

I risultati della IV serie sono espressi dal diagramma di fig. 4.

#### V<sup>a</sup> SERIE.

Fu fatta irrorando cumuli interi di letame, senza disporre il letame a strati.

I lotti furono:

*Lotto 15* — Circa 34 Kg. di letame disposto a cumulo vennero irrorati con soluzione di  $\text{CaCN}_2$  all'8,5%, in quantità tale da apportare al letame lo 0,6% di  $\text{CaCN}_2$  in peso.

*Lotto 16* — Circa 32 Kg. di letame disposto a cumulo vennero irrorati con una soluzione di  $\text{CaCN}_2$  al 4,25% in modo da apportare al letame lo 0,4% in peso di  $\text{CaCN}_2$ .

*Lotto 17* — Circa 34 Kg. di letame disposto a cumulo vennero irrorati con una soluzione di  $\text{CaCN}_2$  al 2,3%, in tale quantità da apportare al letame circa 0,22% in peso di  $\text{CaCN}_2$ .

I risultati della V serie sono espressi dal diagramma di fig. 5.

#### CONTROLLI.

*Lotto 6* — Circa 30 Kg. di letame disposto a strati, irrorando ciascuno strato con acqua di fonte.

*Lotto 18* — Circa 30 Kg. di letame, senza alcuna aggiunta di acqua.

**OSSERVAZIONE.** — I lotti 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, vennero fatti nel pomeriggio di una giornata piovosissima, cosicchè il letame, predisposto in un grande mucchio all'aperto, era assai dilavato e sgocciolava.

lante. Le soluzioni di  $\text{CaCN}_2$  subirono quindi inevitabilmente una forte diluizione. Invece i lotti dall'1 al 10 furono fatti col tempo asciutto e le soluzioni non subirono quindi diluizione apprezzabile.

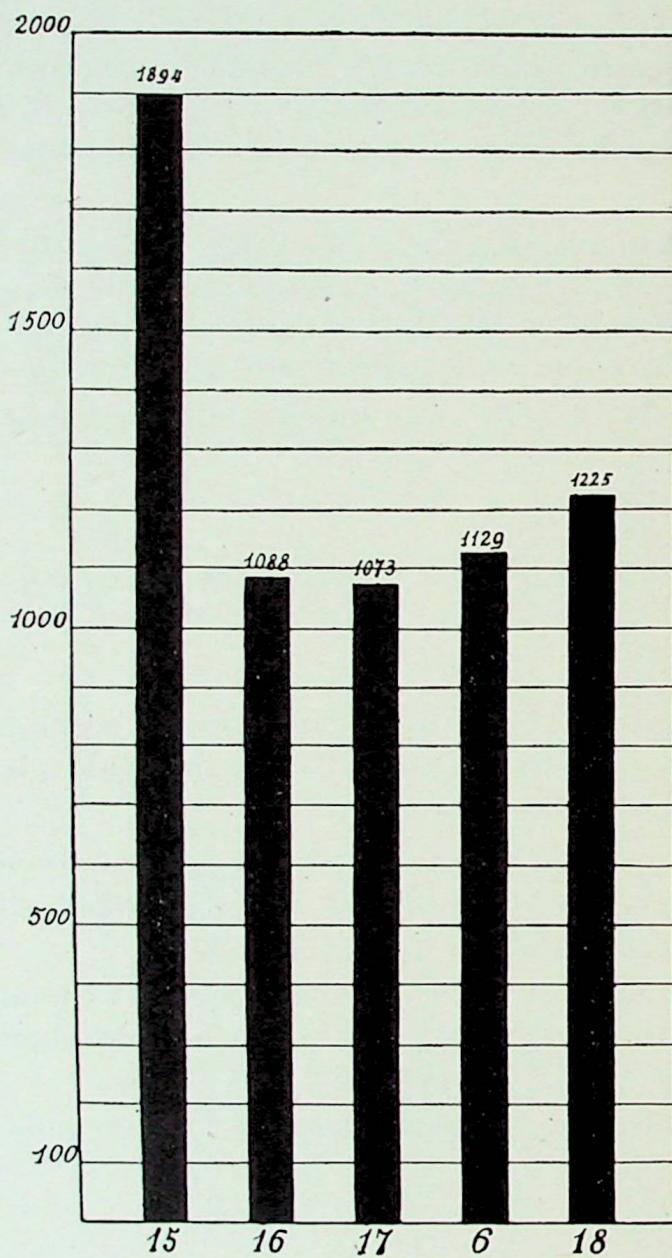


Fig. 5 - Diagramma dello sviluppo numerico totale delle mosche nella Serie V (irrorazione su cumulo intero, lotti 15, 16 e 17) e controlli (lotti 6 e 18) nei 25 giorni dell'esperimento.

Le quantità di  $\text{CaCN}_2$  apportate al letame, tranne i primi 3 lotti, furono tenute molto basse perchè, avendo accertato che la soluzione di  $\text{CaCN}_2$  agiva per ingestione, ero convinto che l'effetto positivo degli

esperimenti non dipendesse tanto dalla quantità totale di  $\text{CaCN}_2$  somministrata, quanto dal modo con cui essa si somministra. Infatti, dal lotto 4 al lotto 17 la quantità massima in peso di  $\text{CaCN}_2$  somministrata al letame è stata dell'1,2%. È facile osservare che il lotto 4 e il lotto 1, l'uno con  $\text{CaCN}_2$  al 9‰, l'altro al 9‰, hanno dato risultati agrariamente non molto discordanti; e per converso, il lotto 5, che ebbe con irrorazione l'1,2%, e il lotto 1, con  $\text{CaCN}_2$  in polvere al 9%, hanno dato risultati praticamente concordanti. Gli esperimenti hanno dimostrato che risultati ottimi si ottengono con trattamenti fatti somministrando  $\text{CaCN}_2$  in polvere asciutta mescolata ad ugual peso di polvere di strada e distribuendola in aliquote proporzionali su strati successivi dei cumuli di letame (lotti 1, 2, 3, 4).

Si è dimostrato ottimo anche il trattamento del letame, strato per strato, con irrorazione una sola volta con soluzione di  $\text{CaCN}_2$  che aggiunga l'1,2% rispetto al peso del letame (Lotto 5).

In tutti questi 5 lotti sono infatti sopravvissute percentuali di mosche praticamente trascurabili, come mostra con tutta evidenza il confronto di questi lotti coi controlli.

Nessuno può dubitare che le inevitabili differenze del numero di larve in partenza possano avere alterato il risultato, perchè la grande ricchezza in larve nel letame di tutti i lotti, oltre ad essere stata constatata in partenza, è altresì dimostrata dalla fuga di 231 larve dai primi quattro lotti in poche ore.

Risultato parziale si è avuto con la soluzione apportante al letame 0,5% in peso di  $\text{CaCN}_2$  (lotti 10 e 13).

Un effetto limitante hanno certamente esercitato i trattamenti dei lotti 7, 8, 9, 12, 14, malgrado le forti diluizioni delle soluzioni.

Risultati negativi si ebbero coi trattamenti su cumuli interi di letame fatti con irrorazioni di soluzioni aggiungenti al letame 0,6, 0,4, 0,2% di  $\text{CaCN}_2$  a cui si è aggiunto una ulteriore imprecisabile diluizione per la pioggia, come sulle concimaie normalmente avviene.

**CONCLUSIONI.** — Dal confronto del numero delle mosche sviluppatesi nei diversi lotti trattati con quelle sviluppatesi dai lotti di controllo, e tenendo conto di tutte le circostanze inerenti allo svolgimento di questi miei esperimenti e delle reali condizioni ed esigenze dell'ambiente agrario al quale sono destinate le pratiche applicazioni di questi reperti, si traggono le conclusioni seguenti:

1º) - È sperimentalmente dimostrato che anche una materia così eterogenea come il letame si può disinfestare dalla mosca domestica me-

diante la calciocianamide, in misura tale che agrariamente può dirsi completa.

2º) - Grande differenza di risultati può ottenersi a seconda del modo di somministrazione della calciocianamide sul letame. Il metodo principe risulta essere quello della  $CaCN_2$  in polvere, mescolata con ugual peso di polveri inerti, e subito irrorata con acqua di fonte fino ad imbibizione della massa del letame, evitando l'eccesso portante allo sgocciolamento.

Anche la somministrazione di  $CaCN_2$  in soluzione si dimostra efficacissima, purchè non intervenga ulteriore dilavamento dovuto a piogge a breve scadenza.

3º) - Entrambi i metodi sono efficaci soltanto a condizione che le somministrazioni siano fatte su singoli strati sovrapposti di letame di non oltre 15-20 cm. di spessore, mentre risultano del tutto inefficaci se siano fatte unicamente sulla superficie del mucchio, evidentemente perchè una notevole massa centrale del mucchio rimane esente dal trattamento; e proprio in tale massa profonda ho ripetutamente constatato che le larve di mosca si rifugiano e si concentrano, abbandonando lo strato superficiale.

4º) - Le dosi di  $CaCN_2$  per raggiungere un risultato agrariamente completo, riferite sempre al quantitativo in peso del letame da trattare, stanno fra 1 e 1,5% rispetto a tale peso.

5º) - Deve notarsi che la sovrapposizione di strati con irrorazione d'acqua sulle polveri o di soluzioni strato per strato nella presente sperimentazione è stata fatta soltanto in partenza, non potendosi disfare nuovamente i cumuli sotto le gabbie. Perciò soltanto i cumuli dei lotti 12, 13, 14 hanno avuto un parziale ulteriore apporto di  $CaCN_2$  e  $H_2O$ , mentre molti altri mucchi si disseccarono notevolmente, specialmente quelli trattati con polvere.

Cosicchè è presumibile che per la maggior parte dei lotti nei quali la  $CaCN_2$  ha dimostrato i suoi effetti disinfestanti o limitanti, l'azione sia da attribuirsi soltanto all'effetto immediato ottenuto nei primi giorni che hanno seguito i trattamenti. Ma nell'ambiente agrario, sulla concimaria, non mancheranno gli apporti quotidiani di  $CaCN_2$  distribuita sullo strato di letame della giornata, e di acqua. E da ciò conseguirà un effetto ancora più perfetto di quello da me osservato, perchè il nuovo apporto di sostanza attiva completa l'azione anche in profondità, col colpire individui sfuggiti all'azione delle precedenti somministrazioni.

### III. - Azione insetticida della calciocianamide sulle mosche adulte.

Assodato che la  $\text{CaCN}_2$  agisce in soluzione e per ingestione, pensai che essa doveva riuscire tossica anche per le mosche adulte, e dimostrarsi cioè — opportunamente mescolato con sostanze attrattive — un buon moschicida.

Il 18 settembre montai un esperimento risultante di tre lotti; ciascuno di questi era formato da 20 mosche nate da letame normale, introdotte in gabbie di garza entro le quali si posero dei cristallizzatori contenenti fichi freschi aperti e spappolati:

lotto A - I fichi vennero irrorati con soluzione al 10% di  $\text{CaCN}_2$  in acqua;

lotto B - I fichi vennero irrorati con soluzione al 5% di  $\text{CaCN}_2$  in acqua;

lotto C - Controllo - I fichi vennero irrorati con acqua di fonte.

Il giorno 22 *tutte le mosche nella gabbia B erano morte, mentre tutte le 20 mosche del controllo erano vive*; anche questo risultato è dunque stato pienamente positivo.

Delle 20 mosche del lotto A, dopo 5 giorni erano morte 7. Il motivo per cui la soluzione più concentrata di  $\text{CaCN}_2$  sembra meno efficace di quella più diluita consiste probabilmente nel fatto che essa è meno appetita dalle mosche, molte delle quali sfuggono l'esca avvelenata.

Una seconda serie di esperienze fu fatta somministrando alle mosche adulte miscele di melassa diluita col 90% di acqua, con aggiunta di  $\text{CaCN}_2$  in percentuali varie, e cioè: 3%, 2%, 1%, 0,3%, 0,1%; e si aggiunse un lotto di controllo di sola melassa diluita. Ogni lotto risultò di 10 mosche, nate da letame normale, chiuse in altrettante gabbiette di garza. Per evitare che le mosche annegassero nel liquido, se ne fecero imbevere grossi batuffoli di cotone, che le mosche succhiarono. I risultati alla fine del 3° giorno furono i seguenti:

Lotto 3%: tutte morte

» 2%: » »

» 1%: » »

» 0,3%: due morte e 8 sopravvissute

» 0,1%: tutte vive

Controllo: » »

Oggi 2 ottobre, ottavo giorno dall'inizio dell'esperimento le mosche del lotto di controllo sono ancora tutte vive, ciò che dimostra che la morte naturale non è ancora sopravvenuta; nel lotto al 0,3% le 8 mosche sopravvivono ancora, e nel lotto a 0,1% una sola mosca è morta.

**CONCLUSIONE** — *La calciocianamide mescolata con sostanze attrattive in percentuale non inferiore all'1%, è un efficacissimo moschicida anche per le mosche adulte.*

\* \* \*

*A nessuno può sfuggire che l'importanza e le possibili applicazioni dei reperti qui messi in luce vanno molto al di là della semplice disinfezione delle concime e della lotta contro le mosche, ma potranno estendersi largamente a sperimentazioni di lotta contro numerosi nemici delle piante coltivate.*

Finito di stampare il 5 ottobre 1938 - XVI

Inviato agli Istituti Scientifici il 6 ottobre 1938 - XVI

