

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCV.

1908

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XVII.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1908

Agronomia e Chimica agraria — Intorno ai vecchi ed ai nuovi concimi azotati: calciocianamide, nitrato di calcio, solfato ammonico e nitrato di sodio. Nota del dott. VITTORIO NAZARI, presentata dal Socio E. PIROTTA.

Intorno all'uso della calciocianamide e del nitrato di calcio sono state fatte e si continuano numerosissime esperienze. Da tempo si conosceva l'influenza dell'azoto nitrico quando è unito al calcio, e le nuove ricerche, posteriori al trovato dei norvegesi Birkeland ed Heyde, non hanno avuto e non potranno avere altro compito essenziale, che quello di determinare, per mezzo di esperienze (particolarmente di campo), quale valore devesi attribuire all'unità di azoto contenuto nel nitrato di calcio, in confronto a quello del nitrato di sodio. La calciocianamide, invece, ha costituito e costituisce tuttora oggetto di interessanti e numerose prove. Infatti, sin dai primi studi eseguiti sulla azione dell'azoto contenuto nella cianamide, si è assodato che esso non è direttamente assimilabile dai vegetali; che, anzi, malgrado alcune prove in contrario, è indubbia un'azione venefica della cianamide stessa, esercitantesi sui tessuti delle piante. Ond'è che rendesi necessario che la cianamide si trasformi nel suolo e, sino a tal punto, da poter costituire una sorgente di azoto utilizzabile dalle coltivazioni.

Ora, quantunque parecchi sperimentatori si siano occupati, durante questi ultimi anni, a ricercare quali trasformazioni la calciocianamide è capace di subire nel suolo, si sa assai poco di preciso al riguardo.

Le difficoltà originano, specialmente, dal fatto che si tratta di sostanze di aggruppamento molecolare tale da risentire fortemente, non solo l'influenza degli agenti chimici che nel terreno spiegano la loro azione, ma anche, e più, quella degli agenti biologici. E siccome, quando entrano in azione le fermentazioni, quando cioè si ha a che fare con organismi viventi, debbonsi tenere presenti tutte quelle condizioni di ambiente le quali possono far variare l'attività delle cellule vitali, le questioni che si riferiscono alla trasformazione della calciocianamide diventano complesse e, pertanto, meritevoli di ulteriori ricerche. Si aggiunga che, sin da quando la Società che si occupa della fabbricazione della cianamide mise in vendita il suo prodotto, oltrechè gli scienziati, si occuparono di sperimentarlo anche molti agricoltori più o meno istruiti. Ne derivarono giudizi contraddittori sulla efficacia del nuovo concime, giacchè, come abbiamo detto, la cianamide è sostanza la quale, essendo subordinata all'attività dei fermenti che vivono nel suolo, presenta, nei suoi effetti sulle piante, variazioni notevolissime da caso a caso. Ne consegue che tutte quelle esperienze, nelle quali non si tenga conto delle singole condizioni in cui esse sono state condotte, anzi che a favorire l'uso del nuovo concime, aumen-

tando le discordanze di opinioni, già assai numerose, non riescono che ad ingarbugliare sempre più la questione e ad intralciare, poco o molto, il lavoro di coloro i quali, mentre possiedono l'attitudine a sperimentare e non mirano se non alla ricerca del vero, tendono a stabilire tutte le condizioni dalle quali si può, in pratica, trarre il massimo beneficio possibile dall'uso della cianamide di calcio.

Molte sono le cause, che possono far variare il coefficiente di utilizzazione dell'azoto della calciocianamide, ma le principali sono le seguenti:

- a) natura del terreno;
- b) clima, specialmente in riguardo alle condizioni pluviometriche;
- c) tempo e modo di somministrazione del concime.

La natura del suolo spiega una influenza assai notevole: ciò è stato facile stabilire dal momento che, se da una parte le ricerche di Löhnis, di Ashby e di Kappen, assodarono che la cianamide di calcio vien trasformata principalmente dai microrganismi del suolo, dall'altra era noto quanta influenza avessero su tutte le fermentazioni, la maggiore o minore compattezza del terreno, la ricchezza in materia organica, tutte le proprietà fisiche e chimiche e, in special modo, il potere assorbente.

Il grado di umidità del terreno ha ancora grande importanza, poichè in esso hanno vita i microrganismi di fermentazione. La temperatura, oltre certi limiti, può riuscir dannosa, giacchè è noto come, tra le condizioni che inducono la polimerizzazione della cianamide in dicianodiamide, vi è quella di un riscaldamento a circa 40°.

Queste le principali questioni concernenti l'uso del nuovo concime. Ma hanno ancora importanza per la sua efficacia: la reazione dei concimi con i quali si associa; la possibilità di usare, nelle concimazioni, delle mescolanze di cianamide e di perfosfato, di cianamide e scorie, e così via; la convenienza di accompagnare il nuovo concime con una somministrazione di una certa quantità di letame, atto a favorire l'iniziarsi e lo svolgersi delle non poche trasformazioni che la cianamide deve compiere prima di venire utilizzata dalle piante.

Non staremo a ripetere, infine, ciò che riguardo al tempo e al modo di somministrare la cianamide si è detto e si è stabilito. Quello che occorre tener presente in proposito, è che molte controversie esistono ancora, e che perciò si rendono necessarie nuove esperienze.

A) *Influenza del contenuto del terreno in materia organica, sull'azione concimante della calciocianamide.*

Già alcuni sperimentatori, in diverse prove colturali, hanno potuto accertare che la calciocianamide riesce di maggiore utilità quando, contemporaneamente ad essa, venga somministrata al suolo una certa quantità di stallatico. Tale benefica influenza deve spiegarsi col fatto che i microrganismi

preposti alla trasformazione della cianamide, trovando nel terreno abbondante ed ottimo substrato nella materia organica del letame, spiegano una maggiore attività e conducono, in ultima analisi, ad una più rapida e più completa ammonificazione e nitrificazione dell'azoto della calciocianamide.

Ora, con le esperienze che noi abbiamo creduto opportuno istituire in proposito, ci siamo proposti di ottenere, anzitutto, una conferma dei fatti osservati da Haselhoff e da Hardt, ed anche di determinare sino a qual punto la quantità di materia organica somministrata, può esercitare detta influenza benefica.

Si sono scelte dieci aiuole di terreno sabbio-calcareo, della estensione di 100 mq. ognuna; di esse, due non hanno ricevuto stallatico, le altre otto ne hanno ricevuto le quantità indicate nella tabella che facciamo seguire.

La calciocianamide è stata somministrata a tutte le aiuole nella proporzione di ql. 2 per ettaro, spargendola sullo stallatico e sotterrandola insieme a questo, con unico lavoro di vangatura, a 25 centimetri circa di profondità.

La semina del frumento, a righe, distanti fra loro 20 centimetri circa, venne eseguita dopo 13 giorni dal detto lavoro di vangatura.

Per brevità non accenniamo ai lavori di coltivazione successivi, quali le scerbature, la mietitura, la trebbiatura, ecc. Si fa notare, peraltro, che detti lavori furono eseguiti in modo identico per tutte le aiuole.

QUANTITÀ di letame per Ha	PRODOTTO PER AIUOLA DI MQ. 100					
	Con calciocianamide			Senza calciocianamide		
	Totale Kg.	Semi Kg.	Paglia e pule (per differenza) Kg.	Totale Kg.	Semi Kg.	Paglia e pule (per differenza) Kg.
0	40,2	13,5	26,7	30,0	9,3	20,7
100	49,5	17,9	31,6	38,1	12,5	25,6
300	72,5	22,7	49,8	56,9	16,8	40,1
600	87,3	25,0	62,3	68,7	20,2	48,5
1000	90,5	27,2	53,3	71,4	17,4	54,0

Tali risultati inducono a far pensare come veramente proficua possa riuscire la presenza di materia organica, nelle concimazioni con la calciocianamide. Essi confermano le osservazioni dei suaccennati sperimentatori e mostrano, per di più, come influisca la quantità del letame.

Invero, mentre i prodotti sono stati tanto più alti quanto maggiore è stata la quantità dello stallatico, gli aumenti si sono verificati in molto maggiore misura nelle aiuole concimate con calciocianamide anziché, nelle

altre non concimate; il che val quanto dire che, quanto maggiore è stata la quantità di materia organica che la cianamide ha trovato nel terreno, e tanto più grande è stata la utilizzazione dell'azoto in essa contenuto.

Nelle esperienze degli anni venturi, cercheremo di paragonare gli effetti del sovescio a quelli dello stallatico. Abbiamo ragione di supporre che col primo, anzi che col secondo, si debbano avere migliori risultati stante che il letame deve essere, in genere, meno atto del sovescio, a favorire lo sviluppo dei piccoli organismi, ai quali devesi la trasformazione e la mineralizzazione dell'azoto della calciocianamide.

B) *Sulla profondità alla quale conviene sotterrare la calciocianamide.*

A queste esperienze abbiamo destinato sei aiuole di mq. 100 ognuna, tre delle quali poste in un appezzamento a terreno sabbio-calcare e tre in terreno argillo-calcare.

La quantità di concime somministrato è stata, anche in questo caso, in ragione di due quintali per ettaro.

Il sotterramento della calciocianamide fu dovunque eseguito 10 giorni prima della semina, alla profondità di centimetri 5 in un caso, di centimetri 20 in un altro, di centimetri 35 nel terzo.

Le variazioni eventuali dei risultati che saremmo stati per ottenere in tali condizioni, però, non si sarebbero potute attribuire solamente alla influenza della profondità alla quale era stato sotterrato il concime mentre si sarebbe potuto obiettare che in quei casi in cui il sotterramento si era eseguito superficialmente, il terreno era stato più scarsamente lavorato e quindi reso meno atto a fornire un buon prodotto. Per eliminare quindi tale causa di irregolarità delle esperienze, siamo ricorsi al seguente espediente. Prima di spargere il concime e di eseguire i detti lavori di sotterramento, abbiamo fatto subire alle aiuole tre vangature successive, accuratamente eseguite, per mezzo delle quali si venne ad operare un perfetto rivolgimento e rimescolamento della terra per uno spessore di circa 30 centimetri, tale da far ritenere pressochè uniforme in tutti i suoi punti il terreno di detto strato.

In queste condizioni potemmo esser sicuri che un lavoro immediatamente successivo, diversamente profondo da aiuola ad aiuola, non avrebbe condotto ad alcuna variazione di risultati, se non a quella che, eventualmente, sarebbe dipesa dalla profondità, diversa da caso a caso, alla quale il concime si era sotterrato.

La pianta scelta per queste prove è stato il frumento marzuolo.

Tralasciamo, anche a proposito di queste esperienze, di accennare ai lavori colturali e a quelli di raccolta, i quali tutti furono identici per le sei aiuole. Indichiamo, senz'altro, i prodotti ottenuti:

N. delle aiuole	Profondità alla quale venne interrata la calciocianamide	SU TERRENO SABBIO-CALCARE			SU TERRENO ARGILLO-CALCARE		
		Prodotto			Prodotto		
		Totale	Semi	Paglia e pula (per differ.)	Totale	Semi	Paglia e pula (per differ.)
1-4	cm. 5 . . .	39,5	14,8	24,7	46,0	18,0	28,0
2-5	" 10 . . .	48,3	18,1	30,2	59,0	20,9	38,1
3-6	" 35 . . .	42,4	16,8	25,6	52,4	19,0	33,4

Differenze relativamente piccole si notano fra i risultati ottenuti nel terreno sabbioso e quelli forniti dall'argilloso. Questo fatto non coincide con quanto *a priori* si sarebbe potuto credere, anche perchè un ben diverso comportamento ha la calciocianamide nei singoli tipi di terreno, specialmente quando si tratta, come nel caso nostro, di paragonare un terreno sabbioso ad uno argilloso. Nessuna deduzione, però, da ciò si può trarre, che intacchi lo spirito informatore delle presenti esperienze, poichè differenze sensibilissime si sono avute nei prodotti delle parcelle, a seconda della profondità alla quale il concime era stato sotterrato.

I migliori risultati sono stati dati dal sotterramento a 20 centimetri; i peggiori dal sotterramento più superficiale.

Ora, quanto fino ad oggi è noto circa le trasformazioni che subisce la calciocianamide nel terreno, ci fornisce le ragioni atte a spiegare i fatti da noi accertati.

L'azoto della cianamide di calcio, trascorso un periodo di tempo più o meno breve, dopo il suo spargimento, trasformasi in ammoniaca, ed è sotto questa forma che vien trattenuto dal terreno. Posto ciò, se, come è il caso delle nostre aiuole 1 e 4 il concime trovasi incorporato ad un piccolo strato di terreno superficiale, ci sembra non si possa dubitare che delle perdite di ammoniaca (sotto tale forma, oppure sotto quella di carbonato ammonico), possano verificarsi. Che se, per contrario, la produzione di tale ammoniaca fosse avvenuta in seno ad un sufficiente volume di terreno, l'alcali man mano liberantesi, non sarebbe potuto pervenire alla superficie del suolo e disperdersi, senza attraversare un maggiore strato di terra, la quale, pel suo potere assorbente, l'avrebbe trattenuto.

Ma oltre a ciò, qualche altra causa ha dovuto determinare le accennate differenze nei nostri risultati. Com'è noto, la calciocianamide, per azione dell'acqua, si sdoppia in cianamide e idrato di calcio: la cianamide poi, se si trova in soluzione sufficientemente diluita, subisce quelle trasformazioni operate da microrganismi, le quali fanno passare il suo azoto allo stato

ammoniacale; mentre, se la soluzione che la contiene è relativamente concentrata, può aver luogo la formazione di dicianodiamide, sostanza la quale è eminentemente velenosa per le piante secondo alcuni, e che, ad ogni modo, a queste ultime non è utile. Ora, nelle aiuole 1 e 4, dove, cioè, il sotterramento troppo superficiale del concime ha posto questo in uno strato di terreno poco umido, abbiamo ragione di dubitare che il fatto accennato della formazione di dicianodiamide si sia potuto verificare; tanto più che, dopo eseguito il sotterramento, per ben otto giorni non è caduta alcuna pioggia, e perciò il terreno, già poco umido, si è reso ancora più asciutto. Che l'interramento, infine, alla massima profondità (35 centimetri), sia riuscito meno efficace di quello medio (20 centimetri), ci sembra si possa spiegare: in primo luogo, col fatto che il concime interrato troppo profondamente ha potuto subire delle perdite in cianamide (la quale è molto solubile in acqua), perdite più notevoli di quelle che, eventualmente, si sono verificate nelle aiuole 2 e 5; e, in secondo luogo, con le maggiori perdite che poteronsi verificare anche per l'azoto nitrico, a suo tempo prodottosi a spese dell'azoto della cianamide.

Infine è da tener presente che, trattandosi di un concime il quale, per rendersi utile alle piante, deve necessariamente subire trasformazioni operate da agenti organizzati viventi, un interramento troppo profondo è da ritenersi, in genere, dannoso, se non al coefficiente di utilizzazione del concime stesso, almeno alla prontezza della sua efficacia.

C) Influenza di alcuni concimi fosfatici, potassici e calcari, sull'azione concimante della calciocianamide.

Il quesito che ci siamo proposti di risolvere con queste altre esperienze, è stato quello di determinare, per alcune coltivazioni, per questo primo anno pel frumento, se e come varia la utilità di una concimazione azotata fatta con calciocianamide, a seconda che con essa si associa una concimazione fosfatica di scorie, di perfosfati minerali o di perfosfati d'ossa; con una concimazione potassica di solfato potassico o di leucite; ovvero con una somministrazione di calce o di gesso.

Riteniamo superfluo far rilevare di quanta importanza sia tale argomento, poichè è noto quale differenza di comportamento abbia l'uno di tali concimi di fronte ad un altro della stessa categoria, sia per la diversa composizione chimica, sia per la differente suscettibilità a subire trasformazioni chimiche e chimico-biologiche. Gli studi del Janusensky sulla influenza della reazione del suolo e dei concimi ai quali si associa la calciocianamide, riguardano per l'appunto gran parte dell'argomento che con queste esperienze colturali abbiamo impreso a trattare; e i risultati ottenuti da questo studioso giapponese, sono tali da incoraggiare la istituzione di estesi saggi di coltivazione, aventi di mira la ricerca di quest'altra causa di variazione dei prodotti, la reazione, cioè, del suolo e dei concimi in genere.

Per queste prove, che ci proponiamo di ripetere per vari anni consecutivi, abbiamo scelto un appezzamento posto su di una parte del campo a suolo argilloso.

Nella tabella che facciamo seguire, vennero raccolti quei dati che sono necessari od utili, alla interpretazione dei risultati conseguiti.

Le cure di coltivazione furono identiche a quelle prodigate per le precedenti esperienze.

Numero delle aiuole	CONCIMI: LORO QUALITA' E QUANTITA' PER ETTARO									PRODOTTI DI OGNI AIUOLA		
	Calcio- ciana- mide alla semina	Perfo- sfato d'ossa	Perfo- sfato minerale	Scorie Thomas	Solfato potassico	Leucite	Cloruro potassico	Gesso	Calce	Totale	Semi	Paglia e pule (per dif- ferenza)
1	200	—	—	—	—	—	—	—	—	68,4	15,7	52,7
2	200	300	—	—	—	—	—	—	—	87,2	18,9	68,3
3	200	—	300	—	—	—	—	—	—	82,0	18,8	63,2
4	200	—	—	300	—	—	—	—	—	78,7	16,2	62,5
5	200	—	—	—	100	—	—	—	—	92,0	19,4	72,6
6	200	—	—	—	—	400	—	—	—	98,3	21,1	77,2
7	200	—	—	—	—	—	80	—	—	73,5	17,0	56,5
8	200	—	—	—	—	—	—	400	—	73,5	16,0	57,5
9	200	—	—	—	—	—	—	—	300	76,9	17,5	59,4
10	200	300	—	—	100	—	—	—	—	89,4	24,3	65,1
11	200	—	300	—	100	—	—	—	—	88,3	22,1	66,2
12	200	—	—	300	100	—	—	—	—	79,7	23,8	55,9
13	200	300	—	—	—	400	—	—	—	80,8	20,0	60,8
14	200	—	300	—	—	400	—	—	—	84,2	18,8	65,4
15	200	—	—	300	—	400	—	—	—	83,5	19,7	63,8
16	200	—	300	—	—	—	—	400	—	78,0	15,7	63,1
17	200	—	300	—	—	—	—	—	300	90,1	16,2	73,9

Premesso che, secondo quanto abbiamo più innanzi accennato, stante la ristrettezza dello spazio disponibile, queste esperienze debbono ritenersi, per varie ragioni, non del tutto complete, e rammentato ancora una volta che i saggi colturali in piena terra, vogliono essere ripetuti parecchi anni, prima che ai risultati da essi forniti si possa dare un valore assoluto, possiamo, tuttavia, dalle prime esperienze di questo anno, trarre alcune deduzioni generali.

Delle tre concimazioni fosfatice, ha dato migliori risultati quella con perfosfato d'ossa; dei tre concimi potassici, si sono dimostrati pressochè egualmente utili la leucite e il solfato potassico e, di quelli calcici, il gesso è stato meno efficace della calce.

Ora a noi sembra che tali risultati, nel loro complesso, stiano a dimostrare che la calciocianamide si è resa maggiormente utile in quei casi in cui, le condizioni dell'ambiente suolo, si sono trovate le più favorevoli alla prosperità dei microrganismi.

Senza entrare, per ora, nei particolari, accenniamo solo al fatto che il perfosfato d'ossa deve riuscire, come concime da associarsi alla calciocianamide, più efficace di quello minerale, oltre che per altre ragioni, anche perchè contiene una certa quantità di sostanza facilmente fermentescibile, che può servire assai bene alla vitalità dei microrganismi.

Finalmente il gesso dovrebbe tornare più utile della calce, oltre che per la sua influenza sui materiali del terreno contenenti potassa insolubile, anche per l'azione stimolante che esso esercita su molte specie vegetali inferiori.

D) *Paragone fra vecchi e nuovi concimi azotati.*

Così come in alcune parti d'Italia e fuori molti si occupano di stabilire, mediante multiformi esperienze, il valore da attribuirsi all'uno o all'altro dei nuovi concimi azotati, paragonati ai vecchi, anche noi, per quel che ci è stato possibile, abbiamo iniziate alcune prove in proposito. Nelle quali prove le quantità dei concimi somministrati sono state tali, che ognuno di questi ha apportato al suolo una quantità di azoto costante: 30 chilogrammi, cioè, in ragione di un ettaro.

A tutte le aiuole inoltre si è dato del perfosfato minerale (16/18), nella quantità di 300 chilogrammi per ettaro; mentre non si è ritenuta utile, considerata la natura del terreno scelto, alcuna somministrazione di concimi potassici o calcari.

Le esperienze sono state eseguite su terreno argillo-calcareo. Il contenuto in azoto dei concimi usati è indicato dalle seguenti cifre:

Nitrato sodico	N. per %	14,80
Solfato ammonico	" "	"	19,70
Nitrato di calcio	" "	"	12,47
Calciocianamide	" "	"	15,10

Le esperienze vennero eseguite sul frumento.

I due nitrati furono sparsi in tre volte nel corso della primavera; il solfato ammonico fu dato: in un caso, tutto alla semina; in un altro, tutto in copertura; in un terzo, metà alla semina e metà in copertura. Per la calciocianamide si seguirono gli stessi periodi di somministrazione che per il solfato ammonico: soltanto si ebbe cura di somministrare la cianamide alla semina 15 giorni prima che quest'ultima venisse fatta, mentre il solfato si è sparso soltanto un giorno avanti.

Numero delle aiuole	CONCIMAZIONE AZOTATA	PRODOTTO DI OGNI AIUOLA DI MQ. 100		
		Totale	Granella	Paglia e pule (per differ.)
1	Nitrato sodico	108,0	27,5	70,5
2	" di calcio	100,0	26,8	73,2
3	Solfato ammonico: tutto alla semina	92,2	25,9	66,3
4	Solfato ammonico: 1/2 alla semina e 1/2 in copertura	112,0	32,1	79,9
5	Solfato ammonico: tutto in copertura	97,6	26,4	71,2
6	Calcio-cianamide: tutta alla semina	90,0	22,3	67,7
7	Calcio-cianamide: 1/2 alla semina e 1/2 in copertura	78,9	20,3	58,6
8	Calcio-cianamide: tutta in copertura	67,3	16,0	50,5
9	Senza azoto	59,6	15,9	33,7

Dalle cifre della tabella risulta, anzitutto, che differenze non molto grandi si sono avute con l'uso dei due nitrati e del solfato ammonico: quest'ultimo però ha dato una produzione in granella sensibilmente più alta, forse per l'andamento della stagione singolarmente favorevole.

Dei tre tempi di somministrazione scelti, pel solfato ammonico, è riuscito più efficace quello frazionato: mezzo alla semina e mezzo in copertura; per la calcio-cianamide, la somministrazione alla semina è stata la più vantaggiosa, mentre quella in copertura non ha dato luogo che ad un piccolo aumento di prodotto, in confronto all'aiuola che non ricevette alcun concime azotato.

Il cattivo risultato fornito dalla calcio-cianamide data in copertura, deve certamente attribuirsi all'andamento della stagione, che non ha favorito la trasformazione di esso concime in un tempo così breve, da potersi rendere utile alla coltivazione del frumento. Infatti, dal giorno in cui venne fatto lo spargimento della cianamide, trascorse un periodo di più di un mese senza che una sola pioggia venisse a disciogliere il concime o a diluirne le soluzioni: e abbiamo detto più innanzi quale inconveniente costituisca un periodo di siccità, per la buona riuscita di una concimazione in copertura con calcio-cianamide.

La somministrazione alla semina, invece, è riuscita quasi della stessa efficacia di quella del solfato ammoniaco, e di poco inferiore a quella dei nitrati. Il prodotto avuto nel caso dello spargimento frazionato, conferma le deduzioni che dai risultati ottenuti negli altri due casi si sono tratte: si è avuta, cioè, una mediocre utilizzazione dell'azoto del concime (1).

(1) Queste esperienze vennero eseguite nel Campo sperimentale del Presidio di Roma.