

## MAP - FOSFATO MONOAMMONICO

### PROVE DI MISCIBILITÀ TRA FERTILIZZANTI AD ALTO TITOLO PER SOMMINISTRAZIONI FERTIRRIGUE E AEREE

#### INTRODUZIONE

Il MAP (fosfato monoammonico 12-61) è fertilizzante ad elevato tenore in P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> altamente solubile in acqua e per questo utilizzato per l'apporto e la rapida assimilazione fosfatica, tanto per fertirrigazione quanto per via fogliare (irrorazione diretta alla chioma). Presenta tuttavia lo svantaggio di non miscibilità con alcuni prodotti, anch'essi facilmente solubili e utilizzati allo stesso modo, la cui miscelazione, all'atto o poco prima delle operazioni di fertilizzazione, agevolerebbe considerevolmente l'economicità della pratica fertirrigua e quella fogliare. Si verrebbero infatti ad eliminare doppi turni e doppi passaggi di mezzi meccanici sui campi a coltura. Uno dei maggiori fabbricanti e distributori di questo composto: Haifa Group, nella scheda tecnica ([http://www.haifa-group.com/files/Languages/Italian/Basi\\_idrosolubili/Leaflet\\_Haifa\\_MAP.pdf](http://www.haifa-group.com/files/Languages/Italian/Basi_idrosolubili/Leaflet_Haifa_MAP.pdf)) prescrive di non miscelare questo prodotto con altri contenenti magnesio o calcio.

La letteratura in materia (A. Ferrari "Trattato di chimica analitica" Patron Editore - Bologna) riporta che i composti insolubili generati in soluzione acquosa dalla reazione tra ioni fosfato e ioni calcio e magnesio sono il fosfato acido di calcio CaHPO<sub>4</sub> ed il fosfato acido di magnesio MgHPO<sub>4</sub> che danno luogo entrambi a precipitati bianchi cristallini. In presenza di ioni ammonio, come è nel nostro caso, si ha precipitazione anche di un fosfato ammonico magnesiaco esaidrato dalla formula MgHPO<sub>4</sub> x 6H<sub>2</sub>O (struvite), dall'aspetto bianco e consistenza caseosa. La insolubilizzazione e precipitazione dei composti citati è favorita da un ambiente neutro o alcalino. Dalla reazione sottoriportata si comprende come la formazione della struvite è quantitativa quando le tre specie ioniche reagenti sono in rapporto stechiometrico di 1:1:1



Ad ogni buon conto tutti i composti citati sono solubili in acidi, anche organici, di bassa forza. Tutto ciò considerato ipotizziamo, contrariamente a quanto asserito dai fabbricanti e distributori, che l'acidità indotta in soluzione dal fosfato monoammonico (pH = 4,42 alla conc. 1%) debba essere sufficiente ad impedire la formazione degli stessi.

#### SCOPO DELLA SPERIMENTAZIONE

Verificare in soluzioni preparate in laboratorio a concentrazione dell'1% per ogni specialità (concentrazione massima suggerita dal fabbricante per le irrorazioni fogliari) la miscibilità del fosfato monoammonico 12-61 con prodotti fertilizzanti a base di sali di calcio e magnesio, tanto la miscibilità binaria tra MAP e singolo elemento quanto quella ternaria tra MAP+Ca+Mg. Si è provveduto anche a mettere a confronto soluzioni di MAP senza l'aggiunta di altri fertilizzanti per saggiarne la reazione con gli ioni calcio, magnesio e ammonio naturalmente presenti nell'acqua irrigua.

#### MATERIALI E METODI

Sono stati approntati cilindri in vetro Pirex della capacità di circa 500 mL contrassegnati con lettera (Tabella 3) a cui si sono aggiunte quantità di MAP e prodotti calcici e/o magnesiaci esattamente dosate allo scopo di verificare l'effettiva formazione di precipitati insolubili e la loro consistenza. I prodotti utilizzati sono quelli in commercio i cui titoli in elementi fertilizzanti vengono specificati in Tabella 1 come da scheda tecnica del fabbricante. Le prove sono state dapprima condotte in acqua demineralizzata, successivamente in acqua di pozzo artesiano (quella normalmente utilizzata nei nostri areali), le cui caratteristiche fisiche e chimiche sono riportate in Tabella 2, provvedendo a comparare gli esiti diversi delle due prove. Per ogni saggio, tanto quelli in acqua demineralizzata quanto per quelli in acqua di pozzo, si è provveduto a saggiare la torbidità, legata alla quantità e consistenza del precipitato utilizzando allo scopo un fotometro nefelometrico (Foto 2), nonché conducibilità e pH (vedi Tabella 4)

Tabella 1 elenco e caratteristiche chimiche dei prodotti utilizzati per la sperimentazione  
(dati acquisiti dalle schede tecniche del fabbricante)

PRODOTTO COMMERCIALE	TITOLO % N-P2O5-MgO-CaO	Titolo % equivalente in elementi allo stato ionico NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ; PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ; Mg; Ca
HAIFA MAP Fosfato monoammonico	12-61-0-0	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 15,4; PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> 81,6
HAIFA MAG Nitrato di magnesio	10,5-0-15,5-0	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 0; Mg <sup>++</sup> 9,3
HAIFA CAL GG Nitrato di calcio	15,5 (di cui ammoniacale 1,1)-0- 0-26,5	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 1,4; Ca <sup>++</sup> 18,9

Tabella 2 (caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua irrigua da pozzo artesiano utilizzata per le prove)

DETERMINAZIONE	unità di misura	VALORE
pH	unità pH	7,66
Conducibilità	microS/cm	1345
TDS (calcolo)	mg/L	861
Durezza totale	°F	37,2
SAR	adimensionale	3,0
Calcio	mg/L	95,5
Magnesio	mg/L	32,5
Potassio	mg/L	134,1
Sodio	mg/L	18,2
Azoto ammoniacale (come NH <sub>4</sub> )	mg/L	5,1

Tabella 3 composizione delle soluzioni a confronto in acqua distillata e acqua irrigua da pozzo artesiano

PROGRESSIVO	IDENTIFICATIVO in acqua demineralizzata	IDENTIFICATIVO in acqua di pozzo	COMPOSIZIONE	Rapporti stechiometrici in soluzione demineralizzata NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ; PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ; Mg; Ca millimoli/L	Rapporti stechiometrici in soluzione acquosa da pozzo NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ; PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> ; Mg; Ca millimoli/L	FORMAZIONE PRECIPITATO in soluz. con acqua demineralizzata	FORMAZIONE PRECIPITATO in soluz. acquosa da pozzo
1	A	Aa	MAP 1%	85,7-85,9- 0-0	86,0-85,9- 1,3-2,4	NO	NO
2	B	Bb	MAP 1% Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 1%	85,7-85,9- 38,4-0	92,2-85,9- 39,7-2,4	NO	SI
3	C	Cc	MAP 1% Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 1%	93,5-85,9- 0-47,2	93,8-85,9- 0-49,6	NO	NO
4	D	Dd	MAP 1% Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 1% Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 1%	93,5-85,9- 38,4-47,2	101,6-85,9- 39,7-49,6	NO	SI

#### OSSERVAZIONI E COMMENTI

In acqua demineralizzata, come era da attendersi, si è notata una leggera velatura opalescente nella prova B (foto 1) (MAP 1% + Mg(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> 1%) . Nessuna formazione di composti insolubili nelle altre prove anche in quella ternaria, prova D, ove il magnesio oltre che con il fosfato era in associazione con il calcio. Si riportano i valori di pH, Conducibilità e Torbidità delle singole prove (tabella 4). Segno evidente che il pH acido delle soluzioni a diversa composizione è sufficiente (in accordo alla letteratura di settore) a tenere in soluzione

composti come  $MgHPO_4$  e  $CaHPO_4$  che a valori di pH maggiori darebbero luogo a precipitati con conseguente inefficacia fertilizzante degli stessi e possibile intasamento degli organi irriganti. Le condizioni di prova non hanno nemmeno consentito la formazione di struvite laddove era da aspettarsela (prove B e D) ove erano contemporaneamente in soluzione ioni ammonio, fosfato e magnesio.



Foto 1

Esito della prova in acqua demineral: leggera velatura in B (MAP + Mg) Nessuna formazione di precipitato da fosfati acidi o da struvite nelle prove rimanenti

Tabella 4 (valori di grandezze chimico-fisiche riscontrati nelle prove in acqua demineralizzata)

PROGRESSIVO	IDENTIFICATIVO in acqua demineral.	COMPOSIZIONE	Conducibilità mS/cm	pH	Torbidità unità FAU (rang di misura 0 -1000)
1	A	MAP 1%	6,95	4,42	0
2	B	MAP 1% + $Mg(NO_3)_2$ 1%	14,45	3,97	9
3	C	MAP 1% + $Ca(NO_3)_2$ 1%	12,49	4,13	1
4	D	MAP 1% + $Mg(NO_3)_2$ 1% + $Ca(NO_3)_2$ 1%	19,98	3,86	2

La massima torbidità si riscontra nella prova B il cui valore di 9 FAU in una scala 0-1000 appare davvero insignificante.

Le cose si modificano considerevolmente quando all'acqua demineralizzata si sostituisce l'acqua di pozzo. Nelle prove in cui sono presenti contemporaneamente gli ioni ammonio, fosfato e magnesio (prove B e D) si ha abbondante precipitazione di struvite riconoscibile per l'aspetto bianco caseoso (Foto 3). Precipitato più abbondante nella prova B dove non vi era presenza di ione calcio se non quello apportato dall'acqua irrigua (vedi valori di torbidità in Tabella 5). Si noti anche come non vi sia alcuna formazione di precipitato nella prova Aa (solo MAP 1% in acqua di pozzo) dove pure sono presenti ioni ammonio e magnesio, oltre che calcio, rinvenienti dall'acqua utilizzata.



Foto 2

Apparecchio nefelometrico per la misura della torbidità



Foto 3

Esito della prova in acqua di pozzo:  
evidente formazione di struvite in Bb  
(MAP + Mg) e in Dd (MAP + Mg + Ca)  
Si noti la differente torbidità tra Bb e Dd

Tabella 5 (valori di grandezze chimico-fisiche riscontrati nelle prove in acqua di pozzo)

PROGRESSIVO	IDENTIFICATIVO in acqua di pozzo	COMPOSIZIONE		Conducibilità mS/cm	pH	Torbidità unità FAU (rang di misura 0 -1000)
1	Aa	MAP	1%	7,94	5,37	1
2	Bb	MAP	1% + Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 1%	15,38	3,84	227
3	Cc	MAP	1% + Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 1%	13,28	5,00	1
4	Dd	MAP	1% + Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 1% + Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 1%	20,50	3,88	128

## CONCLUSIONI

Le prove effettuate ci consentono di dedurre che:

- 1 il fosfato monoammonico (MAP) alle concentrazioni saggiate, quelle più alte consigliate per le irrorazioni fogliari, è sempre miscibile in acqua demineralizzata con i prodotti solubili a base di calcio e magnesio;
- 2 il fosfato monoammonico (MAP) non provoca intorbidamenti anche quando disciolto, da solo, in acque irrigue, da pozzo o altra fonte, che naturalmente contengono ioni ammonio, magnesio, calcio;
- 3 il fosfato monoammonico (MAP) è sempre miscibile con i prodotti solubili a base di solo calcio sia in acqua demineralizzata che in acqua di pozzo;
- 4 il fosfato monoammonico (MAP) dà luogo a formazione di precipitato caseoso di struvite quando è miscelato a prodotti solubili a base di magnesio in acqua di pozzo;
- 5 la formazione del precipitato caseoso di struvite è parzialmente impedito quando in soluzione si aggiunge un sale di calcio solubile.

Spiegare il motivo per cui un modesto spostamento dei rapporti stechiometrici tra gli ioni in soluzione interessati alla formazione della struvite dovuto al magnesio contenuto nell'acqua di pozzo (vedi Tabella 3) possa dar luogo a formazione di precipitato insolubile e perché il fenomeno si ripete con minore intensità laddove è presente anche lo ione calcio, ed ancora, spiegare il motivo della mancata formazione di precipitato quando il MAP viene disciolto da solo in acqua irrigua che pure contiene naturalmente ioni ammonio, magnesio e calcio, bisognerebbe ricorrere ai concetti di equilibrio chimico, solubilità e prodotto di solubilità. Concetti che ai fini di questo lavoro interessano marginalmente. Ciò che interessa ai fini pratici è il prosieguo della sperimentazione. Visto che in letteratura si fa cenno alla buona solubilità dei fosfati calcici e/o magnesiaci in acidi deboli anche organici, abbiamo voluto, a tal fine, saggiare l'azione dell'acido citrico sulla solubilità della struvite aggiungendo alla prova Bb, quella con più abbondante formazione di precipitato, un prodotto commerciale a base di quest'acido nella misura di 250 g/hl di f.c. pari a 100 g/hl di

p.a. Come era da attendersi l'aggiunta di acido citrico alla soluzione torbida per formazione di struvite ha completamente illimpidito la sospensione riportando in soluzione il precipitato precedentemente formatosi (Foto 4)



Foto 4

l'aggiunta di un prodotto a base di acido citrico nella misura di 100 g/hl di p.a. ( 1 % ) è bastato a riportare in soluzione il precipitato di struvite precedentemente formatosi

In tabella 6 si riportano i parametri chimico-fisici rilevati nella soluzione illimpidita per aggiunta di acido citrico

Tabella 6

IDENTIFICATIVO in acqua di pozzo	COMPOSIZIONE	Conducibilità mS/cm	pH	Torbidità unità FAU (rang di misura 0 -1000)
F	MAP 1% + Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> 1% + Ac. citrico 1‰	15,36	4,21	7

E' pertanto possibile aggiungere alle conclusioni che:

- 6) laddove dovessero verificarsi le condizioni per la separazione di precipitato da fosfato ammonico magnesiano esaidrato (struvite) è sufficiente aggiungere alla soluzione un prodotto a base di acido organico debole (acido citrico alla concentrazione dell'uno per mille di sostanza attiva quello saggiato) per impedire la formazione di precipitato e conseguente intasamento degli organi irriganti e perdita di efficacia fertilizzante.

Giuseppe Modugno

chemical fertilizer analyst and regulatory specialist  
Lavello (PZ) email: info@modagro.it