INDIVIDUAZIONE DI UNA METODOLOGIA DI PROVA PER IL CONTROLLO FUNZIONALE DEI MICROGRANULATORI IN USO: PRIME ESPERIENZE DI LABORATORIO

M. MANZONE, D. ALLOCHIS, P. BALSARI
Università degli di Torino - Disafa - L.go Braccini 2, Grugliasco (TO)

RIASSUNTO

La sperimentazione eseguita ha avuto come obiettivo principale quello di mettere a punto una metodologia per poter valutare le prestazioni operative e di sicurezza per l'operatore durante il controllo funzionale dei micro-granulatori montati sulle seminatrici pneumatiche da mais utilizzati per la distribuzione degli insetticidi in granuli. Fra i parametri funzionali da esaminare si è posta particolare attenzione all'omogeneità di distribuzione del dosatore e al grado di svuotamento delle tramogge. Al tal fine sono state condotte delle prove mirate all'individuazione di un materiale inerte in sostituzione del formulato chimico granulare che viene normalmente impiegato per la distribuzione degli insetticidi con queste attrezzature. Fra i materiali inerti utilizzati, i granuli di gomma sono risultati quelli più idonei allo scopo. Le prove condotte hanno evidenziato una buona omogeneità di distribuzione dei dosatori e un buon livello di svuotamento delle tramogge (materiale residuo inferiore all'0,5% della capacità nominale) dei tre micro-granulatori oggetto delle prove.
Parole chiave: controllo funzionale, microgranulatori, insetticidi, mais, materiale inerte

SUMMARY

DEVELOPMENT OF A TEST METHOD FOR THE EVALUATION OF MICROGRANULATORS FUNCTIONALITY: FIRST LABORATORY EXPERIENCES

The aim of this experimentation was the development of a methodology to evaluate the operative performances and the operator safety during the inspection of the functionality of the micro-granulators mounted on the pneumatic drills used for the distribution of granular insecticides. Tests focused on the application uniformity of the metering device and on the amount of microgranules residue after emptying the hoppers. Moreover, tests were carried out to identify an inert test material to simulate the use of chemical microgranules. Among the inert materials used, rubber powder turned out to be the most suitable for this purpose. Results showed the homogeneous distribution of the metering devices and the high emptying capacity of the hoppers of the three tested micro-granulators (residual material less than 0.5% of the nominal hopper capacity).
Keywords: functionality inspection, micro-granulates, insecticide, maize, inert material

INTRODUZIONE

Al fine di contenere la quantità di insetticida da distribuire alle colture, specialmente nel mais, già da molti anni si è ricorsi alla concia dei semi; ovvero ogni singolo seme viene rivestito con un sottile strato di insetticida in modo tale da non disperderlo su tutto il terreno oggetto di semina (Ahmed et al., 2001; Koch et al., 2005). Negli ultimi anni, tuttavia, l'utilizzo di semi conciati ha causato alcuni problemi dovuti alla possibile dispersione degli insetticidi nell'atmosfera durante l'operazione di semina (Nuyttens et al., 2013). Gli insetticidi impiegati per "rivestire" i semi possono, infatti, essere veicolati in atmosfera dalla corrente d'aria generata dal ventilatore delle seminatrici pneumatiche di precisione, per creare la depressione indispensabile per il corretto funzionamento delle macchine stesse (Herbst et al., 2010). In particolare, in tale tipologia di seminatrice i semi dalla tramoggia giungono

all'elemento di semina che è schematicamente costituito da un disco caratterizzato da un certo numero di fori all'interno dei quali i semi vengono trattenuti grazie alla depressione generata in prossimità del disco stesso. Durante la rotazione dei vari organi costituenti l'elemento di semina, parte del rivestimento dei semi può, a causa dell'abrasione, staccarsi e finire nella corrente d'aria generato dal ventilatore della seminatrice e, quindi, essere proiettato nell'atmosfera (Schnier et al., 2003). La dispersione di tale materiale, è spesso fatale per molti insetti che accidentalmente vengono a contatto con tale particolato ricco di insetticidi (Greatti et al, 2006; Biocca et al., 2011). Tale problematica si è tradotta in un quasi abbandono della tecnica di concia dei semi e in un ritorno alla distribuzione dell'insetticida sotto forma di granuli che vengono inseriti nel suolo nelle immediate vicinanze del seme durante l'operazione di semina grazie all'uso di microgranulatori. Quest'ultimi sono costituiti da delle tramogge per il contenimento del prodotto chimico e da dei dosatori in grado di distribuire la quantità desiderata d'insetticida indipendentemente dalla velocità di avanzamento della macchina. Si tratta di attrezzature che, come tutte quelle utilizzate per la distribuzione dei prodotti fitosanitari, sono soggette all'obbligo di verifica funzionale periodica, secondo quanto previsto dal Piano di Azione Nazionale (PAN – DCG 150 - 2014), che ha recepito la Direttiva 2009/128/CE sull'Uso Sostenibile dei fitofarmaci (Dlgs n.150 del 14/8/2012). In particolare, il PAN indica già gli intervalli di controllo di tali attrezzature (ogni 6 anni), ma non il termine entro il quale dovranno iniziare le verifiche funzionali obbligatorie (DM n.4847 del 03/03/2015). Cio è dovuto alla mancanza di procedure di prova standardizzate alle quali poter fare riferimento per eseguire i controlli funzionali.

Con l'obiettivo di cercare di colmare tale lacuna il DISAFA dell'Università di Torino ha iniziato ad individuare una metodologia di prova per il controllo funzionale dei micro-granulatori. Fra i parametri funzionali da esaminare si è ritenuta di particolare importanza la verifica dell'omogeneità di distribuzione del dosatore e lo svuotamento delle tramogge. Di seguito sono riportati i risultati di una serie di prove finalizzate alla valutazione di materiali inerti, con caratteristiche fisiche simili a quelle dei formulati chimici normalmente impiegati con i microgranulatori, da utilizzare durante i controlli funzionali di queste attrezzature, relativi all'efficienza del dosatore e al completo svuotamento della tramoggia.

MATERIALI E METODI

Al fine di individuare un materiale inerte in sostituzione del formulato chimico utilizzato normalmente nei micro-granulatori che oltre ad essere costoso comporterebbe notevoli rischi per l'operatore e l'ambiente, è stata condotta un'indagine presso le principali ditte di agro-farmaci sulle caratteristiche fisiche (dimensioni e densità) dei granulati attualmente in commercio (tabella 1). Sulla base delle informazioni emerse dall'indagine eseguita sono stati individuati 4 materiali inerti con caratteristiche fisiche simili a quelle dei granulati chimici indicate dalle ditte di agro-farmaci contattate: trucioli di gomma, farina di mais, granuli di plastica per estrusi e microsfere di vetro (tabella 1)

Tabella 1. Principali caratteristiche fisiche dei formulati chimici e degli inerti impiegati nelle prove sperimentali

Materiale	Densità (g/cm^3)	Dimensioni granuli (mm)
Granulati chimici in commercio (indagine)	0,6 - 1,4	0,3 – 1,2
Trucioli di gomma	0,6	0,4 – 0,9
Farina di mais	0,8	0,2 – 0,5
Microsfere di vetro	2,6	0,4 – 0,8
Granuli di materiale plastico	1,1	0,6 – 0,8

Durante le prove sperimentali sono stati impiegati micro-granulatori ad azionamento meccanico utilizzati da tre differenti case costruttrici di seminatrici (X, Y e Z).

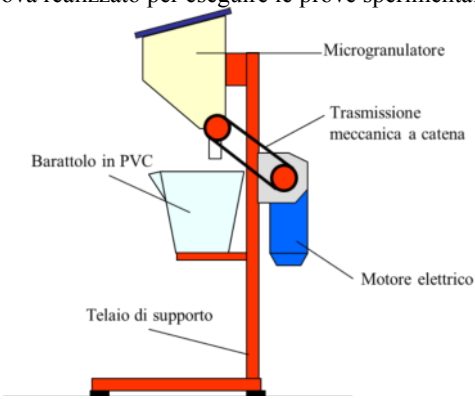
I tre microgranulatori presi in esame sono costituiti da una tramoggia in materiale plastico della capacità nominale compresa fra 12 e 25 litri e sono equipaggiati con dosatori volumetrici a gravità di tipo a rullo situati sotto la tramoggia stessa. In tali dosatori, il flusso dell'insetticida verso il terreno viene regolato dalla rotazione di un rullo sulla cui superficie sono presenti delle alette e dalla variazione dell'ampiezza della fessura posta alla base della tramoggia che garantisce l'ingresso del materiale al rullo. In particolare, il materiale in uscita dalla tramoggia viene intercettato dal rullo e trasferito da quest'ultimo alla base del dosatore dove, successivamente, è convogliato all'interno di un tubo in PVC e veicolato fino al terreno. In tutti e 3 i microgranulatori testati, la regolazione dell'ampiezza della fessura alla base della tramoggia è garantita da una valvola a ghigliottina il cui otturatore è collegato ad un'apposita ghiera dentata calettata su un albero filettato: avvitando o svitando la ghiera si procede nell'apertura o chiusura della fessura. In particolare, il sistema di regolazione di cui erano dotati i microgranulatori oggetto delle prove permette di eseguire eseguire 5 macroregolazioni (A, B, C, D ed E) e, per ciascuna di esse, 10 microregolazioni (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, e 9) (tabella 2).

Tabella 2. Principali caratteristiche tecniche dei microgranulatori oggetto di prova

Macchina	Cap. nominale della tramoggia (dm^3)	sistema di dosaggio	Azionamento	Macro regolazioni (n°)	Micro regolazioni (n°)
X	12	rullo	meccanico	5	10
Y	25	rullo	meccanico	5	10
Z	25	rullo	meccanico	5	10

In tutti i sistemi di dosaggio, la regolazione "A0" coincide con la chiusura della fessura. Per ciascuno dei microgranulatori è stata valutata l'uniformità di distribuzione in funzione dei diversi settaggi indicati dalle Ditte nel manuale di Uso e manutenzione. Per ogni posizione di settaggio (A0, B0, C0, D0, E0) è stata misurata la quantità di materiale in uscita compiendo diverse rotazioni dell'albero di azionamento (2, 4, 6, 8, 10) al fine di verificare il numero di giri minimo da compiere per eseguire eventuali controlli funzionali quando il microgranulatore fosse da valutare direttamente sulle seminatrici. Per ogni test sono state eseguite tre repliche per verificarne la ripetibilità (CV). Tutte le prove sono state eseguite utilizzando un banco prova costruito ad hoc. In particolare, il banco prova è costituito da un telaio in acciaio sul quale è stato possibile fissare il micro-granulatore da testare, da un motoriduttore elettrico che mediante un sistema di trasmissione a catena aziona il dosatore per un tempo impostato (figura 1). Il materiale in uscita dall'erogatore del micro-granulatore viene convogliato all'interno di un contenitore e successivamente pesato mediante una bilancia digitale di precisione a tre decimali (accuratezza pari a 0,005 g).

Figura 1. Banco prova realizzato per eseguire le prove sperimentali



Al fine di verificare se per il medesimo settaggio dei differenti microgranulatori testati (X, Y e Z) corrispondesse la stessa quantità erogata, è stato eseguito un confronto fra i microgranulatori utilizzando i soli granuli in gomma e compiendo 2 rotazioni dell'albero di azionamento dei microgranulatori stessi.

Durante la sperimentazione è stato valutato anche il livello di svuotamento delle tramogge dei micro-granulatori. Le prove sono state eseguite inserendo una quantità nota all'interno della tramoggia (3 kg) e azionando il micro-granulatore fino a quando non fuoriusciva più il materiale dall'erogatore. La quantità di materiale rimasta all'interno della tramoggia è stata calcolata per differenza fra la quantità immessa e quella raccolta in uscita dall'erogatore. Successivamente, aprendo i tappi di svuotamento della tramoggia e con l'aiuto di uno spazzolino si è rimosso il materiale inerte rimasto al suo interno. Infine, è stata calcolata per differenza la quantità di materiale residua rimasta all'interno del microgranulatore prima del lavaggio per il rimessaggio della macchina. Anche per queste prove di svuotamento sono state eseguite tre ripetizioni.

Le prestazioni dei differenti materiali inerti sono state valutate nelle diverse condizioni di lavoro (settaggio e numero di giri) utilizzando il solo microgranulatore X.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Per tutte le diverse tipologie di inerte oggetto delle prove è stata registrata una buona ripetibilità dei risultati prove indipendentemente dal numero di rotazioni dell'albero di azionamento del micro-granulatore e del settaggio del dosatore. Il coefficiente di variazione per tutte le condizioni di prova è, infatti, risultato contenuto e mediamente sotto la soglia del 5% (tabelle 3, 4, 5, 6). Non sono emerse differenze significative fra i diversi tipi di inerte impiegati, con la sola eccezione della farina di mais caratterizzata da un'elevata propensione all'impaccamento e dalla creazione di un effetto "vulcano" in prossimità del dosatore, in particolar modo, quando la tramoggia è quasi completamente vuota il che può determinare un non corretto dosaggio finale del materiale.

Tabella 3. Quantità di materiale erogata (g) in funzione del numero di rotazioni dell'albero di azionamento del micro-granulatore X (2, 4, 6, 8 e 10 giri) e del settaggio del dosatore (A0, B0, C0, D0 e E0) e variabilità rispetto al valore medio (CV) ottenuta impiegando farina di mais

Rotazioni	A0		B0		C0		D0		E0	
	media	CV	media	CV	media	CV	media	CV	media	CV
2	0	0	3,642	5%	8,165	4%	13,225	5%	17,910	5%
4	0	0	7,383	6%	16,830	5%	26,550	4%	36,490	4%
6	0	0	11,052	5%	24,865	5%	40,215	5%	53,740	4%
8	0	0	14,493	5%	33,435	5%	53,485	5%	71,630	3%
10	0	0	18,223	6%	41,725	5%	66,460	5%	89,680	4%

Tabella 4. Quantità di materiale erogata (g) in funzione del numero di rotazioni dell'albero di azionamento del micro-granulatore X (2, 4, 6, 8 e 10 giri) e del settaggio del dosatore (A0, B0, C0, D0 e E0) e variabilità rispetto al valore medio (CV) ottenuta impiegando granuli di gomma

Rotazioni	A0		B0		C0		D0		E0	
	media	CV	media	CV	media	CV	media	CV	media	CV
2	0	0	2,088	5%	5,235	4%	7,745	2%	10,785	4%
4	0	0	4,172	4%	10,450	3%	16,065	2%	21,760	3%
6	0	0	6,433	5%	15,735	3%	24,030	3%	32,380	4%
8	0	0	8,318	2%	20,815	2%	31,945	1%	43,270	2%
10	0	0	10,192	1%	26,295	5%	39,865	1%	53,630	4%

Tabella 5. Quantità di materiale erogata (g) in funzione del numero di rotazioni dell'albero di azionamento del micro-granulatore X (2, 4, 6, 8 e 10 giri) e del settaggio del dosatore (A0, B0, C0, D0 e E0) e variabilità rispetto al valore medio (CV) ottenuta impiegando granuli di plastica

Rotazioni	A0		B0		C0		D0		E0	
	media	CV	media	CV	media	CV	media	CV	media	CV
2	0	0	7,805	6%	12,645	5%	18,055	5%	23,650	4%
4	0	0	15,490	4%	25,450	4%	36,360	5%	47,955	3%
6	0	0	22,945	5%	36,480	4%	54,975	6%	72,300	3%
8	0	0	30,445	5%	51,040	6%	73,220	4%	96,495	2%
10	0	0	38,085	3%	63,925	3%	92,225	5%	120,400	1%

Tabella 6. Quantità di materiale erogata (g) in funzione del numero di rotazioni dell'albero di azionamento del micro-granulatore X (2, 4, 6, 8 e 10 giri) e del settaggio del dosatore (A0, B0, C0, D0 e E0) e variabilità rispetto al valore medio (CV) ottenuta impiegando microsfere di vetro

Rotazioni	A0		B0		C0		D0		E0	
	media	CV	media	CV	media	CV	media	CV	media	CV
2	0	0	20,765	5%	31,715	4%	43,370	5%	56,805	4%
4	0	0	42,085	5%	63,090	6%	87,530	5%	112,470	5%
6	0	0	63,240	5%	95,400	6%	131,800	5%	169,930	5%
8	0	0	84,745	4%	126,565	5%	176,475	6%	225,315	2%
10	0	0	105,945	5%	158,670	3%	222,135	4%	281,900	2%

I dati raccolti hanno anche evidenziato una buona correlazione fra la quantità di inerte erogata ed il diverso numero di rotazioni dell'albero di azionamento del dosatore X. Infatti, per le diverse tarature si è ottenuto un valore di regressione prossimo a 1 per tutti i tipi di materiale inerte testati (figure 2, 3, 4 e 5).

Figura 2. Correlazione fra la quantità di granuli di gomma erogata e il numero di rotazioni dell'albero di azionamento del dosatore

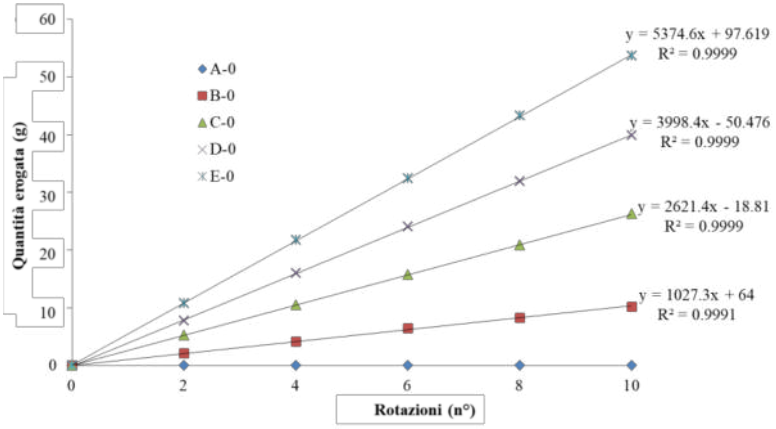


Figura 3. Correlazione fra la quantità di farina di mais erogata e il numero di rotazioni dell'albero di azionamento del dosatore

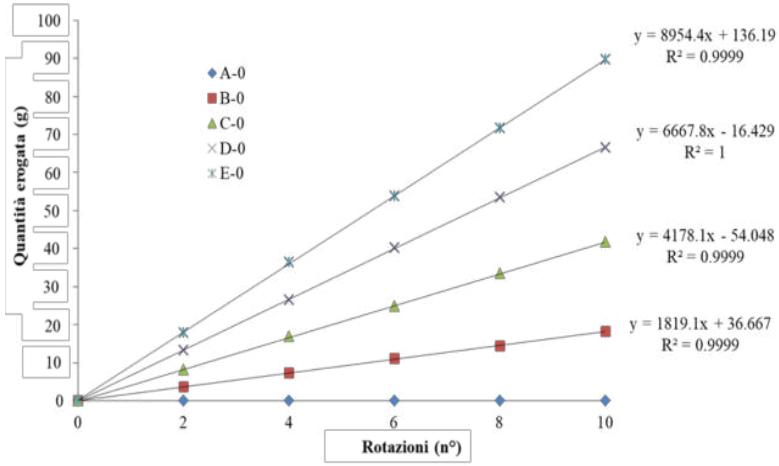


Figura 4. Correlazione fra la quantità di granuli di plastica erogata e il numero di rotazioni dell'albero di azionamento del dosatore

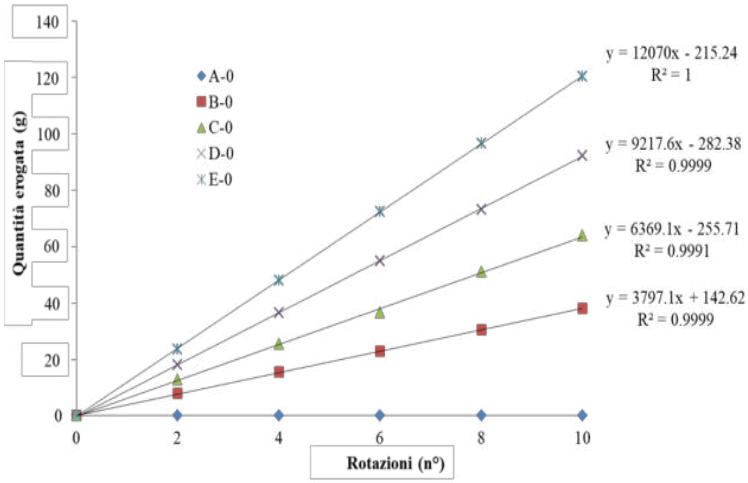
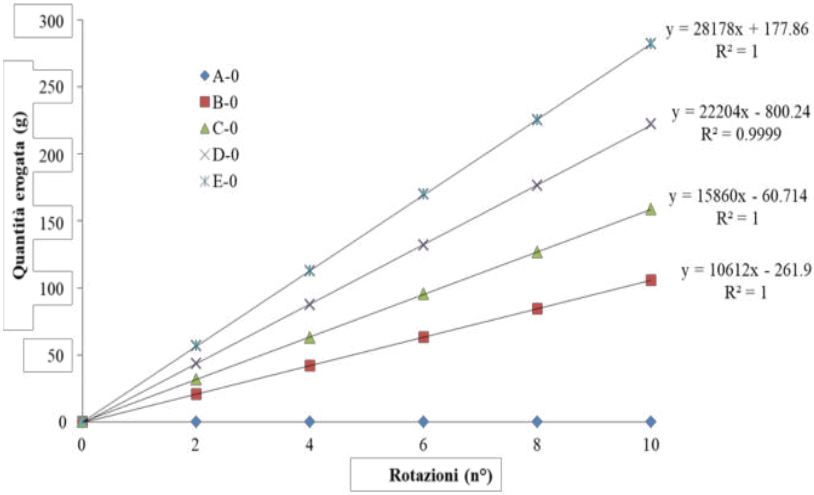


Figura 5. Correlazione fra la quantità di microsfere di vetro erogata e il numero di rotazioni dell'albero di azionamento del dosatore



Confrontando la quantità di materiale erogato ai diversi livelli di dosaggio del microgranulatore si evidenzia una certa disparità dei valori ottenuti con i diversi materiali inerti oggetto delle prove (figura 6). Tale eterogeità è da imputare principalmente alla diversa densità dei materiali usati nelle prove; infatti esprimendo la quantità di materiale erogata in termini di volume si delinea una maggiore omogeneità fra i valori ottenuti, soprattutto, quando si distribuiscono elevate quantità di materiale (settaggi D0 e E0) (figura 7).

Figura 6. Massa erogata (g) dei diversi materiali inerti impiegando i differenti livelli di dosaggio (A0, B0, C0, D0, e E0) e 6 rotazioni dell'albero di azionamento del microgranulatore

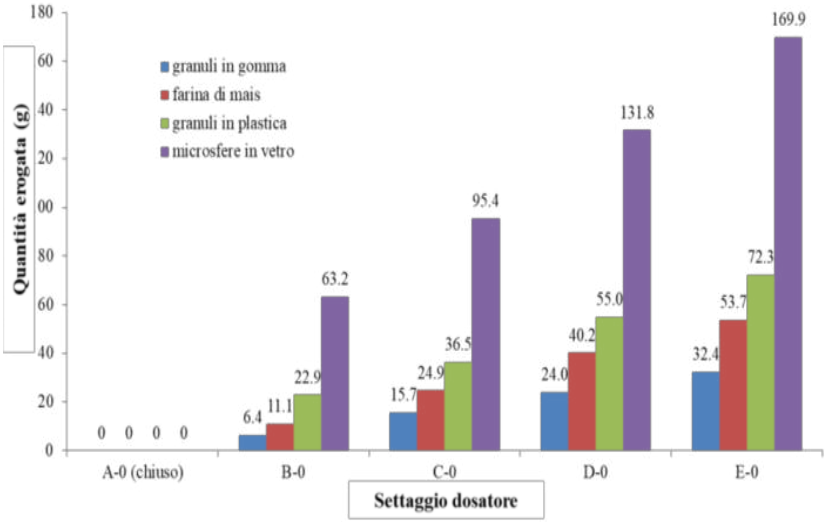
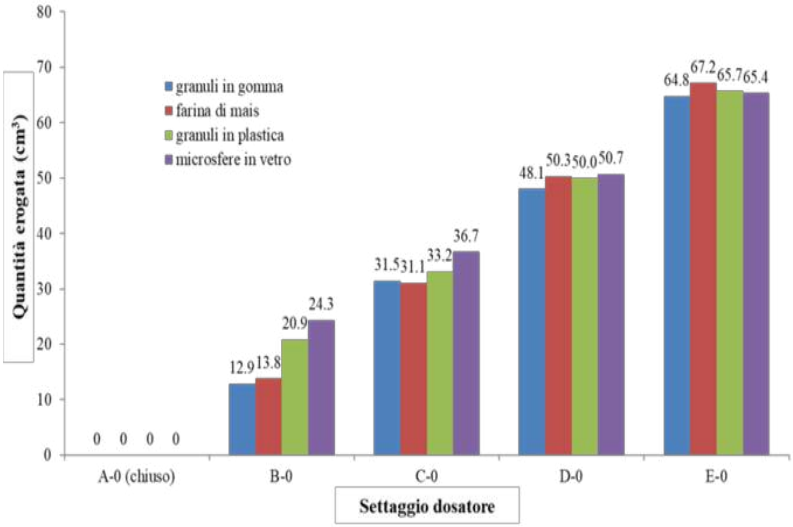


Figura 7. Volume erogato (cm3) dei diversi materiali inerti impiegando i differenti livelli di dosaggio (A0, B0, C0, D0, e E0) e 6 rotazioni dell'albero di azionamento del microgranulatore



In merito alla quantità di materiale erogata dai tre differenti micro-granulatori oggetto delle prove, la sperimentazione ha evidenziato una certa discrepanza soprattutto fra il microgranulatore X e gli altri quando sono stati utilizzati i granuli in gomma (Figura 8). Tuttavia, anche le quantità erogate dal microgranulatore X ai diversi livello di dosaggio sono risultate proporzionali a quelle indicate dal costruttore (Figura 9).

Figura 8. Massa di materiale (granuli in gomma) erogata ai diversi livelli di dosaggio dalle differenti tipologie di micro-granulatori testati (X, Y e Z)

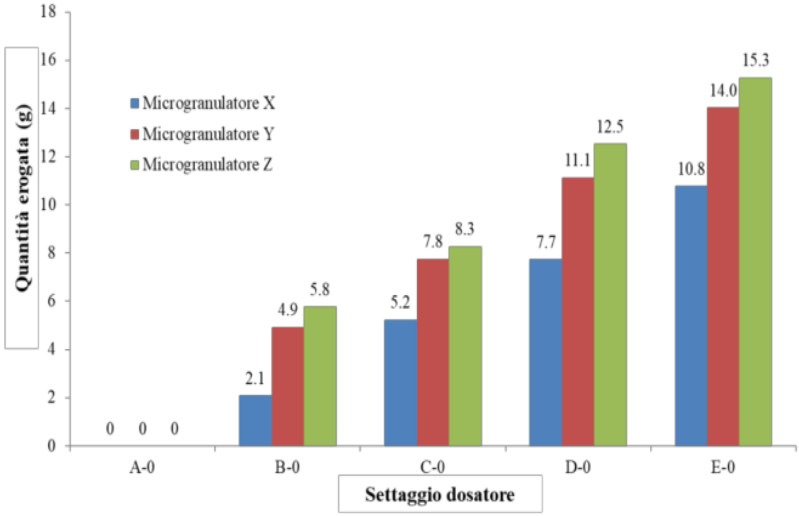
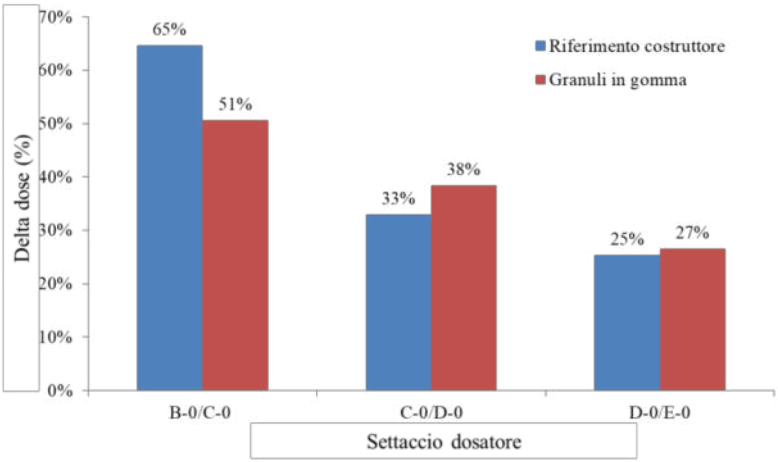


Figura 9. Differenza in percentuale della quantità indicata dal costruttore e quella determinata con i granuli in gomma



La metodologia proposta per le prove di svuotamento ha evidenziato una buona ripetibilità in quanto il coefficiente di variazione (CV) calcolato per ogni prova eseguita è risultato sempre inferiore al 6%. Le quantità di materiale residuo dopo lo svuotamento e dopo la pulizia da parte dell'operatore sono risultate simili e sempre inferiori all' 0,5% della quantità di materiale inserito inizialmente (3 kg) indipendentemente dal tipo di inerte impiegato e del microgranulatore utilizzato. In queste prove, le palline di plastica hanno evidenziato una maggiore quantità di materiale residuo dopo lo svuotamento delle tramogge rispetto agli altri inerti in tutte le condizioni operative (tabella 7).

Tabella 7. Quantità di materiale residuo (g) dopo lo svuotamento e la pulizia da parte dell'operatore della tramoggia del microgranulatore

Microgranulatore	Inerte	Residuo dopo lo svuotamento		Residuo dopo la pulizia	
		media	CV	media	CV
X	Granuli in gomma	15,23	4%	7,22	6%
	Farina di mais	14,14	4%	4,76	6%
	Palline in plastica	16,27	6%	5,61	4%
	Sfere di vetro	14,23	5%	4,51	5%
Y	Granuli in gomma	13,12	4%	5,41	4%
	Farina di mais	15,73	5%	4,16	6%
	Palline in plastica	16,37	5%	5,28	3%
	Sfere di vetro	12,68	6%	5,11	5%
Z	Granuli in gomma	14,81	5%	6,52	6%
	Farina di mais	14,92	4%	5,46	3%
	Palline in plastica	16,10	3%	6,11	3%
	Sfere di vetro	14,82	5%	4,98	4%

CONCLUSIONI

Le prove effettuate hanno consentito di ottenere una serie di informazioni utili in merito alla metodologia di prova proposta per la verifica della funzionalità dei microgranulatori e sul tipo di materiale inerte da utilizzare nelle prove di dosaggio e svuotamento.

In particolare, la metodologia di prova proposta è risultata idonea in quanto in grado di valutare la funzionalità dei tutti e 3 dispositivi microgranulatori analizzati in termini di uniformità di distribuzione ed efficienza del loro sistema di dosaggio, e entità dello svuotamento delle tramogge

Per quanto riguarda l'inerte da utilizzare nei controlli funzionali dei microgranulatori, dalle prove effettuate impiegando i quattro differenti materiali non sono emerse differenze significative per quanto riguarda la ripetibilità delle prove e ciò evidenzia la loro affidabilità complessiva.

Sotto l'aspetto operativo solo la farina di mais ha manifestato una certa tendenza ad "impaccarsi" e una notevole sensibilità all'umidità. È da sottolineare anche il potenziale effetto abrasivo sugli organi di dosaggio del microgranulatore che si potrebbe verificare a seguito dell'impiego delle microsfere di vetro. I granuli di gomma sembrano essere il materiale inerte più idoneo per questo tipo di prove. Siccome quest'ultimo materiale, non risulta rappresentativo di tutti gli insetticidi granulari presenti oggi sul mercato, durante la valutazione della rispondenza fra la quantità erogata dal microgranulatore durante il controllo funzionale e quella dichiarata dal costruttore è consigliabile eseguire tale confronto non in termini assoluti ma bensì in termini relativi calcolando la differenza in percentuale fra le quantità erogata e quella dichiarata dal costruttore.

LAVORI CITATI

Ahmed N.E., Kanan H.O., Inanaga S., Ma Y.Q. Sugimoto Y., 2001. Impact of pesticide seed treatments on aphid control and yield of wheat in the Sudan. *Crop Prot* 20, 929-934.

Koch R. L., Burkness E.C., Hutchison W.D., Rabaey T.L., 2005. Efficacy of systemic insecticide seed treatments for protection of earlygrowth-stage snap beans from bean leaf beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) foliar feeding. *Crop Prot* 24, 734-742.

Nuytttens D., Devareewaere W., Verboven P., Foqué D., 2013. Pesticide-laden dust emission and drift from treated seeds during seed drilling: a review. *Pest Management Science* 69, 564-575.

Herbst A., Rautmann D., Osteroth H. J., Wehmann H. J., Ganzelmeier H., 2010. Drift of seed dressing chemicals during the sowing of maize. *Aspects Appl Biol* 99, 265-269.

Schnier H. F., Wenig G., Laubert F., Simon V., Schmuck R., 2003. Honey bee safety of imidacloprid corn seed treatment. *Bull Insectol* 56, 73-75.

Greatti M., Barbatini R., Stravisi A., Sabatini A.G., Rossi S., 2006. Presence of the a.i. imidacloprid on vegetation near corn fields sown with Gaucho dressed seeds. *Bulletin of Insectology* 59, 99-103.

Biocca M., Conte E., Pulcini P., Marinelli E., Pochi D., 2011. Sowing simulation tests of a pneumatic drill equipped with systems aimed at reducing the emission of abrasion dust from maize dressed seed. *Journal and Environmental Science and Health. Part B*. 46, 438-448.