ATTI *Giornate Fitopatologiche*, 2002, 2, 93-100

LA CERTIFICAZIONE DELLE MACCHINE IRRORATRICI SPALLEGGIATE E AZIONATE MANUALMENTE DALL'OPERATORE

P. BALSARI, M. MANZONE, G. OGGERO
Dip. di Economia e Ingegneria Agraria, Forestale e Ambientale, Sezione di Meccanica
Università degli Studi di Torino - Via L. da Vinci 44, 10095 Grugliasco (TO)

RIASSUNTO

Nell'ambito della preparazione di una normativa ISO relativa alla verifica funzionale delle macchine irroratrice portate dall'operatore ed azionate manualmente, sono state condotte una serie di prove sperimentali mirate a verificare la validità della bozza di protocollo di prova al momento esistente. Le prove, condotte su un campione di 14 differenti modelli di irroratrici (7 del tipo a pompa azionata mediante leva e 7 con pompa a compressione), hanno riguardato principalmente: la resistenza degli spallacci, il deposito di liquido sulla superficie esterna, il residuo interno, la stabilità su piano inclinato, la resistenza alla caduta, l'eventuale presenza di gocciolamenti, la funzionalità della valvola di sovrapressione.

Le metodologie di prova adottate hanno, complessivamente, fornito dei risultai ripetibili mentre, con riferimento ai limiti di accettabilità proposti, i maggiori problemi sono stati riscontrati a livello di resistenza degli spallacci e di perdite per gocciolamento.
Parole chiave: irroratrice, ISO, certificazione.

SUMMARY

THE CERTIFICATION OF LEVER OPERATED AND COMPRESSION SPRAYERS

During the preparation of an ISO standard concerning the practical inspection of hand-held sprayers, a set of experimental tests has been carried out in order to verify the applicability of the actual standard draft. Trials, made on 14 different sprayer models (7 lever operated sprayers and 7 compression sprayers) mainly concerned, the strength of the shoulder straps, the liquid deposit on the external surface, the internal residue, the firmness on slopes, the resistance to fall, the dripping, the functionality of safety valve.

In general terms, the test methodologies adopted have provided repeatable results while, concerning the standard ranges proposed, most of the problems have been discovered about the strength of shoulder straps and dripping.
Key words: sprayer, ISO, practical inspection.

INTRODUZIONE

Nel settore della distribuzione dei prodotti fitosanitari, l'impiego di irroratrici portate a spalla dall'operatore, rappresenta una realtà non trascurabile, soprattutto nelle regioni tropicali e, più in generale, nelle aziende di ridotte dimensioni o caratterizzate da appezzamenti non raggiungibili con i mezzi meccanici tradizionali. Quando si utilizzano irroratrici spalleggiate, il problema della sicurezza dell'operatore assume ancora maggiore importanza, in quanto vi è una maggiore vicinanza tra macchina ed operatore che può trovarsi a diretto contatto con le eventuali perdite di miscela fitoiatrica.

Già nella seconda metà degli anni '90, nell'ambito di una più ampia attività di sensibilizzazione mirata a promuovere una migliore gestione dei trattamenti fitoiatrici con conseguente riduzione della quantità di prodotti chimici impiegati in agricoltura e una

maggiore salvaguardia dell'operatore e dell'ambiente, la FAO ha redatto una serie di normative (FAO, 1998 vol. 1 e 2) sui requisiti costruttivi che devono possedere le più comuni tipologie di irroratrici, comprese quelle portate dall'operatore. Nel 1999 il Sottocomitato Tecnico SC 6 (Tractors and machinery for agricolture and forestry - Equipment for crop protection) della ISO, con lo scopo di produrre delle normative internazionali sulla funzionalità e la sicurezza delle irroratrici portate dall'operatore, ha creato un gruppo di lavoro ad hoc (WG 5) a cui è stato affidato il compito di redigere una bozza di normativa. Tale documento è partito dai presupposti previsti dagli standard FAO ed è giunto, attualmente, alla definizione della metodologia secondo la quale effettuare le prove funzionali di tali macchine (ISO/CD 19932-1).

Scopo della sperimentazione condotta è stato pertanto quello di verificare la validità di tale metodologia di prova in termini di ripetitività dei risultati e di iniziare a definire dei limiti di accettabilità che riguarderanno la seconda parte della proposta di norma.

La proposta di norma ISO

La bozza di norma ISO/CD 199932-1 fa riferimento unicamente alle irroratrici a leva e a compressione azionate direttamente dall'operatore, non munite di motore autonomo e con capacità nominale del serbatoio di almeno a 5 litri.

Le irroratrici a leva sono utilizzate sin dalla fine del XIX secolo quando furono per la prima volta impiegate in Francia per la distribuzione della poltiglia bordolese alla vite (Matthews, 1993). Risultano schematicamente costituite da un serbatoio con capacità di 12÷20 litri, da una pompa a pistone o membrana azionata manualmente mediante una leva in grado di raggiungere pressioni massime dell'ordine di 0,3 MPa e da una tubazione collegata ad una lancia rigida che termina generalmente un unico ugello dal quale fuoriesce il liquido. Le irroratrici a compressione si differenziano da quelle a leva, oltre che per la minore capacità del serbatoio (2-10 litri), per il sistema di messa in pressione del liquido che avviene attraverso una pompa a pistone che invia aria nel serbatoio. È, inoltre presente una valvola di sovrapressione che garantisce lo sfogo dell'aria quando si raggiunge una pressione superiore ai 0,3-0,5 MPa (a seconda dei modelli).

La proposta di norma ISO prevede che le irroratrici (dopo un precondizionamento della durata di 25 ore) siano sottoposte ai seguenti test funzionali:

1. Funzionalità della valvola aperto-chiuso
2. Funzionalità ugelli
3. Resistenza degli spallacci
4. Deposito sulla superficie esterna della macchina
5. Residuo interno
6. Stabilità su piano inclinato
7. Precisione della scala di lettura
8. Portata di riempimento (solo irroratrici a leva)
9. Test di caduta guidata
10. Perdite per gocciolamento
11. Funzionalità valvola di sovrapressione (solo irroratrici a compressione)

MATERIALI E METODI

Presso l'officina e i laboratori della sezione di Meccanica del DEIAFA, su un campione di 14 modelli di irroratrici forniti da tre differenti ditte costruttrici (Tab. 1) sono stati condotti i test funzionali relativi ai punti 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11.

Tab. 1 – Irroratrici sulle quali sono stati condotti i test presso la sezione di meccanica del DEIAFA.

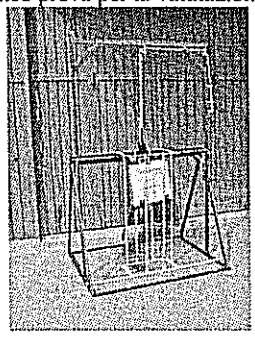
Tipo di irroratrice	Capacità serbatoio (litri)	Ditta costruttrice
Compressione	5	A
Leva	12	A
Leva	16	A
Compressione	7	B
Compressione	5	B
Compressione	10	B
Compressione	5	B
Leva	16	B
Leva	18	B
Compressione	8	C
Compressione	6	C
Leva	12	C
Leva	16	C
Leva	20	C

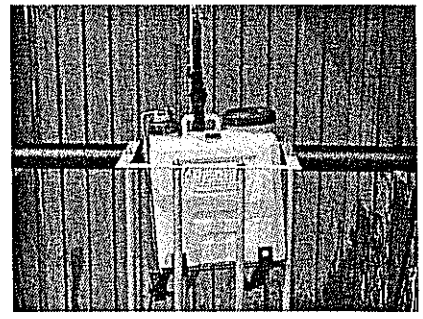
Obiettivo della prova relativa agli spallacci è quello di verificare la resistenza degli stessi nel caso di caduta accidentale dell'irroratrice e di un suo recupero "al volo" da parte dell'operatore per mezzo di un singolo spallaccio. In particolare, per l'esecuzione di tali prove è stato realizzato uno specifico banco prova costituito da un "castello" in ferro su cui è stato montato un sistema di carrucole per il sollevamento e lo sganciamento dell'irroratrice (Fig. 1). Per semplificare e, soprattutto, per avere la stessa corsa in tutte le ripetizioni si è utilizzata una leva che si è dimostrata indispensabile per il sollevamento delle irroratrici con pesi superiori ai 20 Kg. L'irroratrice è sostenuta da un cavetto d'acciaio mediante una particolare pinza che si aggancia al manico in modo da mantenerla in posizione verticale durante la trazione. La pinza è formata da due bracci sagomati in ferro facenti perno entrambi su un tubo fissato al cavo; la chiusura e l'apertura avvengono per mezzo di una boccola che scorrendo sul medesimo tubo impedisce o meno il movimento dei bracci Le prove sono state condotte appendendo le irroratrici (riempite con acqua fino alla loro capacità nominale), per mezzo di uno spallaccio alla volta, ad un tubo di 750 mm di diametro, sollevandole per mezzo del sistema di carrucole (per un corsa complessiva di 300 mm) e quindi sganciandole. Ogni caduta è stata ripetuta per 12 volte per ciascuno spallaccio. Per rendere il più omogenee possibili le diverse ripetizioni, si è inoltre deciso di montare sul banco una serie di aste che rendono guidata la caduta dell'irroratrice. Per ciascuno dei 14 modelli di macchina spalleggiata sono state provate 3 irroratrici.

La valutazione dell'entità del deposito sulla superficie esterna, ha lo scopo di quantificare quanta miscela fitoiatrica potrebbe potenzialmente contaminare l'irroratrice (e di conseguenza l'operatore) in caso di accidentale fuoriuscita di liquido durante la fase di riempimento del serbatoio. Per tale prova si provveduto a chiudere con del film plastico l'apertura di riempimento del serbatoio e, successivamente a versare su di essa (in modo da simulare la fuoriuscita di liquido) un quantitativo di miscela (acqua + tracciante colorato) pari al 100% del volume nominale del serbatoio. Tale operazione è stata effettuata utilizzando una pompa a pistoni membrana e un flussometro, in modo tale da poter erogare il liquido con un portata pari a quella necessaria al completo riempimento del serbatoio in un tempo massimo di 60

secondi. L'irroratrice è stata, quindi, lasciata sgocciolare per 1 minuto, lavata con un quantitativo noto di acqua. L'analisi colorimetrica della soluzione ottenuta ha consentito di risalire ai ml di miscela rimasti sulla superficie esterna della macchina.

Fig. 1 – Banco prova per la valutazione della resistenza degli spallacci.





La determinazione della quantità di liquido residua all'interno del serbatoio permette di stabilire se il sistema di aspirazione e di pompaggio è assemblato in modo tale da consentire il maggiore svuotamento possibile del serbatoio, evitando così alla fine del trattamento la presenza di residui di miscela che, oltre a determinare sprechi di prodotto, possono favorire inquinamento ambientale nella fase di lavaggio dell'attrezzatura. Per tale valutazione, l'irroratrice (posizionata sulle spalle dell'operatore in modo da simulare l'effettuazione di un trattamento) è stata fatta funzionare sino al collassamento del getto. La quantità residua sul fondo del serbatoio è stata quindi misurata per pesata utilizzando una bilancia di precisione.

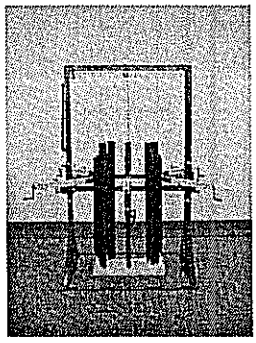
Per la determinazione della stabilità delle irroratrici si è proceduto a posizionare le stesse, sia con serbatoio pieno che vuoto, su una superficie inclinata di 8,5° (15%) e di 5,7° (10%) orientandole secondo tutte le direzioni. La lancia, nel corso di tale prova è stata fissata nella posizione di parcheggio; se questa non era presente si è proceduto a riporla sul piano inclinato nella direzione della pendenza.

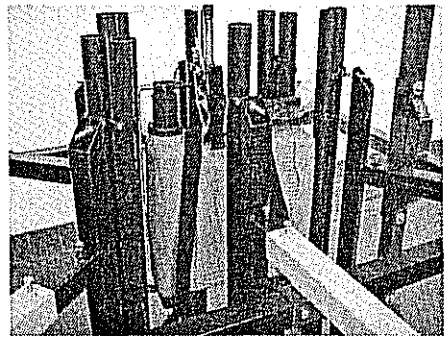
Al fine di valutare la portata di riempimento dell'irroratrice, e quindi la capacità del filtro a cestello di permettere il riempimento della stessa in un tempo non superiore ai 60 secondi, è stata impiegata la medesima attrezzatura già utilizzata per le prova di determinazione dell'entità di deposito di miscela fitoiatrica sulla superficie esterna della macchina. Le gocce di miscela (acqua + tracciante) cadute al di fuori del serbatoio sono state raccolte in un apposto contenitore all'interno del quale durante la prova era posizionata l'irroratrice. Il contenitore è stato, quindi, lavato con un quantitativo noto di acqua e, applicando il metodo colorimetrico si è potuto risalire ai ml totali di miscela persi durante la fase di riempimento. Poiché le irroratrici a compressione non presentano alcun filtro a cestello all'interno dell'apertura di riempimento, la prova è stata eseguita solo su quelle a leva.

Per verificare che l'irroratrice, in seguito a caduta accidentale non si rompa e continui a funzionare regolarmente senza presentare fenomeni di gocciolamento è stato realizzato uno specifico "banco prova impatto" costituito da una struttura in ferro e da una serie di tubi in geberit (materiale leggero, molto liscio e poco soggetto a generare attrito) la cui funzione è quella di guidare l'irroratrice nella sua caduta, mantenendola nella posizione verticale. Lo scheletro di tale banco prova è formato da due piantoni e da una traversa in tubolare quadro su cui sono fissati due supporti a forma di "C" Su questi sono montati sei regolatori di posizione a vite per la regolazione orizzontale dei tubi in geberit (Fig. 2). Per facilitare l'inserimento dell'irroratrice all'interno delle guide, uno dei due supporti a "C", mediante una cerniera, ha la

possibilità di ruotare verso l'esterno. I regolatori di posizione sono costituiti da una vite filettata che permette, mediante una manovella, il movimento "avanti-indietro" dei tubi e da un accoppiamento boccola-tampone che, invece, ne permette la traslazione sul piano orizzontale. La giusta quota di caduta è garantita da una leva manuale che può ruotare di 180° attorno al suo fulcro; la lunghezza del braccio è facilmente regolabile mediante un dispositivo scorrevole sulla leva stessa e facilmente fissabile mediante due viti a pressione. Il sollevamento dell'irroratrice è garantito da un sistema analogo a quello impiegato per il banco prova spallacci. In mancanza di precisi riferimenti normativi, il piano su cui si sono fatte cadere le irroratrici (800 mm X 800 mm X 50 mm) risulta di legno. Le prove sono state condotte appendendo le irroratrici (riempite con acqua fino alla loro capacità nominale) alla pinza, e sollevandole per mezzo del sistema di carrucole (per un corsa complessiva di 600 mm).

Fig. 2 – Banco prova per la valutazione della resistenza dell'irroratrice alla caduta.





Scopo della determinazione delle perdite per gocciolamento è quello di verificare se, in seguito all'utilizzo dell'irroratrice, non si verificano perdite di miscela fitoiatrica che potrebbero contaminare l'operatore. Tale prova è stata effettuata facendo funzionare l'irroratrice e raccogliendo, dopo un breve periodo di sosta, in un apposito contenitore il liquido fuoriuscito dalla macchina. In particolare, la prova è stata effettuata sia posizionando l'irroratrice verticalmente (tempo di sosta di 5 minuti) che orizzontalmente (tempo di sosta di 1 minuto).

Si è, infine, proceduto alla verifica della funzionalità della valvola di sovrapressione posizionando un manometro di precisione sulla tubazione della lancia in prossimità del serbatoio. È stato, quindi, attivato il sistema di pompaggio sino al momento in cui la valvola di sicurezza non si è aperta, registrando il valore della pressione in prossimità della quale si è ottenuta tale apertura.

RISULTATI

Solo due dei modelli di irroratrici (uno a leva e uno a compressione per un totale di sei attrezzature) sottoposti alla prova di resistenza degli spallacci hanno pienamente superato il test. In particolare, considerando il numero complessivo di irroratrici utilizzate (42) solo il 17% di esse ha resistito a tale prova (Fig. 3). I motivi del non superamento del test hanno riguardato, la rottura del punto di aggancio sul serbatoio o della fibbia di tenuta (19% dei casi), la rottura vera e propria dello spallaccio (21%) e, soprattutto lo sfilamento dello spallaccio dalla fibbia (in metallo) dovuto al progressivo allentamento della stessa in seguito alle cadute (43%). Tale problema è stato rilevato, soprattutto, quando sono state provate le irroratrici a compressione (67% di rilievi).

Tab. 2 – Sintesi dei risultati ottenuti dalle prove effettuate presso la sezione di meccanica del DEIAFA.

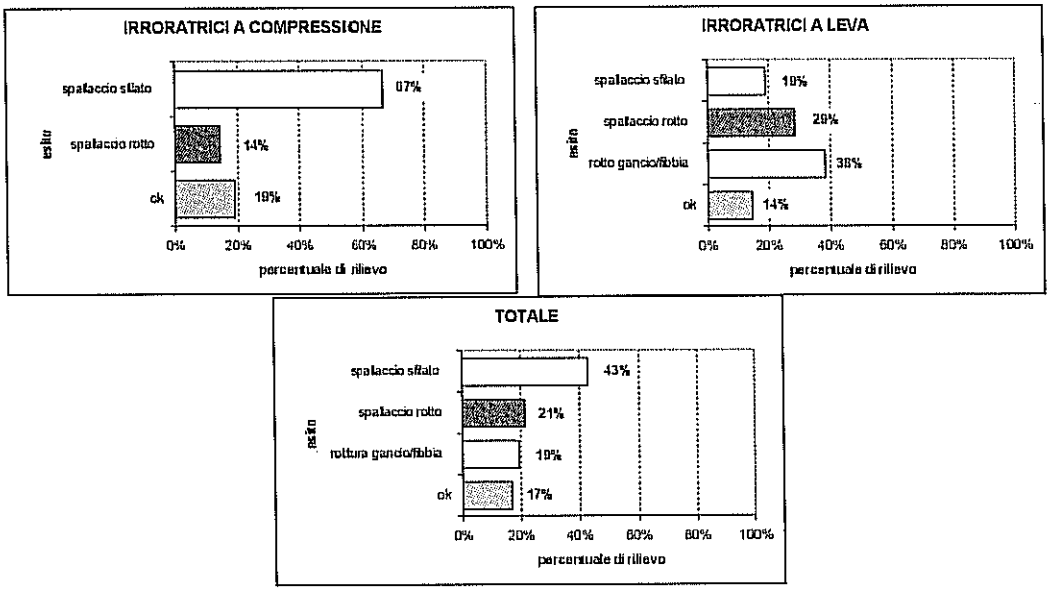
Capacità serbatoio	Spallacci	Resistenza spallacci	Deposito esterno		Residuo interno		Stabilità 15% **		Stabilità 10% **		Portata di riempimento			Gocciolamento (verticale)	Gocciolamento (orizzontale)		Apertura valvola di sovrapressione	
litri	numero	esito*	ml	CV	ml	CV	vuoto	pieno	vuoto	pieno	esito	perdite (ml)	CV	ml	ml	CV	dichiarato (MPa)	reale (MPa)
IRRORATRICI A COMPRESSIONE																		
5	1	NO	13	13%	126	48%	SI	SI	SI	SI	-	-	-	0	0	-	0.3	0.27
7	1	NO	14	32%	67	35%	NO	SI	NO	SI	-	-	-	0	0	-	0.3	0.31
5	1	NO	18	36%	55	24%	SI	SI	SI	SI	-	-	-	0	0	-	0.3	0.32
10	1	NO	22	29%	27	43%	NO	SI	SI	SI	-	-	-	0	0	-	0.3	0.34
5	1	NO	13	31%	53	22%	NO	SI	NO	SI	-	-	-	0	0	-	0.3	0.32
8	1	SI	20	21%	60	35%	SI	SI	SI	SI	-	-	-	0	0	-	0.3	0.3
6	1	NO	11	35%	40	40%	SI	SI	SI	SI	-	-	-	0	0	-	0.3	0.3
MEDIA			*16*	*28%*	*61*	*35%*			*0*						*0*		*0*	
IRRORATRICI A LEVA																		
12	2	NO	48	23%	77	60%	NO	SI	SI	SI	SI	0,75	20%	0	673	46%	-	-
16	2	NO	26	33%	110	55%	NO	SI	SI	SI	SI	0,71	28%	0	366	22%	-	-
16	2	NO	108	18%	53	20%	NO	SI	SI	SI	SI	2,27	14%	0	273	24%	-	-
18	2	NO	135	23%	106	29%	NO	NO	SI	SI	SI	0,63	16%	0	20	16%	-	-
12	2	SI	44	21%	60	35%	SI	SI	SI	SI	SI	0,46	3%	0	30	25%	-	-
16	2	NO	24	24%	20	40%	NO	SI	NO	SI	SI	0,39	25%	0	60	30%	-	-
20	2	NO	62	17%	40	42%	NO	SI	NO	SI	SI	0,46	18%	0	120	28%	-	-
MEDIA			*64*	*20%*	*67*	*51%*			*0*			*.81*	*18%*	*0*	*220*	*37%*		
LIMITI PROPOSTI			70 ml		250 ml							da fissare		5 ml	5 ml		1,43 volte press. max dichiarata	

* l'esito è considerato positivo solo se tutte e tre le macchine provate hanno superato la prova
** l'esito è considerato positivo solo se l'irroratrice è risultata stabile in tutte e 4 le posizioni previste

L'esito della prova relativo alla quantità di miscela residua sull'esterno del serbatoio (Tab. 2, quarta colonna), ha fornito risultati più che soddisfacenti, in quanto solo per due irroratrici è stato superato il limite di accettabilità proposto (70 ml). In particolare, per ciò che riguarda le irroratrici a compressione, il valore medio di miscela residuo sul serbatoio è risultato pari a 16 ml, mentre nel caso di quelle a leva tale valore e salito a 64. Il valore medio del coefficiente di variazione (CV) calcolato sulla media delle 3 ripetizioni effettuate per ciascuna irroratrice è risultato pari al 28% nel caso delle irroratrici a compressione e del 20% per quelle a leva.

Per ciò che riguarda il residuo interno (Tab. 2, colonna 5), tutti i valori registrati sono risultati inferiori al limite proposto (250 ml). Complessivamente il livello di ripetitività di tale test è risultato piuttosto scarso soprattutto nel caso delle irroratrici a leva (CV medio = 51%); ciò è probabilmente dovuto al fatto che non risulta facile per l'operatore che effettua la prova individuare il momento esatto in cui interrompere il pompaggio e l'erogazione del liquido.

Fig. 3 – Esito delle prove di resistenza degli spallacci.



La prova di stabilità effettuata su un piano inclinato del 15% (Tab. 2, colonna 6) è stata superata da tutte le irroratrici, tranne una, ma solo quando il serbatoio era riempito alla capacità nominale. Viceversa, con serbatoio vuoto, nel 64% dei casi le irroratrici provate sono risultate instabili in almeno una delle posizioni previste. Riducendo l'inclinazione di cinque punti percentuali, si sono ottenuti risultati decisamente migliori (Tab. 2, colonna 7): solo il 14% delle irroratrici ha ancora avuto problemi di stabilità con serbatoio vuoto, mentre con serbatoio pieno tutte le irroratrici hanno superato la prova.

È sempre stato possibile effettuare il riempimento del serbatoio in un tempo inferiore ai 60 secondi (Tab. 2 colonna 8). Le perdite di miscela durante la fase di riempimento sono risultate di entità molto ridotta (media = 0,81 ml) e la ripetitività delle prove è stata, complessivamente, sufficiente (CV medio = 18%).

Nessuna delle irroratrici oggetto dei rilievi, dopo essere stata sottoposta alla prova di caduta guidata, ha presentato rottura, o gocciolamento o un cattivo funzionamento.

Tutte le irroratrici a compressione sono risultate perfettamente a tenuta e non hanno presentato alcuna perdita per gocciolamento (Tab.2 colonna 9), sia in posizione verticale che in orizzontale. Grossi problemi si sono, invece, registrati in seguito all'esecuzione della prove con le irroratrici a leva (Tab. 2 colonna 10). In particolare, in corrispondenza delle prove in posizione orizzontale di tali tipologie di macchine si è sempre verificato un notevole gocciolamento (ben superiore al limite previsto di 5 ml) dovuto essenzialmente alla imperfetta tenuta del tappo e della guarnizione del pistone della pompa.

La prova di funzionalità della valvola di sovrapressione (Tab. 2 colonna 11) dal canto suo, ha sempre evidenziato una sua apertura ad una pressione inferiore a quella massima consentita (1,43 volte la pressione massima nominale).

CONCLUSIONI

Le prove effettuate, oltre a fornire alcune utili indicazioni sulla resistenza e sulla funzionalità dei più comuni modelli di irroratrici spalleggiate commercializzate in Italia, hanno permesso di valutare la validità o meno della metodologia di prova proposta (elevata o modesta ripetitività dei risultati ottenuti) e di indicare quali, fra le prove previste dalla bozza di norma, presentano i limiti di accettabilità più difficili da raggiungere.

In particolare, per quanto riguarda l'aspetto ripetitività, le prove che hanno fornito i CV inferiori sono state quelle relative al deposito esterno e alla portata di riempimento, mentre valori decisamente più elevati sono stati registrati nella determinazione del residuo di prodotto interno al serbatoio e nelle perdite per gocciolamento.

I principali limiti funzionali delle macchine oggetto delle prove hanno riguardato gli spallacci e i relativi punti di aggancio, la stabilità su piano inclinato e le perdite per gocciolamento.

Per quanto riguarda la resistenza degli spallacci, sulla base dei risultati dalle prove condotte, il gruppo di lavoro WG 5 ha deciso di ridurre l'altezza di caduta da 300 a 200 mm e il numero di prove da eseguire da 12 a 10. Per ciò che riguarda la prova su piano inclinato, vista la difficoltà a mantenere stabile l'irroratrice vuota ad una pendenza del 15%, è stato stabilito di effettuare la prova, sempre a serbatoio pieno e vuoto, solo su un piano con inclinazione del 10%. Sarà, invece, compito dei costruttori effettuare sulle loro attrezzature tutte le modifiche necessarie affinché dalle stesse non si verifichino perdite per gocciolamento che potrebbero avere ripercussioni negative sulla salute dell'operatore.

Grazie alle prove effettuate e a quelle che si prevede di condurre nella prima metà del 2002, si ritiene sia possibile redigere entro il prossimo anno la stesura definitiva della prima parte della normativa ISO in oggetto, mentre, per la parte 2 relativa ai limiti di accettabilità, si dovrà probabilmente attendere il termine del 2003.

LAVORI CITATI

FAO, 1998. Agricoltural pesticides sprayers: FAO guidelines on equipment quality control and use and FAO minimum standard, vol. 1, 9-19.

FAO, 1998. Agricoltural pesticides sprayers: FAO technical standards: sprayer specification and test procedure, vol. 2, 5-38.

ISO TC 23/SC 6; ISO/CD 19932-1. Equipment for crop protection. Manually operated sprayers. Part 1: test methods.

MATTHEWS G.A., 1993. Application to field crops: manually carried equipment. *In*: Application technology for crop protection (AA. VV.). CAB International, 147-161.