

Valutazione tossicologica del fenomeno di “deriva” nei trattamenti antiparassitari ed elementi per la minimizzazione del rischio.

A. Betta*, M. Lorenzin **

* Settore Operativo di Medicina del Lavoro n. 2 – Provincia Autonoma di Trento.

** Settore Operativo per le attività di Laboratorio Chimico-Fisico – Provincia Autonoma di Trento

Riassunto

E' stato effettuato uno studio triennale per valutare lo spostamento e la dispersione dal bersaglio dei prodotti antiparassitari utilizzati durante il trattamento di frutteti in diverse condizioni operative (presenza o assenza di vento, uso di prodotti volatili o non volatili). Sulla base dei dati rilevati è stata effettuata una stima dall'esposizione umana a varie distanze dai confini dell'area oggetto di trattamento antiparassitario ed è stato inoltre stimato il rischio espositivo correlato al fenomeno di deriva per i principi attivi maggiormente utilizzati nella provincia di Trento.

E' stata infine messa a punto una semplice matrice matematica per individuare le condizioni che determinano il minor rischio di deriva, a supporto della decisione di effettuare un trattamento antiparassitario con la maggiore sicurezza possibile.

Introduzione

Lo spostamento e la dispersione dei prodotti irrorati durante il trattamento antiparassitario delle colture verso gli obiettivi diversi da quelli prefissati viene descritto come “fenomeno di deriva”.

I fattori che influenzano il fenomeno sono molteplici e sono analiticamente descritti altrove (Betta e Lorenzin, 1990). Essenzialmente sono costituiti dal tipo di composto in uso, dalla dose di utilizzo, dalle condizioni meteorologiche, dalla tipologia colturale, dalla dimensione delle particelle, dal tipo di attrezzatura utilizzata, dal grado di manutenzione della stessa e dal comportamento dell'operatore.

Di fatto la quota di principio attivo che giunge effettivamente al bersaglio è molto modesta, sempre considerevolmente inferiore al 100%, anzi secondo alcuni autori (Hall et al., 1985) potrebbe essere pari solamente all'1-3% dell'antiparassitario irrorato; in ogni caso le quote disperse nell'ambiente, a cominciare dalla immediata ricaduta sul terreno durante il trattamento, risultano sempre molto consistenti (Hayes, 1975).

E' evidente quindi che vi può essere un rischio per la salute non solo per l'operatore agricolo ma anche per la popolazione generale e che ogni sforzo deve essere prodotto per la minimizzazione di tale impatto.

A tal fine abbiamo tentato di trarre indicazioni utili per la valutazione del rischio tossicologico per la salute umana quantificando il fenomeno di deriva in condizioni, in certa misura, standardizzate, sforzandoci di ridurre per quanto possibile il numero delle molteplici variabili in causa.

Abbiamo quindi fatto eseguire trattamenti antiparassitari con macchine distributrici (atomizzatori) ad alto volume, considerate rappresentative delle macchine più diffuse attualmente nella nostra frutticoltura, con prodotti antiparassitari costituiti da principi attivi

scarsamente volatili e mediamente volatili, e facendoli utilizzare in condizioni di assenza di vento e di brezza.

Sono invece stati mantenuti costanti l'operatore (esperto ed istruito sulle modalità corrette di irrorazione con atomizzatore), la dose di prodotto per ettaro, l'attrezzatura (con pressione di erogazione, ugelli e manutenzione meccanica controllati).

Materiale e metodi

Il fenomeno di deriva è stato valutato "immediatamente dopo la fuoriuscita del prodotto della macchina irroratrice", secondo il protocollo E.P.A. (Holst, 1986).

1. Area geografica

L'area geografica, scelta con caratteristiche meteorologiche e di tipologia colturale (frutteto di mele) rappresentativa del territorio della provincia di Trento, corrisponde all'Azienda agricola "Maso delle Part" appartenente alla Stazione agricola e Forestale di S. Michele all'Adige (Trento).

L'area si presenta interessante sotto il profilo meteorologico dei venti predominanti; infatti, in caso, di presenza di vento, la direzione seguita è costante, lungo l'asse principale della valle, verso Sud o verso Nord, con uno scostamento massimo di più o meno 30 gradi.

2. Scelta dei principi attivi

Nelle prove di campo sono stati utilizzati un anticrittogamico (Vinclozolin) rappresentativo dei prodotti a bassa volatilità (tensione di vapore 0.016 mPa a 20°C (Worthing e Hance, 1991)) e un insetticida (Clorpyrifos-metil) rappresentativo di prodotti dotati di media volatilità (tensione di vapore 5.6 mPa a 25°C (Worthing e Hance, 1991)).

3. Tipi di campionamento

Sulla base dei dati di letteratura (Gohlich, 1982; Ade et.al. 1985; Holse e Ellwanger, 1984; Akesson e Yates, 1964) si è deciso di effettuare campionamenti dell'aerosol per deposizione passiva su superfici verticali e su superfici orizzontali e per rilevazione in aria mediante pompe aspiranti; i campionatori vengono collocati ad intervalli regolari e a distanze crescenti dall'area agricola trattata. Le modalità del campionamento per deposizione ed in aria sono state descritte altrove (Betta et al., 1987). Nel caso del composto volatile (Chlorpyrifos-metil) si è usato un campionatore doppio stadio, dotati di filtri in fibra di vetro (Gelman type A/E, diametro 47 mm) e resina adsorbente XAD-4 (20 ml., 20-50 Mesh, residue free – ALLTECH Ass.).

4. Metodi analitici

Il metodo analitico per la determinazione del Vinclozolin è stato descritto in Betta et al. 1987. Per il Clorpyrifos-metil si è proceduto dopo estrazione dai filtri e dalle resine tramite acetone RS Erba (100 ml in bagno ad ultrasuoni per 15 min.) e concentrazione a 2-10 ml con evaporatore rotante (temp. max bagno 30 C), i campioni ottenuti vengono analizzati in continuo per mezzo dell'iniettore automatico HP-7673° accoppiato a gascromatografo capillare HP 5890°.

Gasromatografo HP 5890° dotato di un rilevatore NPD equipaggiato con una colonna HP-1 12 m x 0.2 mm, spessore fase 0.33 μm ; gas di trasporto: He (105 Kpa pressione in testa); gas ausiliari: H₂ 3 ml/min; aria 100 ml/min; N₂ 30 ml/min; temperature operative: iniettore 200 C, detector: 250 C; colonna: t iniziale 90 C per 1 min. 20 C/min fino a 150 C poi 5 C/min. fino a 250 C, 5 min a 250 C. Iniezione di 1 μl splitless con bypass della valvola per 0.7 min.

I filtri e le resine sono conservati a una temperatura di -18 C fino al momento dell'analisi.

Le quantità di Chlorpyrifos-metil negli estratti concentrati viene calcolata con il metodo dello standard interno (Chlorpyrifos) aggiunto alla soluzione da analizzare. L'efficienza dell'estrazione valutata con diverse prove di recupero di quantità variabili di Chlorpyrifos-metil depositata su filtri e si resine, è risultata soddisfacente (superiore all'80%).

5. Rilevazione condizioni meteorologiche durante le prove in campo

Le condizioni generali di temperatura, umidità relativa e pressione atmosferica sono state ricavate dalle rilevazioni della stazioncina di rilevazione fissa presente nell'Azienda, cui sono stati aggiunti dati "puntiformi" (velocità del vento) rilevati in prossimità della particella trattata, tramite centralina microclimatica LSI tipo uclima 2, con stampante analogica.

6. Stima dell'esposizione umana

I dati relativi ai livelli di prodotto antiparassitario aerodispersi e alle quantità depositate su superfici verticali ed orizzontali misurati con le metodiche sopra descritte alle varie distanze dal bersaglio, hanno fornito la base per la valutazione. Nel caso dell'aerosol campionato tramite pompe aspiranti, la quota trattenuta dal filtro in fibra di vetro è stato considerato come se tutto fosse costituito da particelle inalabili. Sulla base di dati di letteratura (Davis, 1980 e Jensen, 1984) abbiamo quindi stimato l'esposizione di un soggetto di 70 kg, che inali 10 m³/die di aria, presumendo un assorbimento polmonare delle sostanze inalate pari al 100%, con un'area cutanea esposta pari al 50% della superficie cutanea totale (1.6 m²) e un assorbimento per cutaneo pari al 10% della dose depositata. Abbiamo supposto inoltre, in accordo con Shehata (Shehata, et al. 1984) che i principi attivi considerati siano uniformemente distribuiti durante il periodo delle 24 ore.

7. Criteri di rischio

Nella valutazione del rischio per la salute nella popolazione generale, comprendenti soggetti di varia età, con stato di salute molto diversificato e con diversa sensibilità ai tossici, non è opportuno ricorrere al raffronto con i limiti ponderati fissati per gli ambienti di lavoro, come ad esempio i TLVs dell'American Conference of Government Industrial Hygienists americana o di altre organizzazioni.

Infatti queste standards occupazionali sono stabiliti per proteggere lavoratori sani esposti ad una sostanza chimica per 8 ore giornaliere, 5 giorni alla settimana per l'arco della vita lavorativa (Committee on threshold Limit Values, 1971).

Ci riferiamo piuttosto, dove esistono, alle quantità che non evidenziano effetti tossici nell'animale da esperimento (NOEL = No Observed Effect Level) o alle dose giornaliera ammissibile per l'uomo (ADI = Acceptable Daily Intake) definita dall'OMS come la quantità di composto chimico che può essere assunta giornalmente senza esporre l'uomo ad

alcun rischio apprezzabile, calcolata esaminando tutti i dati scientifici disponibili all'epoca della sua determinazione (Vettorazzi, 1987).

Risultati

Nelle tabelle I e II sono riportate le quantità minime e massime di Vinclozolin e di Chlorpyrifos-metil rilevate per deposizione su filtri ed in aria, a distanze prefissate dall'ultimo filare di piante da frutta; complessivamente 12 prove effettuate rispettivamente in assenza di vento e in presenza di brezza (velocità del vento < 2 m/s).

Distanza	Filtri sul terreno		Filtri verticali		Aria	
	Vento Assente	Vento Presente	Vento Assente	Vento Presente	Vento Assente	Vento Presente
	ng/cm ²		ng/cm ²		µg/m ³	
5 m	187-525	885-2200	53-614	770-1630		
10 m	13-72	187-714	2-44	223-931	0.5-4.9	1.4-5.4
20 m	2-29	61-197	0-2	120-425	0.2-1.4	
30 m	0-5	43-70	-	92-233		
50 m	-	11-25	-	38-71	0.2	0.6-1.1
70 m	-	4-10	-	16-21		
100 m	-	1-2	-	1-10		0.2-0.3

Distanza	Filtri sul terreno		Filtri verticali		Aria	
	Vento Assente	Vento Presente	Vento Assente	Vento Presente	Vento Assente	Vento Presente
	ng/cm ²		ng/cm ²		µg/m ³	
5 m	382-3120	2500	49-1600	1630		
10 m	3-197	870	6-39	410	0.2-17.2	24.9
20 m	1-10	150	1-9	245		
30 m	1-2	55	1-3	122		
50 m	0-1	36	-	45	0.1-0.9	2.8
70 m	-	7	-	11		
100 m	-	1	-	3	0.1-0.5	0.7

Nelle tabelle III e IV sono riportati i valori stimati dell'assorbimento potenziale dei due principi attivi con cui sono state effettuate le prove (rispettivamente Vinclozolin e Chlorpyrifos-metil) attraverso la via inalatoria e la via per cutanea a diverse distanze dell'area trattata.

Tabella III			
Range dell'assorbimento giornaliero stimato (via inalatoria, cutanea e totale) a varie distanze dall'area trattata; (Vinclozolin).			
Valori stimati di assorbimento (Vinclozolin)			
Distanza (m)	Via inalatoria range (mcg/die)	Via dermica range (mcg/die)	Esposizione totale range (mcg/kg/die)
10	5-54	38.4-17875	0.62-256.1
50	2-14	0-1363	0.02-19.6
100	2-3	0-192	0.02-2.7

Tabella IV			
Range dell'assorbimento giornaliero stimato (via inalatoria, cutanea e totale) a varie distanze dall'area trattata; (Clorpyrifos-metil).			
Valori stimati di assorbimento (Clorpyrifos-metil)			
Distanza (m)	Via inalatoria range (mcg/die)	Via dermica range (mcg/die)	Esposizione totale range (mcg/kg/die)
10	2-249	57.6-16704	0.85-242.1
50	1-28	19.2-864	0.28-12.7
100	1-7	0-57.6	0.01-0.9

Dalle tabelle III e IV si può notare come l'assorbimento stimato nelle 24 ore abbia un andamento solo lievemente differenziato per i due prodotti. Varia invece la valutazione del rischio, in accordo con la diversa tossicità dei due principi attivi. Infatti nel caso del Vinclozolin, a 10 m dal campo trattato il livello superiore dell'intervallo di variazione in cui è espressa l'esposizione totale risulta più elevato dal valore di ADI che è pari a 0,04 mg/kg (FAO, 1986). Nel caso del Chlorpyrifos-metil i valori di ADI – pari a 0.01 mg/kg (Worthing e Hance, 1991) vengono superati a 50 m di distanza dal campo trattato, mentre a 10 m viene superato anche il relativo valore di NOEL, pari a 0.01 mg/kg/die (Richter et. al., 1986). I livelli più elevati di esposizione si raggiungono in corrispondenza dei trattamenti effettuati in presenza anche di sola brezza.

Dalle tabelle 3 e 4 si può inoltre osservare come la quota stimata di assorbimento totale non vari significativamente nei valori minimi e massimi e nei trend, pur essendo i due principi attivi dotati di caratteristiche fisico-chimiche diverse. Utilizzando quindi i valori medi delle quote massime di assorbimento giornaliero relative ai due prodotti (pari a 249.1, 16.1 e 1.8 mcg/kg/die rispettivamente a 10 m, 50 m, 100 m dal campo trattato) e considerando, in via ipotetica, che principi attivi diversi ma con formulazioni commerciali simili si comportino in maniera analoga rispetto alla deriva, abbiamo stimato in via del tutto indicativa il comportamento dei principi attivi utilizzati nella provincia di Trento nel settore frutticolo, rispetto al superamento dei relativi valori di ADI e NOEL alle tre distanze considerate per dosi di utilizzo sovrapponibili quelle usate nelle nostre prove (1.5 – 2 kg

p.a./ha), (Tabella V). I valori di riferimento come ADI e NOEL riportati nella tabella sono quelli stabiliti dai relativi Joint Meetings FAO/WHO.

Principio attivo	ADI mg/kg	NOEL mg/kg/die	Superamento 10 m	ADI 50 m	NOEL 100 m
Acephate	0.03	0.3	*		
Amitraz	0.03	0.25	*		
Azinphos methyl	0.00025		*	*	
Azocyclotin	0.003	0.25	*	*	
Benomil	0.02		*		
Bitertanolo	0.01	1	*	*	
Bromophos	0.04	0.4	*		
Bromopropilate	0.008		*	*	
Carbendazim	0.01		*	*	
Chlorpyrifos	0.01	0.1	* (*)	*	
Clofentezine	0.02	1.72	*		
Diazionone	0.002		*	*	
Diflubenzuron	0.01		*		
Dodina	0.01		*	*	
Endosulfan	0.006	0.57	*	*	
Fenbutadin-oxide	0.03		*		
Mancozeb	0.05		*		
Methidathion	0.005		*	*	
Oxidemeton methyl	0.0003	0.03	* (*)	*	*
Phosalone	0.006		*	*	
Pirimicarb	0.02	1.8	*		
Propargite	0.15		*		
Thiabendazole	0.3	3			
Thiophanate methyl	0.08		*		
Triadimefon	0.03		*		
Vamidothion	0.008	0.08	* (*)	*	
Triforine	0.02		*		
Zineb	0.05	50	*		
Ziram	0.02	5	*		

Discussione e conclusione

Le stime di rischio sopra riportate sono state ottenute volutamente semplificando una serie di fattori che invece possono giocare un ruolo determinante nell'incrementare o diminuire il rischio stesso.

Infatti non è stato ad esempio tenuto in considerazione il contributo della quota di antiparassitario che può essere rilevata a distanza di più di un'ora dal trattamento e tale fenomeno può essere di particolare rilevanza in caso di utilizzo di principi attivi volatili. In effetti, nel caso degli esteri fosforici, sono stati segnalati effetti biologici, nello specifico una riduzione fino al 30% dei valori delle colinesterasi plasmatiche ed eritrocitarie, nella popolazione residente in aree agricole intensamente trattate e con abitazioni situate tra 50 e 1000 m dalle colture trattate (Richter et. al., 1986).

Dovrebbero inoltre ovviamente essere tenute in considerazione le caratteristiche chimiche e tossicologiche dei singoli prodotti, la loro suscettibilità a subire trasformazioni una volta raggiunta l'atmosfera nell'aerosol di trattamento. I criteri di riferimento da noi presi in considerazione per stabilire il rischio, (ADI e NOEL) possono non essere adeguati per stabilire il rischio da esposizione inalatoria, essendo in gran parte ricavati da studi sperimentali di esposizione orale e cutanea.

L'esposizione della popolazione generale avviene in maniera saltuaria e non continuativa. Un fatto inoltre risulta importante. Nonostante la standardizzazione di almeno una parte delle variabili in causa, dai dati raccolti risulta che il fenomeno di deriva mostra una grande variabilità: a 10 metri dal campo trattato le quote depositate e aerodisperse presentano una variabilità caratterizzata da un fattore 4, che sale ad oltre 10 in presenza di modeste brezze.

Altri (Witt, 1984) hanno osservato addirittura che l'incremento – o il decremento – della deposizione per deriva può variare da 10 a 1000 volte a seconda delle variazioni nel diametro delle goccioline, dei metodi di applicazione, delle condizioni meteorologiche e della tipologia culturale.

La stessa dimensione dell'area trattata può portare ad oscillazioni nelle quote di principio attivo rilevate comprese tra 2 e 10 volte (Witt, 1984).

In conclusione, dai dati raccolti risulta che la possibilità di esposizione della popolazione esiste, anche se il rischio tossicologico può essere estremamente variabile.

Quindi, in relazione alla possibilità di fissare distanze minime di sicurezza per garantire la salute pubblica, concordiamo con Gohlich (Gohlich, 1982) che è impossibile fissare distanze standard o zone "cuscinetto" tra colture e popolazione generale che possano essere definite di sicurezza assoluta per la protezione dai residui e, soprattutto, valide per ogni condizione e qualsivoglia principio attivo.

La "sicurezza" sarà quindi in funzione del pesticida utilizzato, della sua tossicità e del suo comportamento ambientale – importante soprattutto nelle fasi seguenti il trattamento – la natura e la sensibilità delle zone sottovento, la natura del metodo di applicazione, le condizioni meteorologiche e così via.

Poiché tali fattori possono essere messi in relazione tra loro, può essere utile fissare le condizioni che assicurino il livello minimo di deriva, "pesando" ciascuna variabile in una matrice che permetta la determinazione di un valore soglia risultante, sulla base del quale possa essere presa la decisione se a quali condizioni effettuare un trattamento. Nella tabella VI è rappresentata una matrice a 4 fattori (sensibilità del bersaglio potenziale della deriva, distanza del bersaglio, classe tossicologica del prodotto usato, velocità del vento) che affida un diverso peso alle variabili a seconda delle varie situazioni in cui potrebbe avvenire l'erogazione della miscela antiparassitaria. Le dimensioni delle particelle non rientrano tra le variabili esaminate e quindi nel calcolo valutativo, in quanto l'assunto è che il trattamento venga effettuato con atomizzatori ad alto volume, che formano particelle di diametro mediano pari a 200-300 micron, oggetto del presente lavoro, e non di altro tipo.

Tabella VI					
Fattori relativi al fenomeno di deriva e punteggio assunto al variare delle condizioni di trattamento					
Bersaglio potenziale*	Non sensibile	Sensibile			
punteggio	0	3			
Distanza del bersaglio sottovento **	< 50 m	51-100	>100 m		
punteggio	10	5	3		
Classe di tossicità ***	I (+ tox)	I (tox)	II (nocivo)	III	IV
punteggio	8	7	6	3	1
Vento (m/s)	0-1.0	1.1-2.5	2.6-4.5	> 4.5	
punteggio	1	4	8	10	
* Non sensibile: presenza di altre aree con colture non sensibili al principio attivo; * Sensibile: presenza di persone, specie bambini e collettività varie; coltivazioni di ortaggi o frutta di pronto consumo; ** se sopravvento il punteggio va dimezzato; *** DPR 24 maggio 1988 n. 223 e DM 2 agosto 1990 n. 258					

I dati numerici ottenibili dalla somma dei punteggi relativi alle varie condizioni in cui si presentano i quattro fattori considerati sono stati da noi raggruppati in tre classi di punteggio di rischio:

- a) 6-12 (rischio basso)
- b) 13-20 (rischio medio)
- c) 21-31 (rischio elevato)

Le condizioni ottimali realizzano un punteggio di rischio basso o medio; il passaggio dalla classe di rischio medio a quella di rischio elevato realizza il superamento di valori soglia che sconsigliano di effettuare – nelle attuali condizioni – i trattamenti programmati.

Ciò significa che è necessario modificare o attendere la modifica di almeno una delle condizioni che hanno contribuito ad innalzare il punteggio.

L'utilizzo della matrice può quindi divenire una delle condizioni che contribuiscono a minimizzare il fenomeno di deriva, offrendo nel contempo all'agricoltore in procinto di effettuare trattamenti in zone agricole densamente abitate l'opportunità di riflettere sulla sua scelta, al di fuori di false certezze in ordine a presunte "distanze di sicurezza".

Bibliografia

- Ade G. Baraldi G., Comai M., De Stanchina G. (1985). Aspetti dell'irrorazione a medio e basso volume in frutticoltura – Economia Trentina, 1, 36-40.

- Akesson N. Yates W.E. (1964). Problems relating to application of agricultural chemicals and resulting drift residues – *Ann. Rev. Entomol.*, 9, 285-318.
- Betta A., Lorenzin M., Micheli R. (1987). Valutazione del fenomeno di deriva di antiparassitari utilizzati nella difesa delle colture agricole - Primi risultati – Atti “6° Simposio Chimica degli Antiparassitari. Antiparassitari agricoli nell’ambiente e negli alimenti”, Piacenza 26-27 novembre, 7-17.
- Betta A., Lorenzin M. (1990). Valutazione della dispersione ambientale di antiparassitari derivante dai trattamenti di difesa delle colture agricole. Quantificazione del rischio per la popolazione generale. Ricerca sanitaria finalizzata. Provincia Autonoma di Trento – Dattiloscritto.
- Committee on Threshold Limit Values (1971). Documentation of Threshold Limit Values for substances in Workroom Air – American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 37-38.
- Davis, J.E. (1980). Minimizing occupational exposure to pesticides: personnel monitoring – *Res. rev.*, 75, 33-50.
- FAO (1986). Pesticide residues in food. 1986 – FAO Plant Protection Paper n. 77, 49-51.
- FAO (1987). Pesticide residues in food. 1986. Part II: toxicology – FAO Plant Protection Paper n. 78/2, 193-207.
- Gohlich H. (1982). Abdrift im Pflanzenschutz unter Berücksichtigung von Massergebnissen am Steilhang – *Nachrichtenbl. Deut. Pflanzenschutzd.*, 34 (7), 100-109.
- Hall F.R. et. al. (1985). In “Improving agrochemical and fertilizer application technology”.
- Hall F.R. Ed. x 15-23, *Agricult. Res. Inst.*, Bethesda.
- Hayes W.J. (1975). *Toxicology of pesticides* – The Williams & Wilkins Co. Ed.
- Holst R.W. Ellwanger T.C. (1984). Pesticide assessment guidelines, Subdivision R., Pesticide Spray Drift Evaluation – EPA 540/9 – 84.
- Holst R.W. (1986). Hazard Evaluation Division, Standard evaluation procedure, Pesticide spray drift evaluation: droplet size spectrum test and drift field evaluation test – EPA 590/9 – 86-131.
- Jensen J.K. (1984). The assumptions used for exposure assessment – in Siewierski M. Ed. “Determination and assessment of pesticide exposure” Elsevier Sci. Publ., 147-152.
- Richter E.D., Rosenvald Z., Kaspi L., Levy S., Grüner N. (1986). Sequential cholinesterase tests and symptoms organophosphate absorption in field workers and in persons exposed to pesticide spray drift – *Toxicol. Lett.*, 33, 25-35.
- Shehata T., Richardson E., Cotton E. (1984). Assessment of human population exposure to carbaryl from 1982 Main Spruce budworm spray project – *J. of Environ. Health*, May/June, 293-297.
- Vettorazzi G. (1987). Residui di pesticidi negli alimenti: problemi e prospettive internazionali – Atti Convegno Naz. “Gli antiparassitari nell’agricoltura italiana”. Roma, 21-22 maggio – 25-50.
- Witt J.M. (1984). Pesticide drift: toxicological and social consequences – in Garner W.Y., Harvey J., Eds. “Chemical and biological controls in forestry”, ACS Symposium Series n. 238, 331-349.
- Worthing C.R., Hance R.J., eds (1991). *The Pesticide Manual* – IX Ed. Brit. Crop Protection Council.