

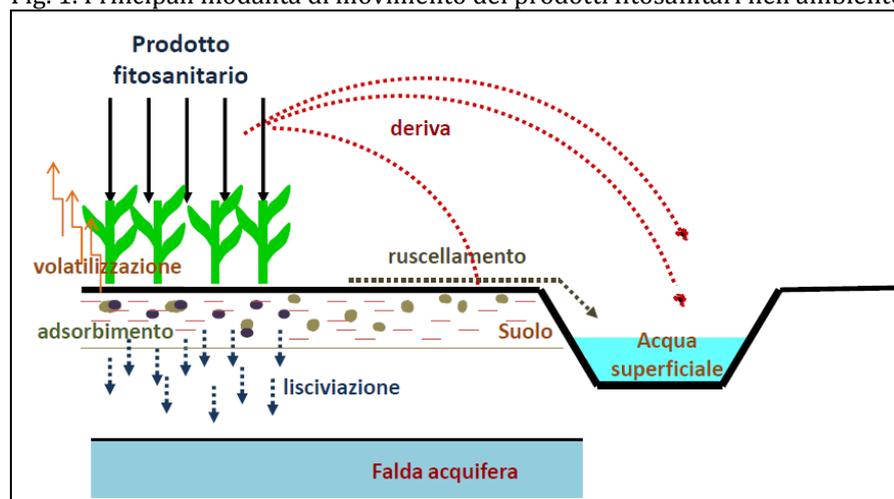
14.2 I rischi ambientali ed ecotossicologici

Maria Rita Rapagnani (ENEA UTAGRI), Floriano Mazzini e Rossana Rossi (Servizio Fitosanitario Regione Emilia-Romagna)

- Quando si esegue un trattamento fitosanitario soltanto **una parte esigua della miscela contenente la sostanza attiva raggiunge il “bersaglio”, mentre il resto viene disperso nell’ambiente.**
- **Le modalità attraverso le quali i prodotti fitosanitari si disperdono nell’ambiente** (Fig. 1) sono:
 - **la deriva:** quando la miscela viene irrorata sulla coltura, si forma una massa nebbiosa, formata da piccole goccioline che vengono trasportate più o meno lontano dal punto di applicazione principalmente per influenza del vento o del tipo di macchina irroratrice. In questo modo una parte della miscela irrorata può ricadere sul terreno e sulla vegetazione circostanti la coltura o su un eventuale corpo d’acqua che si trova nelle vicinanze
 - **la volatilità:** la miscela, durante il trattamento o dopo aver raggiunto la coltura o il terreno, può evaporare in aria ed essere trasportata lontano con il vento
 - **il ruscellamento:** la miscela, una volta raggiunto il suolo dopo il trattamento, può essere trasportata lungo la superficie del terreno, disciolta nell’acqua di ruscellamento, a seguito di un evento piovoso o con l’irrigazione. Allo stesso modo, la sostanza attiva fitosanitaria presente nella miscela può aderire fortemente alle particelle di terreno ed essere trasportata con esse quando, durante piogge intense, si verificano fenomeni di erosione del terreno a causa delle acque di ruscellamento. In questo modo la sostanza attiva fitosanitaria può raggiungere un corpo d’acqua superficiale
 - **la lisciviazione :** a seguito di una pioggia la sostanza attiva fitosanitaria che ha raggiunto il terreno, può penetrare attraverso il suolo, disciolta nell’acqua di percolazione, e per questa via raggiungere le acque di falda

L’intensità di ciascuno di questi fenomeni dipende dalle caratteristiche proprie della sostanza attiva (es. struttura della molecola, solubilità in acqua, tendenza a legarsi al terreno ecc.), ma anche dalle caratteristiche dell’ambiente (es. tessitura del suolo, conformazione del terreno, presenza di corpi d’acqua, clima ecc.)

Fig. 1. Principali modalità di movimento dei prodotti fitosanitari nell’ambiente.



- **I prodotti fitosanitari** una volta dispersi **nell’ambiente sono soggetti a:**
 - **processi di degradazione** (trasformazioni) con la formazione di una o più sostanze chimiche (metaboliti) diverse da quella di partenza a seguito di **degradazione microbica:** alcuni microrganismi presenti nel suolo sono in grado di utilizzare come fonte di nutrimento le sostanze chimiche organiche come quelle antiparassitarie. In questo modo alcune sostanze possono subire una degradazione più o meno rilevante

degradazione chimica: una sostanza chimica organica antiparassitaria presente nel suolo o nelle acque può essere degradata attraverso diversi processi chimici quali idrolisi, ossidazione, riduzione ecc, che comportano una rottura e un cambiamento dei legami molecolari creando nuovi composti
fitodecomposizione: la rottura dei legami chimici in questo caso avviene per azione della luce solare

- **variazione di concentrazione** sia della sostanza attiva che dei metaboliti nei diversi comparti ambientali (suolo, aria, acqua) per i processi di degradazione e di dispersione ambientale
 - **persistenza** in un determinato comparto ambientale (suolo, acqua, aria). La persistenza nell'ambiente viene valutata misurando il suo tempo di dimezzamento (DT 50) ovvero il tempo in cui la sua concentrazione si riduce alla metà di quella iniziale. Più elevato sarà il DT50 più la sostanza sarà persistente, ossia sarà meno disponibile alla degradazione
- **I fattori che determinano il destino ambientale di una sostanza** e che, interagendo tra loro ne determinano la concentrazione (in un comparto ambientale piuttosto che in un altro), la trasformazione e la persistenza sono:
- **le proprietà chimico-fisiche della sostanza**: influenzano il movimento, la persistenza o la degradazione nell'ambiente. A titolo di esempio:
 - *i prodotti ad elevata solubilità in acqua* tendono a muoversi con le acque piovane e raggiungere i corpi idrici superficiali (torrenti, fiumi, laghi ecc.) attraverso il **ruscellamento**. Inoltre possono **percolare** nel suolo insieme all'acqua, e raggiungere le falde acquifere molto più rapidamente di composti meno solubili
 - *i prodotti fitosanitari ad elevata capacità di adsorbimento e bassa solubilità in acqua*, si legano fortemente alla superficie delle particelle di suolo o di sedimento e tendono a restare nella zona superficiale del suolo per tempi dipendenti dalla loro resistenza alla degradazione microbica. Se il loro tempo di dimezzamento nel suolo è elevato e vengono effettuate più applicazioni, la loro concentrazione nel suolo può aumentare nel tempo
 - **le caratteristiche dell'ambiente**: presenza di corpi d'acqua superficiali o profondi, geomorfologia del territorio, tipologia dei suoli.
Tipologia dei suoli. Le proprietà del suolo possono influenzare la velocità e le modalità di degradazione di una sostanza attiva ed il suo movimento dal sito di applicazione. Ad esempio: *suoli ricchi di argilla e di materia organica* offrono un'elevata possibilità di legami chimici. In questo caso le sostanze antiparassitarie tenderanno a legarsi con il terreno e più difficilmente si muoveranno insieme con le acque superficiali e di percolazione. Salvo alcune eccezioni i suoli ricchi di argilla prevengono la lisciviazione della sostanza attiva verso le acque di falda. In un terreno ricco di sostanza organica inoltre, la concentrazione delle sostanze attive potrà nel tempo diminuire per l'azione dei microrganismi presenti in grado di degradarle. Si può quindi dire, in generale, che quando una sostanza fitosanitaria è fortemente adsorbita alle particelle di sostanza organica o di argilla anche il rischio di contaminazione delle acque di falda o delle acque superficiali è ridotto.
Tessitura del suolo e porosità. Possono influenzare il "destino ambientale" dei prodotti fitosanitari. Nei suoli sabbiosi l'acqua si muove rapidamente aumentando la possibilità che una sostanza attiva percoli e raggiunga le acque di falda.
Pendenza del terreno. Favorisce fortemente il ruscellamento delle sostanze attive fitosanitarie con le acque piovane, aumentando così il rischio di contaminazione delle acque superficiali.
 - **le condizioni climatiche** quali la pioggia, il vento, l'umidità, la temperatura, l'incidenza della luce solare ecc. influenzano le modalità di "trasporto" e di "trasformazione" del prodotto fitosanitario. Ad esempio, un aumento della temperatura può portare ad una maggiore volatilità del prodotto e quindi un suo trasporto con l'aria.

Valutazione del rischio ambientale

Rischio di contaminazione delle acque superficiali e di falda – Modelli di previsione

La contaminazione delle acque superficiali e di falda viene stimata attraverso l'impiego di modelli previsionali. Tali modelli sono stati valutati e selezionati da un gruppo di lavoro europeo attivo dal 1993 e denominato FOCUS (**FORum for Co-ordination of pesticide fate models and their USE**) <http://focus.jrc.ec.europa.eu/>.

I modelli selezionati dal gruppo FOCUS attualmente vengono utilizzati, per la valutazione del rischio di contaminazione delle acque superficiali e di falda, nell'ambito del processo di valutazione per l'immissione in commercio dei prodotti fitosanitari a livello europeo, ai sensi del Regolamento europeo n.1107/2009.

Essi sono in grado di stimare il *potenziale trasporto in falda o nelle acque superficiali* delle sostanze attive fitosanitarie e dei loro metaboliti sulla base delle caratteristiche chimico-fisiche del prodotto fitosanitario, delle modalità e dosi di utilizzo, delle caratteristiche delle diverse colture, delle diverse tipologie di suolo, delle proprietà fisiche del suolo e delle caratteristiche climatiche (piogge, temperatura).

Tali modelli permettono quindi di prevedere le *potenziali concentrazioni* nelle acque di falda e nelle acque superficiali delle sostanze attive e dei loro metaboliti, a seguito dell'uso di un determinato prodotto fitosanitario su una specifica coltura. Tali concentrazioni sono definite come segue:

PEC (Predicted Environmental Concentration) o **Concentrazioni ambientali prevedibili**, distinte in :

PEC_{gw} concentrazioni nelle acque di falda

PEC_{sw} concentrazioni nelle acque superficiali

PEC_{soil} concentrazione nel suolo

PEC_{sed} concentrazione nel sedimento

Il valore della PEC_{gw} riveste particolare importanza nella procedura di autorizzazione di un prodotto fitosanitario, perché soltanto se il suo valore è inferiore a 0,1 µg/l il rischio di contaminazione delle acque di falda è considerato accettabile ed il prodotto può essere autorizzato.

Si ricorda che il valore 0,1 µg/l è il valore soglia di riferimento normativo per la presenza di una sostanza chimica nelle acque di uso potabile.

Rischio ecotossicologico

I prodotti fitosanitari possono determinare effetti tossici, acuti e a lungo termine, sugli organismi "non bersaglio" (ossia che non sono il target del trattamento fitosanitario) terrestri e acquatici, animali e vegetali.

Gli effetti tossici sono determinati dalla *tossicità propria della sostanza attiva fitosanitaria e dei suoi prodotti di degradazione*, e dai *livelli di concentrazione che verranno raggiunti nel tempo nei diversi comparti ambientali* (acqua, suolo, aria, biota che considera l'insieme degli organismi animali e vegetali presenti) a seguito della dispersione del prodotto fitosanitario nell'ambiente.

Le sostanze attive fitosanitarie possono, in alcuni casi, anche penetrare e concentrarsi negli organismi attraverso i processi di "bioaccumulo" e "biomagnificazione". Il bioaccumulo è il processo attraverso il quale le sostanze tossiche persistenti si accumulano all'interno di un organismo, in concentrazioni superiori a quelle riscontrate nell'ambiente circostante. La biomagnificazione è il fenomeno di concentrazione delle sostanze attive negli organismi man mano che si procede dai livelli più bassi a quelli più alti della catena alimentare. Tali processi vanno attentamente valutati in quanto costituiscono vie importanti di esposizione e quindi di eventuali effetti tossici.

La valutazione del rischio per gli organismi non bersaglio

- prende in considerazione i seguenti organismi "non bersaglio": *mammiferi, uccelli, pesci, invertebrati acquatici, alghe, organismi del sedimento, piante acquatiche e terrestri, api, artropodi non bersaglio, macro- e micro-organismi del suolo*
- è indispensabile ai fini dell'autorizzazione all'impiego di un prodotto fitosanitario
- serve a prevedere e quindi a prevenire gli effetti tossici nei confronti di organismi non bersaglio, a seguito dell'impiego di un prodotto fitosanitario
- fa ricorso alla modellistica per prevedere le potenziali concentrazioni (PEC) nei diversi comparti ambientali che saranno confrontate con i dati di tossicità, per i diversi organismi, delle sostanze attive contenute nel prodotto fitosanitario

Il rischio ecotossicologico è valutato in base al:

- **TER** (Toxicity Exposure Ratio) calcolato secondo il rapporto $TER = \text{tossicità} / PEC$ dove tossicità è riferita ad un determinato organismo non bersaglio. PEC è la concentrazione prevista nel comparto ambientale riferito all'organismo considerato
- il rischio ecotossicologico per l'organismo non bersaglio è considerato accettabile se il valore dell'esposizione (PEC) è più basso del valore della tossicità di una quantità superiore o pari al fattore di sicurezza (TER superiore o uguale al *fattore di sicurezza*)
- il "*fattore di sicurezza*" varia da 1 a 100 a seconda della incertezza legata alla affidabilità degli studi di tossicità (in condizioni di laboratorio o più vicine a quelle naturali) e al fatto che gli studi di tossicità siano condotti su un limitato numero di *specie animali indicatrici* (selezionate sulla base della facilità di

allevamento, di una stabile sensibilità agli effetti tossici ecc.). L'obiettivo dell'uso del *fattore di sicurezza* è quello di proteggere l'insieme delle specie animali esistenti

- Se dal calcolo il TER risulta avere un valore inferiore al *fattore di sicurezza* allora si è in presenza di un rischio non accettabile per l'organismo non bersaglio considerato. E' possibile ridurre il rischio e riportarlo e riportarlo a valori accettabili attraverso l'adozione di "*misure di mitigazione del rischio*". Tali misure, che dovranno essere riportate in etichetta, consistono, ad esempio, nel divieto dell'impiego del prodotto in una fascia di rispetto di ampiezza determinata, dai corpi d'acqua superficiali, per proteggere gli organismi acquatici; divieto di impiego del prodotto sugli alberi da frutta, durante la fioritura, per proteggere le api ecc..