

## *Buone pratiche di veterinaria preventiva*

Linee guida della Regione Piemonte  
per il benessere degli animali in allevamento

# Prevenzione della contaminazione da diossine e PCB in allevamento

2011



Regione Piemonte - Settore Prevenzione e veterinaria  
e Servizi Veterinari delle ASL

I testi della presente pubblicazione sono stati redatti a cura di Rosanna Desiato e Giuseppe Ru, S. S. Biostatistica, Epidemiologia ed Analisi del Rischio dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale del Piemonte, Liguria e Valle d'Aosta nell'ambito del progetto *“Produzioni zootecniche e rischi ambientali in Bassa Val di Susa”* finanziato dall'Assessorato Agricoltura, Foreste, Caccia e Pesca (Direzione Agricoltura, Settore Sviluppo delle Produzioni Zootecniche ) con D.G.R. n. 47-422 del 4 luglio 2005 e con il contributo degli Assessorati Tutela della Salute e Sanità (Direzione Sanità Pubblica, Settore Prevenzione Veterinaria) e Ambiente (Direzione Ambiente, Settore Programmazione Interventi di risanamento e bonifiche).

Hanno collaborato inoltre alla realizzazione editoriale e grafica i dottori Riccardo Prato e Salvatore Romei, nell'ambito del progetto *“Buone pratiche di veterinaria preventiva; campagna informativa della regione Piemonte per la sicurezza alimentare negli allevamenti, linee guida per gli operatori del settore”* finanziato dalla Regione Piemonte con D.G.R. n 11-11770 del 20/07/2009 e affidato per la realizzazione e coordinamento alla ASL TO 3 servizio veterinario *“Igiene degli allevamenti”* del Dipartimento di Prevenzione, direttore Dr. Stefano Gatto.

## Indice

Premessa.....	p.2
Descrizione e caratterizzazione dei contaminanti.....	p.4
Parte schematica buone pratiche.....	p.10
Obiettivi.....	p.29
Sorgenti di contaminazione.....	p.30
Meccanismi di diffusione.....	p.33
Vie di esposizione.....	p.38

## Premessa

Secondo lo studioso Ulrich Bech il rischio rappresenta uno degli aspetti caratterizzanti della società contemporanea e la produzione di ricchezza è sempre più legata alla produzione dei rischi (Bech, 1999).

La salute e la sicurezza degli alimenti sono assediate da pericoli chimici, fisici e biologici: per limitarsi alla sola contaminazione del suolo l'ISPRA, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ex APAT) nel capitolo "Rischio antropogenico" dell'Annuario dei Dati Ambientali Edizione 2008 afferma che nel nostro Paese i siti potenzialmente contaminati ammontano ad almeno 15000 (ISPRA, 2008).

La scoperta di un episodio di contaminazione ambientale diffusa da microinquinanti in **Valle di Susa** ha avuto almeno il merito di avviare una riflessione sulle conseguenze negative che tali episodi possono avere sulla sicurezza degli alimenti prodotti localmente e sulle possibilità di contrastarle.

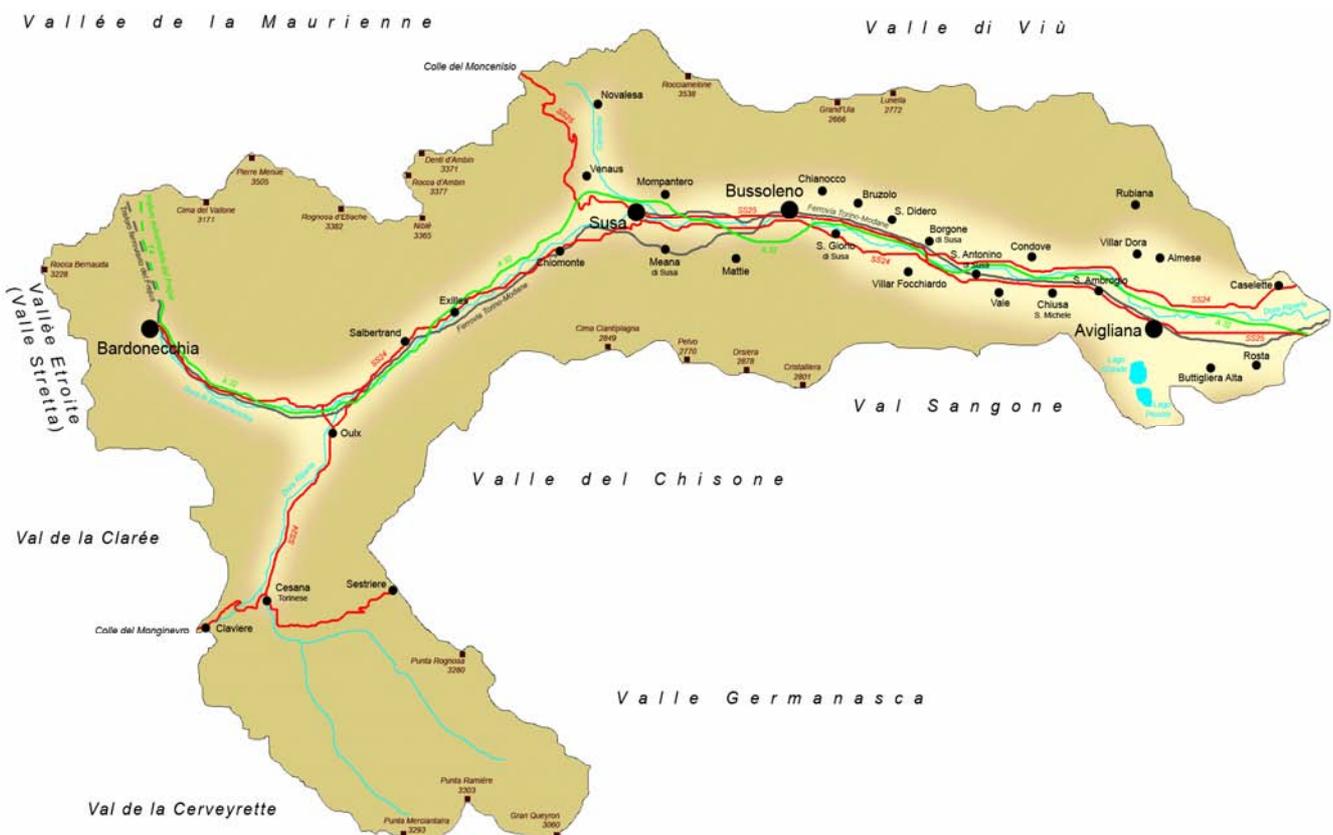
La consapevolezza di una situazione ambientale compromessa in un'area della Val Susa deriva da alcuni studi successivi di ARPA Piemonte e ex ASL5 di Collegno (Torino) avviati su sollecitazione degli abitanti e dei sindaci dei comuni di Bruzolo e San Didero. Le evidenti e continue emissioni da parte dell'AFV Acciaierie Beltrame Spa, posta nel comune di San Didero, avevano creato un clima di legittima preoccupazione e di allarme e avevano indotto le autorità locali a richiedere l'esecuzione di controlli sulle emissioni, suoli, vegetali e alimenti.

Tra il 2003 e il 2004 il prelievo di campioni in stabilimento e l'analisi del sistema produttivo da parte dell'ARPA confermavano emissioni diffuse non sottoposte a captazione e la presenza in esse di notevoli quantità, superiori ai limiti autorizzati, di metalli pesanti e microinquinanti (PCB, diossine).

Per quanto riguarda gli alimenti, tra il dicembre 2004 e il febbraio 2005 è stata condotta la prima indagine dell'ASL5 su campioni di latte. I comuni interessati dal piano di campionamento erano dislocati lungo tutta la Val di Susa, da Sauze di Cesana ad Avigliana.

Furono identificati alcuni campioni di latte e di carne fuori norma. A seguito delle positività furono applicate misure restrittive che per periodi più o meno lunghi coinvolsero 6 aziende zootecniche nei comuni di Bruzolo, San Didero, Condove, Sant'Ambrogio e Almese.

Situazioni di contaminazione ambientali come quelle descritte per l'area interessata della Valle di Susa indicano l'opportunità, al fine di tutelare la salute pubblica, di identificare buone pratiche agricole da applicare in allevamento al fine di ridurre l'esposizione degli animali alla contaminazione e di conseguenza ridurre l'esposizione umana attraverso gli alimenti di origine animale.



## Descrizione e caratterizzazione dei contaminanti

### Diossine e furani

Con il termine “**diossina**” si intende una famiglia di composti chimici divisi in due famiglie, le diossine propriamente dette e i furani (PCDD/F). Si tratta di sostanze chimiche pericolose per l'uomo e gli animali, potenzialmente cancerogene, con effetti negativi sul sistema endocrino, riproduttivo e nervoso. Diossine e furani sono prodotte in generale da qualsiasi attività di combustione, come incenerimento dei rifiuti solidi urbani e rifiuti ospedalieri, e da diverse attività industriali, quali attività siderurgiche, acciaierie, industria della carta, etc.

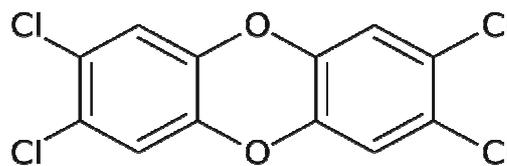
Ad oggi si conoscono ben 210 tipi di diossine e furani detti congeneri, di cui 17 altamente tossici la cui presenza viene ricercata negli alimenti di origine animale e nei mangimi zootecnici secondo i Piani Nazionali (Piano Nazionale Residui e Piano Nazionale Alimentazione Animale).

Il termine “diossina” è spesso usato come sinonimo della 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-diossina (TCDD), il congenere maggiormente tossico, definito cancerogeno certo per l'uomo dallo IARC (International Agency for Research on Cancer). Le caratteristiche fisico-chimiche delle diossine sono all'origine del loro comportamento nelle matrici ambientali e biologiche e della loro capacità di trasferirsi e accumularsi negli organismi viventi.

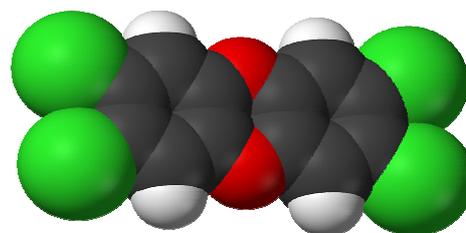
Infatti, sono composti estremamente stabili, resistenti al calore e alla degradazione chimica e biologica, altamente liposolubili, caratterizzati da una lunga persistenza nell'organismo umano pari a 4-16 anni. Sono inoltre caratterizzati dal processo conosciuto con il termine di biomagnificazione, che consiste nell'aumento delle concentrazioni nei tessuti animali lungo la catena alimentare, raggiungendo valori elevati negli animali al vertice come i carnivori e, di conseguenza, nell'uomo.

Una volta emesse da una sorgente, possono essere trasportate per lunghe distanze dalle correnti atmosferiche, e, in misura minore, dai fiumi e dalle correnti marine, rendendo così possibile la contaminazione di luoghi remoti rispetto alle sorgenti di emissione.

Nell'ambiente, e, in particolare nel suolo, si legano alla frazione organica presente e rimangono relativamente immobili: a causa della loro insolubilità in acqua non tendono a migrare in profondità ma trovano nell'acqua un'efficace via di diffusione aderendo alle particelle minerali ed organiche presenti in sospensione.

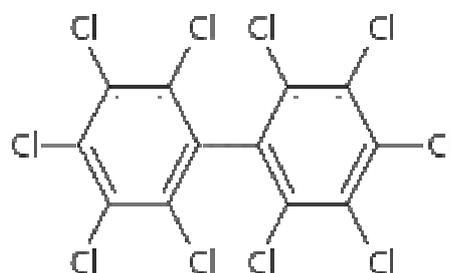


Rappresentazione della molecola di TCDD



## Policlorobifenili

I Policlorobifenili (PCB) sono molecole sintetizzate all'inizio del secolo scorso, prodotte e commercializzate in quantità notevoli come componenti di circuiti dielettrici, fluidi idraulici, plastiche e vernici per le loro proprietà di stabilità chimica e fisica, resistenza agli acidi e alle basi, non infiammabilità. A differenza delle diossine, i PCB sono sostanze chimiche prodotte intenzionalmente tramite processi industriali, ma attualmente sono state bandite a causa della loro tossicità e della loro tendenza a bioaccumularsi nell'ambiente negli organismi viventi. Lo smaltimento improprio e l'elevata persistenza li rendono ancora presenti diffusamente come contaminanti ambientali e alimentari.



Formula di struttura del  
decaclorobifenile

Anche per i policlorobifenili si conoscono numerosi congeneri (209), ma solo 12 molecole hanno caratteristiche chimico-fisiche e tossicologiche paragonabili alle diossine e ai furani e perciò vengono definiti PCB diossino-simili.

### Modalità di ingresso dei contaminanti nella catena alimentare

Il meccanismo primario di ingresso delle diossine e dei PCB nella catena alimentare terrestre è la deposizione atmosferica sui vegetali e sulla superficie dei suoli, con conseguente ingestione da parte degli animali zootecnici di foraggi e di suolo contaminati, soprattutto al pascolo (Fries, 1995).

Gli animali accumulano tali sostanze nel tessuto adiposo dell'organismo rendendole disponibili al consumo umano attraverso i prodotti quali latte e carne (Committee on the Implications of Dioxin in the Food Supply, 2003).

Il termine "biodisponibilità" indica la quota di contaminante in grado di passare nella catena alimentare e quindi di provocare un impatto sull'uomo tramite il trasferimento dall'ambiente agli animali e da questi ultimi ai loro prodotti. La biodisponibilità dipende dalle caratteristiche ambientali dei diversi comparti considerati (suolo, acque, sedimenti) e dalle caratteristiche del contaminante (grado di clorurazione).

L'ingresso delle diossine nella catena alimentare acquatica avviene, soprattutto, ad opera del particolato che viene trasferito dal comparto terrestre a quello acquatico attraverso la deposizione secca ed umida, l'erosione dei suoli, gli scarichi. Nell'acqua aderiscono ai composti organici e si accumulano negli organismi acquatici.

## Effetti delle diossine sulla salute umana e animale

Gli effetti acuti dell'esposizione a elevate concentrazioni di diossine consistono in lesioni cutanee (cloracne) e alterazioni della funzione epatica, in caso ad esempio di esposizioni professionali o in caso di incidente rilevante (si pensi all'episodio di **Seveso**).

Gli effetti a lungo termine dovuti a esposizione cronica riguardano disturbi del sistema immunitario, della sfera endocrina (ad esempio diabete) e della funzione riproduttiva, del sistema nervoso centrale e periferico. Studi sperimentali sugli animali da laboratorio hanno evidenziato lo sviluppo di diverse tipologie di neoplasie (Schecter et al., 2005).

Le alterazioni a carico del sistema immunitario indotte da diossine si verificano anche a dosi molto limitate, nell'ordine di pochi picogrammi per grammo di grasso (il picogrammo è la miliardesima parte del milligrammo).

Nei feti esposti a concentrazioni di diossine pari o lievemente superiori ai valori di base durante la fase gestazionale sono stati riscontrati effetti sullo sviluppo del sistema nervoso e sulla neurobiologia del comportamento, oltre che effetti sull'equilibrio ormonale della tiroide. La tossicità dei PCB, saggiata in animali da laboratorio o nell'essere umano esposto accidentalmente in modo acuto, si manifesta con disordini cutanei, perdita di peso, danni epatici, disfunzioni endocrine e riproduttive. Gli effetti cronici dei PCB esitano in disfunzioni del sistema endocrino, riproduttivo e ritardo nello sviluppo neurologico.



Ore 12.37 del 10 luglio del 1976, una valvola di sicurezza del reattore 101 dello stabilimento chimico ICMESA di Meda esplose e fuoriescono alcuni chili di diossina nebulizzata.



Immagini di repertorio da : WWW.PUPIA.TV (quotidiano online)

## **SORGENTI, DIFFUSIONE, ESPOSIZIONE**

Da una sorgente primaria (es. acciaieria o inceneritore) i contaminanti raggiungono l'atmosfera e da questa diffondono direttamente al suolo e sui vegetali (grafico a pagina 8).

La contaminazione del suolo inoltre è spiegabile da pratiche non corrette in azienda quali ad esempio la dispersione di materiale derivato da veicoli/macchinari agricoli quali oli, cavi, batterie; inoltre il suolo potrebbe risultare storicamente già contaminato per la presenza in passato di attività industriali inquinanti. Un apporto ulteriore è rappresentato dallo spandimento di letame e/o pollina di animali da lungo tempo esposti e quindi contaminati.

Il suolo può contaminare a sua volta i vegetali su di esso coltivati. I vegetali possono presentare residui di contaminanti a causa della loro presenza in atmosfera o per l'aspersione di fitofarmaci e pesticidi contenenti diossine in forma di impurità.

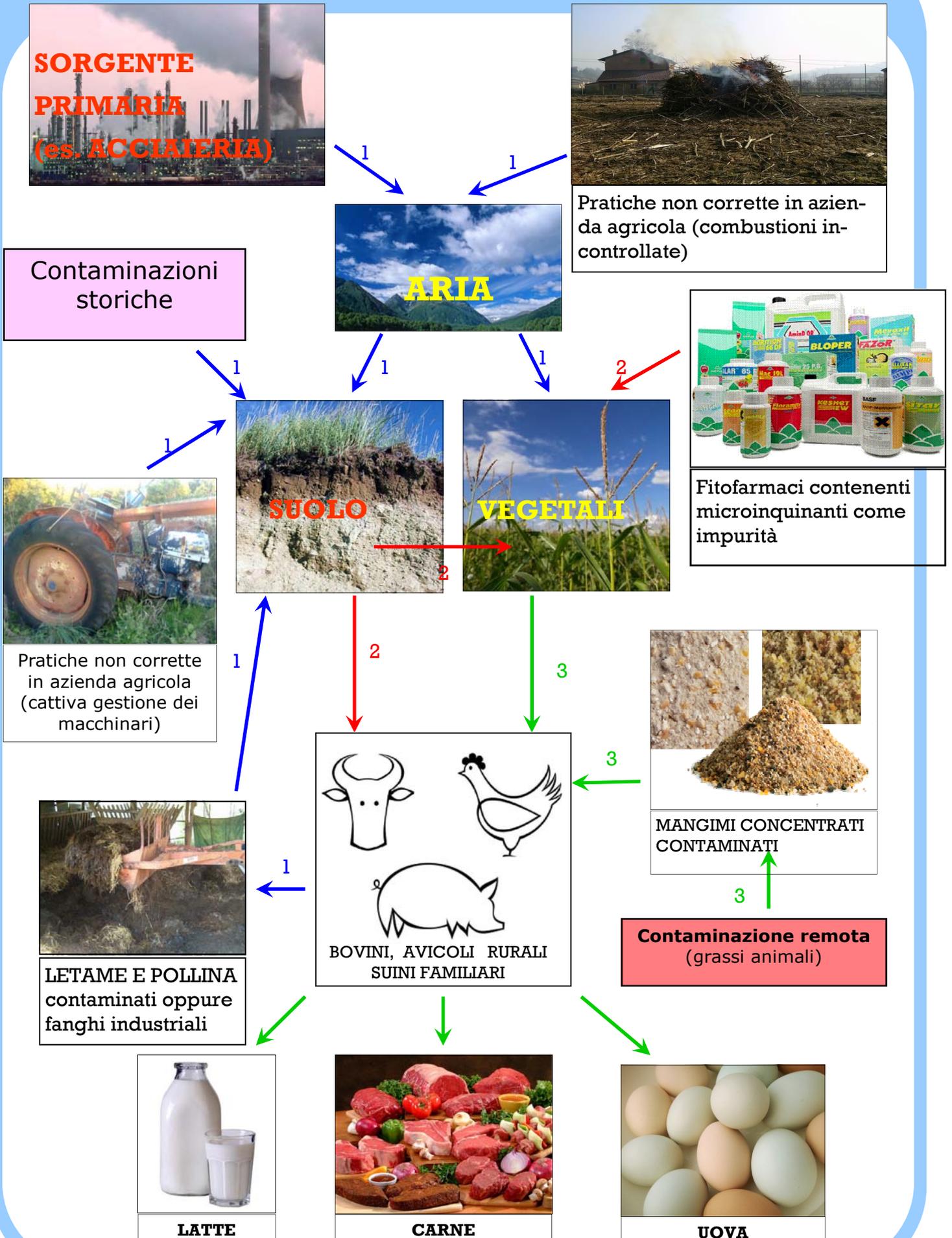
Gli animali possono ingerire direttamente determinate quantità di suolo durante il pascolo o l'introduzione di foraggi non opportunamente raccolti ed essiccati in campo. Inoltre, alcuni alimenti industriali concentrati possono presentare concentrazioni di diossine e PCB derivanti dall'utilizzo di grassi animali già contaminati.

L'esposizione degli animali zootecnici attraverso l'acqua di abbeverata è invece poco probabile.

I numeri da 1 a 3 indicati nel grafico di pagina 8, rappresentano il bersaglio di potenziali strategie considerate per interrompere alcune vie di contaminazione tramite l'utilizzo di buone pratiche agricole e riguardano:

- 1.** la riduzione dell'apporto di contaminante verso il suolo o la diluizione della concentrazione superficiale;
- 2.** la riduzione dell'ingestione diretta o indiretta di suolo da parte degli animali zootecnici;
- 3.** la diluizione del contaminante nella razione o l'interruzione degli apporti esterni.

# Passaggio dei microinquinanti dall'ambiente ai prodotti alimentari.



# 1. RIDURRE L'APPORTO VERSO IL SUOLO O DILUIRE LA CONCENTRAZIONE SUPERFICIALE IN ZONE A RISCHIO SEGNALATO

BUONA PRATICA	COSA FARE (COME)	QUANDO	PERCHE ' (obiettivo)
 <p><b>1.1 In aree contaminate praticare una volta soltanto il rivoltamento profondo dei prati permanenti</b></p>	<p>Sostituire il suolo superficiale con quello profondo</p>	<p>Una tantum su prati stabili contaminati, dopo analisi chimica della composizione del terreno in grado di dimostrare una minor contaminazione dello strato profondo.</p>	<p>Diluire la concentrazione degli inquinanti lungo il profilo del terreno in modo da ridurre la concentrazione in superficie.</p>
 <p><b>1.2 Avendo solo a disposizione letame e pollina provenienti da allevamenti situati in territori a rischio di contaminazione ridurre l'utilizzo al minimo.</b></p>	<p>Usare concimi che garantiscano l'assenza di contaminanti</p>	<p>Durante le fasi di concimazione dei campi</p>	<p>Concimi animali ottenuti da feci di animali che assumono diossine e PCB con l'alimento possono a loro volta contenere diossine e PCB e ricontaminare i pascoli su cui vengono sparsi.</p>

# 1. RIDURRE L'APPORTO VERSO IL SUOLO O DILUIRE LA CONCENTRAZIONE SUPERFICIALE IN ZONE A RISCHIO SEGNALATO

BUONA PRATICA	COSA FARE (COME)	QUANDO	PERCHE ' (obiettivo)
 <p><b>1.3 gestire correttamente i rifiuti</b></p>	<p>Evitare la combustione incontrollata di rifiuti.</p> <hr/> <p>Smaltire correttamente i rifiuti e i lubrificanti.</p>		
 <p><b>1.4 applicare fitofarmaci e fertilizzanti con le necessarie precauzioni</b></p>	<p>Usare come fertilizzante fanghi di depuratori certificati</p> <hr/> <p>Ridurre l'uso di fitofarmaci clorurati.</p>	sempre	<p>Agire in modo da non essere responsabili di spargimento o formazione di diossine e PCB che potrebbero contaminare l'ambiente aziendale e circostante l'azienda (suolo e vegetali su di esso presenti, acque)</p>

## **COMPORAMENTI NON CORRETTI PUNTO 1.**

### **ERRORI COMUNI ☹**

#### **CIO ' CHE L'ALLEVATORE NON DEVE FARE !**

- bruciare potature e stoppie di piante trattate con fitosanitari clorurati
- bruciare rifiuti domestici che spesso possono contenere materiali plastici
- utilizzare fanghi di depuratori non certificati
- lasciare incustoditi o non etichettati contenitori di sostanze pericolose
- non registrare l'uso di prodotti fitosanitari o biocidi o utilizzare fitosanitari o biocidi non rintracciabili
- smaltire i rifiuti speciali come rifiuti normali
- spandere sui terreni rifiuti industriali, fanghi di drenaggio di fiumi e canali, fanghi di depurazione, liquidi chimici dai macchinari agricoli.



### 😊 **BUONA PRATICA**

Esecuzione una tantum del rivoltamento di prati stabili contaminati; pratica utile per ridurre le concentrazioni di contaminanti presenti sullo strato superficiale. Parallelamente il rivoltamento è utile solo nei casi di contaminazione recente in cui gli strati profondi non sono ancora particolarmente contaminati.

### 😊 **BUONA PRATICA**

Preferire, in zone a forte rischio di contaminazione e in zone dimostrate contaminate, concimi ottenuti in aree non inquinate invece che pollina o letame aziendali.





### **CATTIVA PRATICA**

Smaltire in modo inadeguato i rifiuti.. soprattutto bruciandoli!



### **CATTIVA PRATICA**

Bruciare in modo incontrollato potature e stoppie



## 2. RIDURRE L'INGESTIONE DI SUOLO DA PARTE DEGLI ANIMALI ZOOTECNICI

BUONA PRATICA	COSA FARE (COME)	QUANDO	PERCHE ' (obiettivo)	
 <p><b>2.1 gestire correttamente le aree di pascolo</b></p>	<p>Destinare terreni fortemente contaminati a usi alternativi come biomasse, usi industriali, pioppeti, roveti, habitat di fauna selvatica.</p>	<p>Al pascolo</p>	<p>Limitare la quantità di suolo assunta dall'animale insieme al foraggio fresco durante l'alimentazione al pascolo</p>	
	<p>Garantire la presenza di adeguata copertura dei prati tramite cotica erbosa.</p>			<p><b>2.2 ridurre l'apporto di contaminanti dal suolo alla pianta</b></p>
<p><b>2.2 ridurre l'apporto di contaminanti dal suolo alla pianta</b></p>	<p>Evitare il sovraccarico dei pascoli e limitarne il calpestio.</p> <p>Limitare l'accesso al pascolo degli animali durante giornate di pioggia.</p>	<p>sempre</p>	<p>Limitare l'imbrattamento dei vegetali presenti sul pascolo.</p>	

## 2. RIDURRE L'INGESTIONE DI SUOLO DA PARTE DEGLI ANIMALI ZOOTECNICI

BUONA PRATICA	COSA FARE (COME)	QUANDO	PERCHE ' (obiettivo)
<p><b>2.2 continua da pag. precedente</b></p>	<p>Sfalciare i vegetali ad altezze corrette quali: 10 cm per mais, 8 per erba medica, 7 per altre essenze</p>	<p>In campo e sul vegetale</p>	<p>Preservare il suolo dal danneggiamento, e i vegetali dalla contaminazione.</p> <p>Ridurre la possibilità dei foraggi di venire a contatto con il suolo stesso o con polveri di esso dovute alle operazioni di lavorazione del terreno</p>
	<p>Regolare l'altezza di lavoro, l'inclinazione dei rotori, il regime di rotazione e l'angolo di incidenza dei ranghinatori e dei voltafieno</p>		
	<p>Limitare nel tempo la permanenza dei vegetali in campo</p>		
	<p>Evitare l'erosione dei suoli utilizzando gomme gemellate, pneumatici a bassa pressione e ranghinatori a denti elastici</p>		

## 2. RIDURRE L'INGESTIONE DI SUOLO DA PARTE DEGLI ANIMALI ZOOTECNICI

BUONA PRATICA	COSA FARE (COME)	QUANDO	PERCHE' (obiettivo)
<b>2.2 eliminare il terriccio dalla mangiatoia.</b>	Pulire le mangiatoie per evitare la formazione di depositi di polvere e terriccio	Tutti i giorni	Ridurre la possibilità che gli animali ingeriscano polveri e terriccio contaminati

### COMPORAMENTI NON CORRETTI PUNTO 2

#### ERRORI COMUNI ☹

#### **CIO' CHE L'ALLEVATORE NON DEVE FARE !**

- permettere l'accesso al pascolo di un numero eccessivo di animali, soprattutto durante giornate piovose con terreno reso fangoso.
- sfalciare ad altezza troppo bassa
- essiccare i fieni in campo su terreni contaminati
- gestire il terreno agricolo in modo non corretto consentendo l'erosione superficiale senza prestare attenzione al mantenimento dell'integrità del cotico erboso
- utilizzare macchinari in modo inadeguato. Ad esempio ranghinatori che intaccano il suolo, pneumatici troppo duri che affondano nel terreno.



😊 **BUONA PRATICA**

**Mantenere in buono stato il cotico erboso per ridurre l'ingestione di suolo al pascolo.**

😊 **BUONA PRATICA**

**Evitare il sovraccarico e l'eccessivo calpestio dei pascoli.**



😊 **BUONA PRATICA**

**Sfalciare i vegetali ad altezze corrette e non troppo vicino al suolo.**



## CATTIVA PRATICA



### **Taglio troppo basso.**

Durante la fase di taglio, se non si regola correttamente l'altezza di lavoro, le lame possono toccare il terreno aumentando la polverosità e la concentrazione di suolo nel foraggio tagliato.



### **Taglio corretto.**

Le lame tagliano ad altezza adeguata e non toccano il terreno.

Non viene sollevata polvere e nel foraggio tagliato non si nota la presenza di suolo.



## CATTIVA PRATICA



**Ranghinatura** con passaggio del ranghinatore troppo vicino al suolo.

Anche in questo caso si nota elevata polverosità con conseguente contaminazione del foraggio

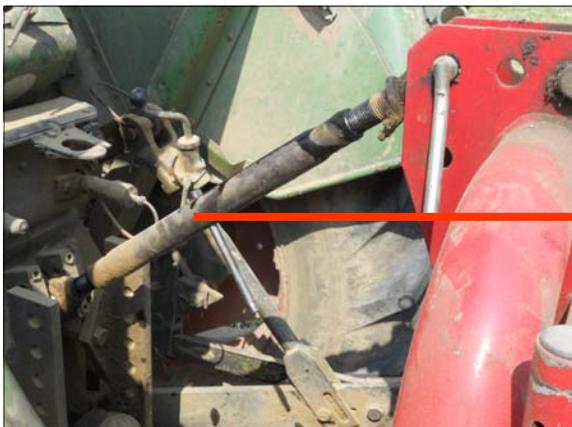
Su terreni non a rischio è comune l' utilizzo del ranghinatore ad altezze piuttosto basse (circa 3 cm in media) ma sarebbe molto rischioso agire nello stesso modo su terreni contaminati





😊 **Ranghinatura corretta.**

I denti del ranghinatore non toccano terra e non viene sollevata polvere.



Sistema per la regolazione dell'altezza di lavoro del ranghinatore (generalmente è possibile agire in modo manuale e/o pneumatico)



Fieno raccolto in "andane" dopo il passaggio del ranghinatore



😊 **Pressatura corretta.**

Un minimo residuo di fieno in campo dopo il passaggio del mezzo indica una raccolta corretta senza inclusione di terreno nelle rotoballe.



## ☹ **CATTIVA PRATICA**

**Permettere l'accesso al pascolo agli animali durante giornate piovose e gestire il terreno in maniera poco attenta al mantenimento del cotico erboso senza evitare l'eccessivo calpestio e l'impovertimento di vegetazione.**

**Una gestione scorretta del pascolo può fare sensibilmente aumentare la quantità di suolo ingerita dall'animale. In zone contaminate da PCB e diossina questo aspetto deve essere tenuto in forte considerazione**

### **Bovini al pascolo durante una giornata piovosa**

**Terreno impoverito**

**Pozzanghere**

**Fango**



### 3 DILUIRE IL CONTAMINANTE NELLA RAZIONE O EVITARE APPORTI ESTERNI

BUONA PRATICA	COSA FARE (COME)	QUANDO	PERCHE ' (obiettivo)	
 <p><b>3.1 INTRODURRE NELLA RAZIONE LA CORRETTA QUOTA DI CEREALI IN GRANELLA</b></p>	<p>Ridurre l'impiego di foraggi in foglia coltivati localmente su terreni a rischio</p>	<p>Sempre e in particolare dopo periodi prolungati di alimentazione al pascolo</p>	<p>Fornire agli animali alimenti a basso rischio di contaminazione: questa è massima sulle foglie e minima nella granella non esposta all'atmosfera.</p>	
	<p>Somministrare ai vitelli latte artificiale</p>	<p>Prima dello svezzamento</p>		
	<p>Somministrare foraggi non contaminati</p>	<p>Sempre e in particolare nel periodo di finissaggio</p>		
<p><b>3.2 PRIVILEGIARE LA ROTAZIONE DEI FORNITORI</b></p>	<p>Acquistare mangimi da molteplici fornitori</p>	<p>In fase di valutazione ed acquisto degli alimenti utilizzati per l'allevamento</p>	<p>Diluire le concentrazioni di contaminanti presenti negli alimenti per gli animali zootecnici</p>	
	<p>Promuovere compravendita e scambio di vegetali in foglia</p>			<p>In casi di emergenza</p>
	<p>Acquistare foraggi da zone storicamente non interessate da contaminazioni conclamate</p>			

### 3 DILUIRE IL CONTAMINANTE NELLA RAZIONE O EVITARE APPORTI ESTERNI

BUONA PRATICA	COSA FARE (COME)	QUANDO	PERCHE' (obiettivo)
<b>3.3 RIDURRE I MANGIMI COMPOSTI CONTENENTI GRASSI ANIMALI</b>	Diminuire la quantità di alimenti derivanti da mangimi composti che contengono grassi animali	In fase di valutazione ed acquisto degli alimenti utilizzati per l'allevamento	Evitare che il grasso funga da fonte di contaminazione per mangimi
<b>3.4 TRASFORMARE / TRATTARE ADEGUATAMENTE I FORAGGI ED I MANGIMI ZOOTECNICI</b>	Utilizzare gas metano o GPL come combustibile per il riscaldamento a fiamma libera dell'aria usata per essiccare i foraggi	In fase di disidratazione e tostatura di foraggi e semi per alimentazione animale	Evitare la contaminazione dei foraggi facendo in modo che l'aria calda utilizzata per la disidratazione non contenga diossine sotto forma di particolato aerodisperso
	Evitare che i combustibili utilizzati per ottenere aria calda contengano residui di composti organoclorurati (pesticidi; PCB, solventi, vernici)		
	Stoccare i foraggi in luoghi idonei lontani da fonti di contaminazione.  In aree a rischio non stoccare "a cielo aperto"	In fase di stoccaggio	Evitare contaminazioni dall'ambiente circostante al foraggio

<b>BUONA PRATICA</b>	<b>COSA FARE ( COME )</b>	<b>QUANDO</b>	<b>PERCHE ' ( obiettivo)</b>
<p><b>3.4 GARANTIRE CHE MATERIALI E ATTREZZATURE A CONTATTO DEGLI ANIMALI NON SIANO CONTAMINATI.</b></p>	<p>Utilizzare materiali di origine nota per la lettiera e le strutture evitando materiali che potrebbero essere entrati a contatto con vernici e preservanti contenenti organoclorurati es: pentacloro-fenolo (PCP)</p>	<p>Sempre</p>	<p>Evitare che i mangimi vengano a contatto con trucioli della lettiera contaminati o che gli animali leccino superfici di attrezzature verniciate ( es: cancelli) con prodotti a rischio</p>
<p><b>3.5 UTILIZZARE LETTIERE APPROPRIATE</b></p>	<p>Utilizzare lettiere di provenienza nota che non siano contaminate da PCB e diossine ed evitare materiali come stocchi di mais e paglia provenienti da zone a rischio o provenienti dalla propria azienda se questa si trova in territori in cui è stata dimostrata la presenza di PCB e Diossina</p>	<p>sempre</p>	<p>Evitare che materiali contaminati utilizzati per la lettiera siano ingeriti dagli animali</p>

## COMPORTAMENTI NON CORRETTI PUNTO 3

### ERRORI COMUNI ☹️

#### **CIO' CHE L'ALLEVATORE NON DEVE FARE !**

- Tostare i semi ed essiccare i fieni senza prestare attenzione adeguata ai combustibili utilizzati per il riscaldamento dell'aria (solo GPL e metano danno le necessarie garanzie).
- Stoccare gli alimenti destinati agli animali in locali vicini ad officine meccaniche, dove è più probabile la contaminazione da parte di PCB e diossine.
- Utilizzare per la lettiera trucioli che potrebbero essere stati prodotti a partire da legnami trattati con vernici preservanti del legno. In passato tali vernici protettive spesso contenevano composti clorurati come il pentaclorofenolo. I trucioli potrebbero, in parte, essere ingeriti dagli animali!
- Permettere agli animali di venire a contatto con materiali verniciati con prodotti clorurati come recinzioni, cancelli ecc.. Gli animali potrebbero assumere i contaminanti leccando le superfici verniciate.



😊 acciaio



☹️ legno trattato con preservanti

## 😊 BUONA PRATICA

Evitare di stoccare mangimi e paglia per la lettiera in locali protetti in zone a elevato rischio di contaminazione



## 😊 BUONA PRATICA

Utilizzare mangimi di provenienza nota, privilegiare la rotazione dei fornitori e ridurre le concentrazioni di grassi animali

## ☹️ CATTIVA PRATICA

Stoccaggio di mangimi in modo inadeguato e vicino ad attrezzature meccaniche ( notare le perdite di olio)

**macchie di olio da motore provenienti da attrezzature agricole in area destinata allo stoccaggio dei mangimi**



BUONA PRATICA	COSA FARE (COME)	QUANDO	PERCHE ' (obiettivo)
 <p><b>4.1 AUMENTARE LA CONSAPEVOLEZZA DELL'ALLEVATORE</b></p>	<p>Identificare i comportamenti scorretti frequentemente usati dagli allevatori.</p> <p>Fornire norme di riferimento relative ai contaminanti ambientali.</p> <p>Fornire agli allevatori competenze e conoscenze adeguate, sviluppare manuali di buone pratiche.</p>	<p>Durante i ritrovi e i corsi organizzati dalle associazioni di categorie.</p>	<p>Controllare e ridurre al minimo i rischi di contaminazione da diossine e PCB</p> <p>Evitare le contaminazioni involontarie di ambienti e mangimi</p> <p>Permettere all'allevatore di agire secondo adeguate informazioni tecniche.</p>

## COMPORAMENTI NON CORRETTI PUNTO 4

### ERRORI COMUNI ☹️

#### **CIO' CHE L'ALLEVATORE NON DEVE FARE !**

- Sottovalutare la pericolosità della contaminazione da PCB e diossine e l'importanza delle metodiche utili a ridurre al minimo i rischi nelle fasi di allevamento.
- Non partecipare regolarmente agli incontri di informazione e formazione professionale organizzati dalle associazioni di categoria.
- Sottovalutare l'importanza delle buone pratiche in materia di controllo della contaminazione da PCB e diossine.

## OBIETTIVI

### Obiettivo generale

Come accennato in introduzione, l'obiettivo di queste linee guida prevede la definizione di buone pratiche di allevamento per contrastare l'esposizione ai microinquinanti organici persistenti, riducendo l'assunzione giornaliera negli animali. Tali pratiche devono condurre alla riduzione delle attività a rischio e all'incremento di tutte quelle attività che permettano di sottrarre all'esposizione gli animali e i loro prodotti.

### Obiettivi specifici

1. Ridurre l'apporto verso il suolo
2. Ridurre l'ingestione di suolo da parte degli animali zootecnici
3. Diluire il contaminante nella razione o evitare apporti esterni
4. Aumentare la consapevolezza dell'allevatore

## METODOLOGIA

Origine delle fonti bibliografiche:

raccolta della letteratura scientifica sull'argomento, consultando alcune banche dati (utilizzo della banca dati bibliografica OVID, CAB abstract dal 1973 al 2010, Medline e Toxnet).

L'interrogazione è stata effettuata utilizzando sia parole chiave generiche, sia parole chiave specifiche ad esempio:

“harvesting”

“agricultural practices”

“farming practices”

“guidelines”

“agricultural techniques”

“dioxin contamination”

Inoltre è stata svolta una rassegna bibliografica su documenti riguardanti le buone pratiche di allevamento attraverso la consultazione siti web Defra, Food Standard Agency, Commissione Europea (Codex Alimentarius), Ministero agricoltura, Fao.

Sono state infine considerate le modalità di esposizione tramite la metodica di exposure assessment indicata dal seguente testo “Risk assessment of chemicals: an introduction”, second edition, edited by C. J. Van Leeuwen and T. G. Vermeire Springer

## Sorgenti di contaminazione

Le diossine sono **sottoprodotti indesiderati** di processi chimici o **processi di combustione** (Environmental Protection Agency, 2010) che coinvolgono l'utilizzo di materie plastiche, termoplastiche, termoindurenti, reflui e rifiuti contenenti composti clorurati.

In passato, una delle principali sorgenti di PCDD/F era rappresentata dall'uso di prodotti chimici contenenti cloro organico nell'industria di produzione della **carta (sbiancamento della cellulosa, produzione di alcuni pigmenti)**; in questo caso si rilevava una concentrazione importante di PCDD/F nei prodotti finali (pasta di carta, carta) e nei fanghi derivati dagli stessi. L'utilizzo di nuove tecnologie, accompagnato da una diversa utilizzazione delle sostanze, ha portato ad una progressiva riduzione delle concentrazioni di PCDD/F nei materiali citati.



Tra i processi chimici emergono quelli di produzione delle plastiche (PVC) e di composti chimici quali alcuni **erbicidi** a base di derivati del cloro.

Altri composti clorurati, come il pentaclorofenolo (PCP), usato come preservante del legno e il cui uso è stato ormai fortemente limitato in alcuni processi produttivi, possono contenere alcuni congeneri altamente clorurati (Fries et al., 2002), e quindi potenziali fonti di diossine.



**Altra fonte importante di produzione delle diossine è rappresentata dai processi di combustione, incontrollata o controllata.**

Tra le **combustioni incontrollate** si possono citare come esempio gli incendi accidentali all'aperto di materiali eterogenei, quali rifiuti urbani, pneumatici, ecc., gli incendi boschivi, le eruzioni vulcaniche .



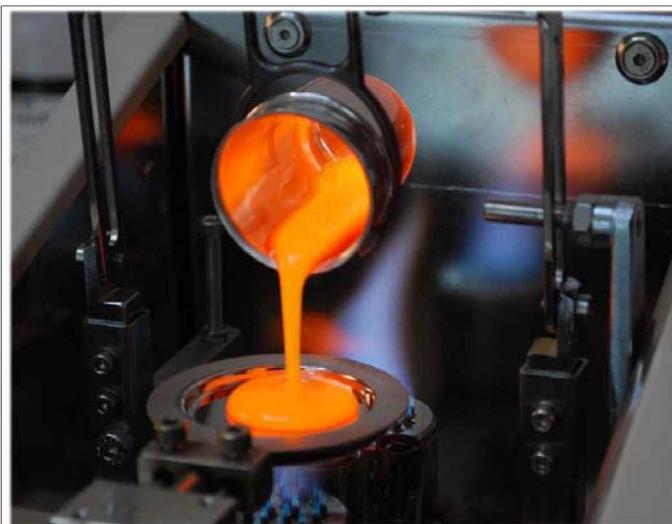
Tra le **combustioni controllate** (o volontarie) si annoverano l'incenerimento dei rifiuti solidi urbani, l'incenerimento di fanghi, l'utilizzo di carburanti e combustibili nei processi di fusione dei metalli ferrosi e non ferrosi (Quaß et al., 2004) e nei processi di produzione del cemento, l'utilizzo di alcuni combustibili quali il gasolio come generatori di fiamme libere per l'essiccazione dei cereali in granella.



Termovalorizzatore da rifiuti solidi urbani

Per quanto riguarda il processo di fusione dei metalli, tutti i processi di seconda fusione di rottami non ferrosi e ferrosi possono potenzialmente dar luogo ad emissioni di diossine per la presenza di plastiche, oli, varie sostanze chimiche e PCB presenti nei materiali di recupero (rottami).

In tutti questi processi di fusione, compresa la cottura del cemento, il punto critico è rappresentato dalla fase di caricamento del forno. Infatti, nonostante i forni abbiano la capacità di raggiungere elevate temperature, pari ai 1000° C impedendo la formazione di diossine, è difficile ottenere una distribuzione omogenea della temperatura in ogni parte a causa della grande quantità di materiali solidi introdotti.



Fusione dei metalli

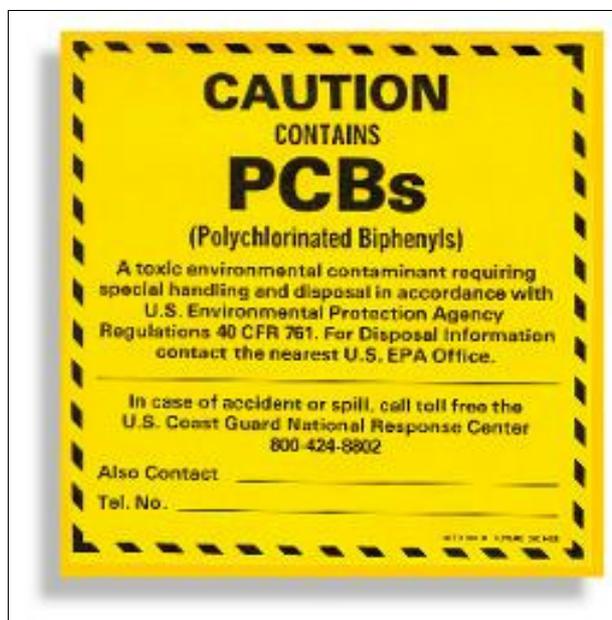


cottura del cemento

Altre fonti di diossine sono rappresentate dall'utilizzo di combustibili che contengono composti clorurati come il carburante per i veicoli, e dalla combustione di legno trattato o di oli.

Le fonti di contaminazione da PCB possono essere rappresentate dall'incenerimento dei rifiuti, sia urbani, sia domestici sia ospedalieri, dalla concimazione dei terreni con fanghi provenienti dalla depurazione di acque di scarico, dalla combustione di oli usati, legno trattato, pneumatici, dall'incenerimento dei fanghi di depurazione, da processi chimici industriali che utilizzano pigmenti e vernici.

Da dati pubblicati nel 2000 dalla Commissione Europea (Apat, 2004) è stato stimato che all'inizio del secolo scorso sono state prodotte e commercializzate più di un milione di tonnellate di PCB; nonostante tali sostanze in molti Paesi non siano state più prodotte a partire dagli anni '80, ne restano grossi quantitativi in apparecchiature elettriche, plastiche, edifici, con potenziale rischio di contaminazione ambientale a causa di un non corretto smaltimento.



## Meccanismi di diffusione

### Aria

Le diossine emesse in atmosfera possono essere trasportate per grandi distanze in relazione alla struttura dei singoli congeneri e alle condizioni atmosferiche.

Nell'aria, infatti, sono presenti in parte in fase vapore e in parte legate al particolato atmosferico e possono essere diffuse a distanza di centinaia di chilometri (Committee on the Implications of Dioxin in the Food Supply, 2003).

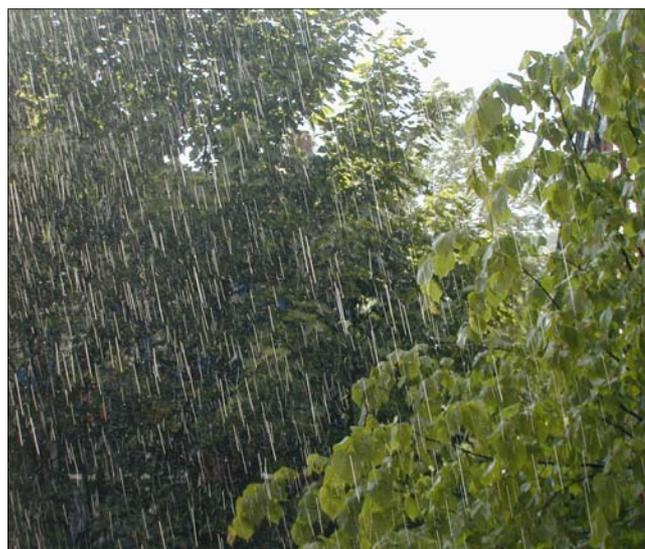
In seguito, le diossine possono essere rimosse fisicamente dall'atmosfera attraverso le precipitazioni, oppure per caduta gravitazionale.

In questo modo le diossine si depositano sul suolo e sulle parti aeree dei pascoli e dei seminativi rendendosi così disponibili per l'ingestione da parte degli animali.

Anche i PCB, una volta emessi in atmosfera, sono presenti in parte in fase vapore (soprattutto quelli a basso grado di clorurazione) in parte adsorbiti su materiale particellare (quelli a maggior grado di clorurazione) con la possibilità di essere diffusi per centinaia di chilometri.



Foto di Claudio Giorno 



## Meccanismi di diffusione

### Suolo

L'ambiente terrestre può ricevere gli inquinanti ambientali attraverso differenti vie:

- deposizione atmosferica; (secca o umida);
- spandimento di fanghi, compost, letame e pollina contaminati, lubrificanti;
- spandimento di sedimenti provenienti da esondazioni;
- erosione del suolo e suo apporto da aree contaminate nelle vicinanze.

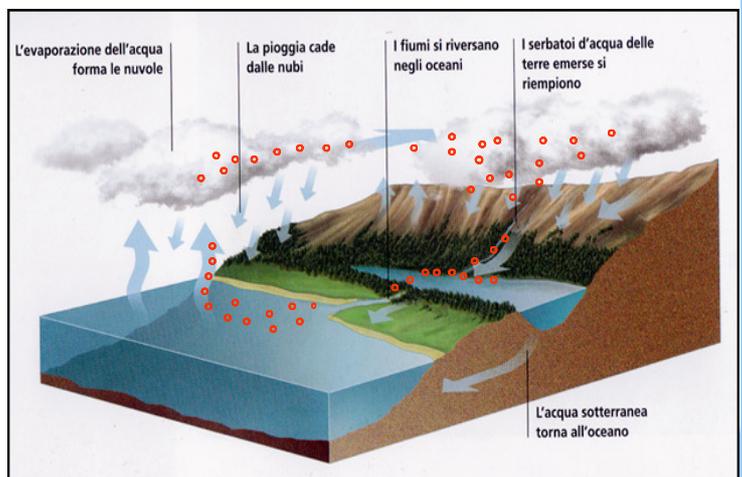
Una volta emesse da una sorgente e rilasciate in atmosfera le diossine sono disperse nell'ambiente tramite le correnti atmosferiche e la deposizione al suolo. Questa include una **deposizione secca** e una **deposizione umida**: la prima avviene attraverso il particolato che si deposita per via gravitazionale o tramite le turbolenze aeree oppure avviene attraverso gas/vapori che si depositano per diffusione. La deposizione umida è dovuta al particolato dilavato dalle precipitazioni. È stato stimato che il 5% della deposizione atmosferica nell'ambiente terrestre è trattenuto dalle piante, mentre il resto raggiunge il suolo (Fries, 1995).

Nel suolo le diossine non presentano mobilità significativa in quanto sono adsorbite dal carbonio organico del suolo stesso e quindi non migrano in profondità.

La persistenza di TCDD negli strati superficiali del suolo è stimata con un'emivita pari a 9-15 anni, mentre l'emivita stimata per gli strati più profondi è di 25-100 anni (Hazardous Substances Data Bank, Toxnet, 2010). I suoli costituiscono, quindi, dei recettori naturali per le diossine e, a causa della limitata rimozione e del lungo periodo di emivita, rappresentano una tipica matrice accumulatrice.

Nel suolo, i PCB analogamente alle diossine, essendo composti idrofobi, non riescono ad essere rimossi dall'acqua piovana e possono rimanere nel terreno per diversi anni: maggiore è il numero di cloro-sostituzioni e più lungo è il tempo di permanenza nel suolo.

L'evaporazione è il principale mezzo con il quale i PCB lasciano il suolo. In forma gassosa, possono contaminare i vegetali e i raccolti (fase vapore della deposizione secca).



○ = Diossine e pcb

## Meccanismi di diffusione

### Acqua

L'ambiente acquatico può ricevere le PCDD/F attraverso la deposizione atmosferica, l'immissione di reflui industriali, il dilavamento di suoli contaminati.



Una volta immesse nei corpi idrici le diossine possono volatilizzare e quindi rientrare in atmosfera, o adsorbirsi ai sedimenti e quindi bioaccumularsi negli organismi.

Nonostante le diossine siano molecole scarsamente idrosolubili, esse diffondono adsorbite sulle particelle minerali ed organiche che si trovano in sospensione.

Nell'acqua, i PCB sono trasportati dalle correnti, legati a sedimenti o sotto forma di particelle disciolte. Nel mare, sono accumulati nei microrganismi acquatici e di conseguenza nei pesci.



## Meccanismi di diffusione

### Vegetali

Esistono due vie di trasferimento dei contaminanti ai vegetali (Meneses et al., 2004): la deposizione diretta e, anche se solo per quantità trascurabili, l'assorbimento radicale. In particolare, sono stati considerati quattro meccanismi di ingresso dei contaminanti nei vegetali riportati dall'EPA americana (Environmental Protection Agency 2010): assorbimento radicale, fase gassosa o fase vapore della deposizione secca, deposizione secca di particolato, deposizione umida.



L'assorbimento attraverso l'apparato radicale da parte delle piante è minimo ad eccezione per i vegetali appartenenti alla famiglia delle Cucurbitaceae, quali zucchine, zucche, ecc. le quali rilasciano particolari sostanze nel suolo, gli essudati radicali, che sono in grado di mobilizzare le diossine in prossimità delle radici rendendole disponibili all'assorbimento (Fries, 1995).



Per quanto riguarda i vegetali che crescono sottoterra, come patate e carote, può giocare un certo ruolo l'assorbimento superficiale sui bulbi dovuto al contatto diretto delle diossine presenti nel suolo: la rimozione della buccia comporta l'eliminazione del contaminante.



Secondo i risultati degli studi condotti da Meneses e coll. (2004) la via di contaminazione più significativa è rappresentata dall'assorbimento della fase vapore, con un contributo di PCDD/F di circa il 66%, mentre la deposizione secca di particolato presenta un contributo di circa il 13%, e la deposizione umida di particolato è pari a circa il 21%.

Un'altra via attraverso la quale i vegetali possono essere contaminati è rappresentata dalla volatilizzazione di diossine dal suolo ed il conseguente assorbimento del vapore da parte delle foglie: tale meccanismo di contaminazione è rilevante solo se il suolo considerato presenta elevate concentrazioni di diossine.

## Meccanismi di diffusione

La diossina, infatti, evaporando dal suolo, forma uno strato con alte concentrazioni in prossimità della superficie del terreno, determinando così un assorbimento diretto da parte delle vegetazione bassa.

In conclusione, la deposizione atmosferica di queste sostanze rappresenta una via di contaminazione molto significativa per i vegetali, poiché le diossine che si depositano sulla loro superficie, insieme ad altre particelle atmosferiche, vengono assorbite dalla cuticola cerosa presente sulla superficie fogliare.



Una volta che le diossine sono fissate sulla superficie delle foglie non presentano mobilità all'interno della pianta, in quanto non vi sono meccanismi in grado di trasportare queste sostanze all'interno dei tessuti dei vegetali.

I fattori principali che controllano la deposizione di diossine nella fase vapore sono la concentrazione in atmosfera di PCDD/F, la superficie di esposizione, la quantità e la qualità delle strutture cerosi ed altre caratteristiche delle piante: dati sperimentali indicano che, per un breve periodo di esposizione, maggiore è la superficie esposta della foglia e la componente ruvida, maggiore è la quantità di diossine assorbita.

La contaminazione del foraggio è dunque essenzialmente indotta dalla deposizione atmosferica, in particolare dalla deposizione gassosa dei composti più volatili e dalla deposizione di particolato.

Al contrario, la deposizione umida legata al dilavamento delle sostanze inquinanti presenti in atmosfera attraverso la pioggia è limitata dalle caratteristiche delle molecole e quindi dipende dai congeneri.

Infine le modalità trasferimento descritte spiegano anche la ridotta contaminazione dei cereali in granella: il rivestimento costituito ad esempio da glume e glumette durante le fasi di coltivazione ne limita la possibilità di essere oggetto della deposizione atmosferica.



## Vie di esposizione

L'esposizione di uomo e animali a diossine e PCB può avvenire attraverso alcune vie principali che in ordine di importanza crescente sono:

inalazione attraverso l'aria o ingestione di particelle tramite la stessa, assorbimento dermico, ingestione di acqua, suolo e alimenti.

### Inalazione e assorbimento dermico

In letteratura, l'inalazione di aria contaminata e il contatto dermico sono ritenuti fenomeni trascurabili per gli animali e per l'uomo, a meno di esposizioni accidentali ed occupazionali o incidenti rilevanti (vedi Seveso). Alcuni studi di assunzione di contaminanti negli animali indicano che l'aria e l'acqua rappresentano una fonte trascurabile (McLachan , 1997).

### Acqua

Diossine e PCB sono poco solubili in acqua, ma si legano in essa alla componente inorganica minerale ed organica del suolo in sospensione . L'esposizione a tali contaminanti attraverso l'acqua avviene soprattutto laddove gli animali hanno la possibilità di abbeverarsi all'aperto tramite pozzanghere, rigagnoli, acque contaminate da terreno.

Jager e Visser, (1999) hanno effettuato una stima dell'assunzione giornaliera nei bovini e negli ovini. Nonostante il consumo giornaliero d'acqua di bovini in lattazione al pascolo dipenda dalla produzione latte, dalla razza, dalla stagione, dalla quantità e dal tipo di alimento ingerito, questi autori hanno considerato un consumo d'acqua giornaliero al pascolo pari a 55 litri/die per bovini e 10 litri/die per gli ovini.



In aree contaminate l'assunzione di tali contaminanti può variare da 0.27 a 11  $\mu\text{g}/\text{die}$  nei bovini e 0.5 e 2  $\mu\text{g}/\text{die}$  per le pecore. E' stato stimato che ciò equivalga a 0.5 a 18  $\text{ng}/\text{kg}$  di peso vivo al giorno per i bovini e 0.8 a 33  $\text{ng}/\text{kg}$  per gli ovini.

## Vie di esposizione

### Suolo

L'assunzione involontaria di suolo durante il pascolamento degli animali può aumentare notevolmente l'esposizione ai contaminanti ambientali. Molti autori hanno rilevato un aumento di contaminanti persistenti nel latte prodotto da animali nei pressi di attività industriali ( Eitzer et al., 1995; Hippelein et al., 1996; Ramos et al., 1997) ad esempio acciaierie, cementifici, inceneritori o autostrade. Alcuni studi hanno stabilito che per il bestiame la fonte di esposizione maggiore è rappresentata da suolo nel foraggio (Huwe et al., 2002).

Gli animali pascolando possono ingerire involontariamente una quantità variabile di suolo che dipende soprattutto da alcuni fattori estrinseci quali le condizioni atmosferiche, il tipo di copertura erbosa e il carico degli animali sul terreno.

Il suolo, infatti, rappresenta un serbatoio significativo per la contaminazione da microinquinanti in caso di animali al pascolo.

La biodisponibilità dei microinquinanti in questo comparto varia dal 20 al 40 %, e dipende dalla sorgente con cui sono generati (Fries, 1995). Il 95% della contaminazione aerea raggiunge il suolo riflettendo il carico ambientale da tutte le sorgenti dell'area, recenti e storiche.

E' stato stimato che per le vacche al pascolo almeno il 20-29% dell'assunzione giornaliera di contaminanti avviene attraverso l'ingestione di suolo e le condizioni di pascolo possono influenzare significativamente questo uptake, in quanto la quantità di suolo ingerita è inversamente proporzionale alla disponibilità di foraggio nel caso in cui il pascolo è l'unica fonte di alimento (Fries, 1995).



## Vie di esposizione

L'ingestione di suolo è anche una fonte possibile di contaminazione per il pollame e i suini allevati all'aperto o su lotti di terreno contaminati. In particolare, i suini consumano suolo in seguito all'attività di grufolamento quando sono allevati in maniera estensiva all'aperto.

Fries e collaboratori (1982) hanno stimato che il suino consuma da 3.3% a 8% della sua dieta in pascolo. In maniera analoga il pollame che ha accesso all'aperto e viene allevato su terreno ingerisce i contaminanti tramite il razzolamento. Oche e tacchini consumano rispettivamente 8% e 9% della loro dieta in suolo.

Se l'erba è vigorosa e folta, gli animali ingeriscono la parte fogliare più alta e l'ingestione di suolo risulta inferiore. In caso contrario, se il pascolo è povero o la densità del bestiame elevata, gli animali pascolando prelevano anche la componente vegetale più vicina al terreno e ingeriscono di conseguenza una quantità maggiore di suolo.

Secondo Fries e coll. (1982) l'ingestione di suolo può rappresentare dal 0.14% fino al 2.40% sul totale della razione di sostanza secca e, nelle condizioni peggiori di pascolamento un bovino di 600 kg di peso vivo può ingerire fino a 480 g di suolo al giorno. Un caso estremo è stato riportato da Mayland (1975) per i giovani tori con un'ingestione del 18% di sostanza secca, pari a 1.5 kg/die.



## Vie di esposizione

### Alimenti

La via predominante di esposizione per l'uomo e gli animali è rappresentata dalla ingestione di alimenti contaminati: infatti il 95% dell'esposizione nell'uomo è rappresentata dagli alimenti di origine animale, in particolare il latte (Rychen et al., 2005, Rychen et al., 2008) e i prodotti lattiero-caseari.

Secondo l'Opinione del Comitato Scientifico della Commissione europea *"Contaminazione dei mangimi da parte di diossina e loro contributo alla contaminazione degli alimenti di origine animale"* i mangimi concentrati e, in particolare, oli derivati da prodotti ittici e grassi animali somministrati al bestiame sono a maggior rischio di contaminazione per diossine e PCBs. I foraggi, invece, presentano un ampio range di valori di concentrazione in relazione al grado di contaminazione da parte del suolo e a fonti di inquinamento atmosferico.

Il contributo individuale di ciascun mangime dipende dalla contaminazione intrinseca e dalla proporzione di foraggio o granella utilizzata all'interno della razione. Alcuni dati raccolti dalla Commissione Europea e riportati nella Opinione del 2000 riguardanti foraggi raccolti in aree rurali indicano i valori in un range da 0.13 a 2.1 ng WHO-TEQ/kg.

I dati ottenuti da Malish (2000) mostrano un range che va da 0.04 a 0.51 per mangimi non contaminati e 0.84 a 24.1 per campioni contaminati, chiaramente identificati come non accidentalmente inquinati.

Il mais da insilato, una volta sfalciato, non rimane in campo, come l'erba prima dell'insilamento o l'essiccazione, ma viene immediatamente tritato e processato, ed è quindi meno contaminato da suolo rispetto a fieno d'erba, o erba insilata.

