

Unità di Progetto "Ambiente e Salute"
Tel.0742.339522

Coordinatore:
dr. Armando Mattioli
armando.mattioli@uslumbria2.it



**VALUTAZIONE DELL'IMPATTO SULLA SALUTE
DEGLI ALIMENTI CONTAMINATI DA DIOSSINE/F E PCB DL
(10 aprile 2019)**

Dr. Armando Mattioli

Indice

A) ASPETTI GENERALI

A1) Effetti sulla salute, cancerogeni e non cancerogeni	pag. 4
A2) Valori limite	pag. 5
A3) Confronto fra i valori limite dei diversi organismi scientifici	pag. 6

B) VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE a PCDD/F e DL PCB

B1) Assorbimento attraverso il consumo di zucchine e lattuga	pag. 9
B2) Assorbimento attraverso il consumo di carne rossa	pag. 10
B3) Assorbimento attraverso il consumo di latte ed uova	pag. 10

C) CARATTERIZZAZIONE DEL RISCHIO DA PCDD/F e PCB-DL

Stima del consumo massimo ammissibile per tutelare la salute	pag. 11
C1) Ortaggi (Lattuga e zucchine)	pag. 12
C2) Pecorino	pag. 13
C3) Uova	pag. 14
C4) Carne rossa	pag. 15
C5) Olive	pag. 16
Bibliografia	pag. 17

Introduzione

Nel periodo 2012-2018, nel SIN Terni-Papigno e in altre aree del territorio del comune di Terni sono stati eseguiti numerosi campionamenti di latte, carne, uova, lattuga, zucchine e olive per misurare il livello di contaminazione da diossine (**PCDD**), furani (**PCDF**) e PCB diossino simili (**PCB DL**). Sulla base dei risultati delle analisi si propongono degli scenari di esposizione e la relativa stima di impatto sulla salute ottenuta applicando il principio di precauzione o quello dell’ipotesi peggiore, dato che una stima attendibile della reale esposizione della popolazione non è disponibile.

A) ASPETTI GENERALI

Le *diossine* non vengono prodotte intenzionalmente, non avendo alcun utilizzo pratico, ma sono sottoprodotti indesiderati di una serie di processi chimici e/o di combustione quali gli incendi accidentali ed all’aperto (di materiali eterogenei, quali rifiuti urbani, pneumatici, potature, sterpaglie), gli incendi boschivi, le combustioni controllate negli inceneritori, la combustione di legna da ardere in stufe e camini e di oli combustibili (fig.1). Sono composti tossici per l’uomo, gli animali e l’ambiente stesso e insieme ai Policlorobifenili rappresentano due delle dodici classi di inquinanti organici persistenti (POPs).

Con il termine generico di diossine in realtà si indicano, oltre alle diossine propriamente dette, anche i furani. Esistono in totale 75 congeneri di diossine e 135 di furani, dei quali solo 17 (7 PCDD e 10 PCDF) destano particolare preoccupazione dal punto di vista tossicologico.

Le diossine sono sostanze semivolatili, termostabili, scarsamente polari, insolubili in acqua, altamente liposolubili, resistenti alla degradazione chimica e biologica. L’uomo può venire in contatto con le diossine attraverso tre principali fonti di esposizione: accidentale, occupazionale e ambientale.

La prima riguarda contaminazioni dovute a incidenti, la seconda riguarda gruppi ristretti di popolazione (professionalmente esposti), come nel caso di coloro che lavorano nella produzione di pesticidi o determinati prodotti chimici.

L’esposizione ambientale, infine, può interessare ampie fasce della popolazione e può avvenire, per lo più, attraverso l’assunzione di cibo contaminato, anche se vi possono essere altre vie di esposizione quali l’inalazione di polvere o il contatto. Recenti studi hanno stimato che circa il 90% dell’esposizione alle diossine avviene attraverso cibi contaminati e, in particolare, grassi animali (fig.2).

Fig.1

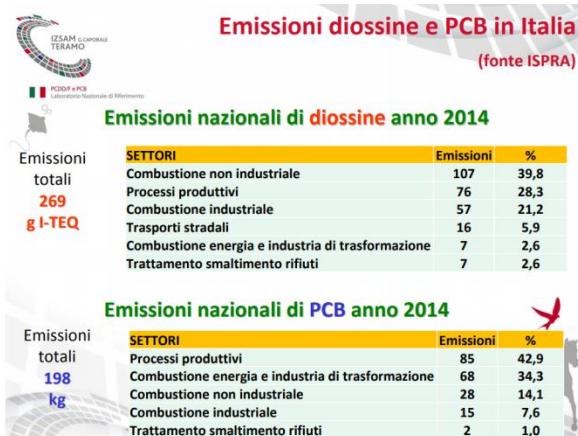


Fig.2



A causa della loro presenza, persistenza nell’ambiente e liposolubilità, le diossine tendono ad accumularsi nel tempo nei tessuti e organi dell’uomo e degli animali.

I vari congeneri di diossine hanno gli stessi effetti tossici in termini qualitativi, ma non quantitativi; cioè a parità di quantità assorbita, la gravità dell’effetto può essere anche molto diversa.

Per tale motivo, è stato introdotto dalla WHO (Organizzazione Mondiale della Sanità) il concetto di **tossicità equivalente (TEQ)**, espressa come **pg WHO-TEQ**, che viene calcolata moltiplicando la quantità espressa in pg per il *fattore di equivalenza tossica (TEF, toxic equivalency factor)*⁽¹⁾.

In tabella 1 si indicano i fattori TEF dei vari congeneri di PCDD, PCDF e PCB DL, avendo come riferimento unitario, cioè uguale ad 1, la 2,3,7,8-TCDD, che è la più tossica. Dalla tabella, ad esempio, si evince che la 1,2,3,4,7,8-HxCDD ha un valore di 0,1 TEF, ha cioè un decimo della “potenza” tossica della 2,3,7,8-TCDD. In altri termini, per avere la stessa gravità dei sintomi provocati dalla 2,3,7,8-TCDD, occorre assumere una quantità 10 volte maggiore di 1,2,3,4,7,8-HxCDD.

Ecco il motivo per cui i risultati delle analisi degli alimenti contaminati di cui tener conto non sono le concentrazioni misurate in picogrammi per grammo di alimento (pg/gr), ma quelle misurate in pg/gr Tossico Equivalenti: **WHO-PCDD/F TEQ**, **WHO-PCB TEQ** e **WHO-PCDD/F/PCB DL TEQ** rispettivamente per miscele di Diossine e Furani, per miscele di PCB DL e per miscele di Diossine, Furani e PCB DL.

Tab.1

PCDD/F	I-TEFs (NATO/CCMS ¹⁴ , 1988)	WHO-TEFs (Van den Berg <i>et al</i> , 1998)
2,3,7,8-TCDD	1	1
1,2,3,7,8-PeCDD	0,5	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0,01	0,01
OCDD	0,001	0,0001
2,3,7,8-TCDF	0,1	0,1
1,2,3,7,8-PeCDF	0,05	0,05
2,3,4,7,8-PeCDF	0,5	0,5
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,1	0,1
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,1	0,1
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,01	0,01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,01	0,01
OCDF	0,001	0,0001

(T = tetra, Pe = penta, Hx = hexa, Hp = hepta, O = octa)

PCB _{dl} (nome IUPAC)	PCB-TEF (Ahlborg <i>et al.</i> , 1994)	WHO-TEF (Van den Berg <i>et al</i> , 1998)
3,3',4,4'-TCB (77)	0,0005	0,0001
3,4,4',5-TCB (81)	-	0,0001
3,3',4,4',5-PeCB (126)	0,1	0,1
3,3',4,4',5,5'-HxCB (169)	0,01	0,01
2,3,3',4,4'-PeCB (105)	0,0001	0,0001
2,3,4,4',5-PeCB (114)	0,0005	0,0005
2,3',4,4',5-PeCB (118)	0,0001	0,0001
2',3,4,4',5-PeCB (123)	0,0001	0,0001
2,3,3',4,4',5-HxCB (156)	0,0005	0,0005
2,3,3',4,4',5'-HxCB (157)	0,0005	0,0005
2,3',4,4',5,5'-HxCB (167)	0,00001	0,00001
2,3,3',4,4',5,5'-HpCB (189)	0,0001	0,0001

(T = tetra, Pe = penta, Hx = hexa, Hp = hepta)

A1) Effetti sulla salute⁽¹⁾

La tematica è molto complessa ed articolata, tanto che ci sono posizioni anche molto diverse fra i diversi organismi scientifici internazionali^(2, 3, 4, 5, 6, 7, 8) e ciò si riflette sui valori limite, come più avanti si illustrerà.

Effetti non cancerogeni

Cloracne: si manifesta con eruzioni cutanee e pustole simili all'acne giovanile, con possibile localizzazione su tutto il corpo, che si possono protrarre anche per anni. Le foto dei bambini di Seveso con il viso deturpato dalla cloracne hanno fatto il giro del mondo. Un caso clamoroso è stato l'avvelenamento mediante diossina avvenuto nel 2004 in Ucraina ai danni del candidato alla presidenza Viktor Yushchenko.

Endometriosi: è caratterizzata dallo sviluppo di tessuto endometriale al di fuori della cavità uterina ed il suo nesso eziologico con la diossina è stato dimostrato in numerosi studi, sia negli animali che nell'uomo.

Disturbi della funzione riproduttiva: riduzione della fertilità maschile e riduzione del rapporto maschi/femmine con un aumento delle nascite di femmine, come si è verificato a Seveso.

Diabete mellito: oltre a Seveso, in molti altre nazioni è stato riscontrato un aumento dei casi di diabete mellito tra i soggetti contaminati dalla diossina, specie tra le donne.

Alterazioni del sistema endocrino, teratogenicità, effetti neurologici, immunotossicità

Le diossine fanno parte del vastissimo gruppo di sostanze denominate "interferenti endocrini" (endocrine disrupters) che hanno la capacità di interferire con il sistema endocrino a molti livelli, ma soprattutto nella fase riproduttiva. L'effetto più drammatico in questo senso è stata la nascita di numerosissimi bambini malformati in seguito all'utilizzo dell'agente arancio nella guerra del Vietnam.

L'esposizione in utero può provocare immaturità motoria e iporiflessia alla nascita e un ritardo psicomotorio fino ai due anni di età, oltre a una ridotta capacità di apprendimento. A Seveso è stata riscontrata nei soggetti maggiormente esposti una diminuzione significativa delle Immunoglobuline IgG.

Effetti cancerogeni

L'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) classifica alcune diossine nel gruppo 1, elementi cancerogeni certi per l'uomo. I tumori più frequenti: linfomi non Hodgkin, leucemie acute, mieloma multiplo, tumori mammari, tumori epatici, cancro del retto, sarcomi, melanoma.

Le diossine sono promotori tumorali, ossia favoriscono la progressione di numerosi tipi di tumore una volta che la trasformazione neoplastica sia stata provocata da un altro cancerogeno mutagено.

Sugli effetti cancerogeni è in corso una disputa che dura da circa 30 anni fra chi ritiene che i PCDD/F e PCB DL siano promotori e con un valore soglia al di sotto del quale non c'è rischio incrementale di neoplasie e chi invece, in pratica la sola US EPA, che indica tali tossici come cancerogeni completi per i quali il valore soglia non esiste.

Nello stimare il rischio incrementale di neoplasie e in applicazione del principio di precauzione, si considereranno queste sostanze cancerogeni privi di soglia.

A2) Valori limite

Si dividono in due categorie, quelli legati alla contaminazione degli alimenti e quelli legati all'assunzione attraverso il cibo. I primi impongono specifici provvedimenti previsti dalla normativa a tutela del consumatore, ma dal punto di vista dell'impatto sulla salute nulla dicono e pertanto per questo aspetto occorre fare riferimento ai secondi, basati sugli effetti non cancerogeni, acuti e cronici, e su quelli cancerogeni.

La complessità della tematica che riguarda la tossicità di queste sostanze ha comportato l'individuazione di numerosi e non coincidenti valori limite di contaminazione e di assunzione per gli alimenti (quelli usati in questa relazione sono 22, di cui 17 previsti dalla normativa italiana per il latte, la carne, le uova e gli ortaggi). Per quanto riguarda l'assunzione, i valori limite sono tutti basati sulla quantità assorbita pro chilo ed articolati su diversi periodi di tempo, giornaliero, settimanale, mensile, pluriennale. Se non diversamente stimato, ci si riferisce ad un peso corporeo dell'adulto pari a 70 kg. I valori limite previsti dalle diverse istituzioni sono i seguenti:

1) Regolamenti UE⁽⁹⁾

Tenore massimo pg/g grasso WHO-PCDD/F-PCB-TEQ			Tenore massimo pg/g grasso WHO-PCDD/F-TEQ		
latte	uova	carne rossa	latte	uova	Carne rossa
5,5	5	4	2,5	2,5	2,5

Tenore massimo mcg/g grasso NDL PCB		
latte	Carne rossa	uova
40	40	40

Limite Azione pg/g grasso WHO-PCDD/F –TEQ				Limite Azione pg/g grasso WHO-PCBdl TEQ			
latte	uova	carne rossa	Ortaggi	Latte	uova	carne rossa	ortaggi
1,75	1,75	1,75	0,30	2,00	1,75	1,75	0,10

2) Per PCDD/F e PCB DL l'**OMS** ha stabilito una dose giornaliera accettabile (TDI) da 1 a 4 pg WHO- TEQ⁽¹⁰⁾ /kg di peso corporeo al giorno considerando il limite superiore la base provvisoria della dose massima accettabile. Il valore inferiore rappresenta l'obiettivo dell'OMS di ridurre l'assunzione di WHO- TEQ da parte dell'uomo a < 1 pg/kg di peso corporeo. La dose giornaliera TDI l'OMS si è basata sul Lowest Observed Adverse Effect Level (LOAEL) descritto da diversi autori per le varie specie e per endpoint differenti.

3) Nel 2001 il **Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA)**⁽¹¹⁾ ha stabilito una dose mensile tollerabile provvisoria (provisional tolerable monthly intake; PTMI) di 70 pg WHO- TEQ /kg di peso corporeo al mese (JECFA 2001) basandosi sul Lowest Observed Effect Level (LOEL) nonché sul No Observed Effect Level (NOEL) dedotti da studi di Faqi et al. (1998) nonché Ohsako et al. (2001).

4) Nel 2018 lo **European Food Safety Authority (EFSA) dell'UE**⁽¹²⁾ ha abbassato la dose settimanale accettabile (TWI, tolerable weekly intake) da 14 a 2 pg WHO- TEQ /kg di peso corporeo alla settimana basandosi sul LOAEL per la diminuzione dello sperma prodotto e sul cambiamento nel comportamento sessuale dei ratti maschi Wistar pubblicato da Faqi et al. (1998).

5) L'US EPA e l'ISS hanno rispettivamente stabilito una dose giornaliera tollerabile (TDI) ed una Rfd entrambe pari a 0,7 pg WHO- TEQ /kg di peso corporeo al giorno⁽¹³⁾.

6) **Virtual Safe Dose (VSD)** è il valore limite adottato per gli effetti cancerogeni ed è quello correlato ad un rischio incrementale di neoplasie pari a 1 su 100.000⁽¹⁷⁾.

Sugli effetti cancerogeni è in corso una disputa scientifica che dura da circa 30 anni fra chi ritiene che i PCDD/F e PCB DL siano promotori operanti con meccanismo epigenetico e pertanto con un valore soglia al di sotto del quale non c'è rischio incrementale di neoplasie e chi invece indica tali tossici come cancerogeni completi per i quali il valore soglia non esiste.

Il rischio incrementale si calcola in base alla concentrazione di PCDD/F/PCB DL espressa come pg/grWHO-TEQ equivalenti, alla quantità di alimento consumata giornalmente ed annualmente.

A3) Confronto fra i valori limite dei diversi organismi scientifici

Ipotizzando un consumo giornaliero di 130 grammi di latte, si è calcolata la quantità assorbita di pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ per ognuno dei campioni di latte del 2013-2015; tali quantità sono state confrontate ai fini dell'accettabilità con i diversi valori limite sopra descritti (figg. 1-6). Si è utilizzato il criterio stabilito dalla norma UNI 689:1997 basato sulla distribuzione percentile e su tre possibili risultati: rispetto del valore limite (verde), indecisione (arancione), superamento del valore limite (rosso).

Per il **TWI** pari a 2 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/kg di peso corporeo (equivalente a 20 pg/day) previsto dallo **Scientific Committee on Food (SCF) dell'UE** si ha una situazione di inaccettabilità a livello del 95° centile (zona rossa fig. 1).



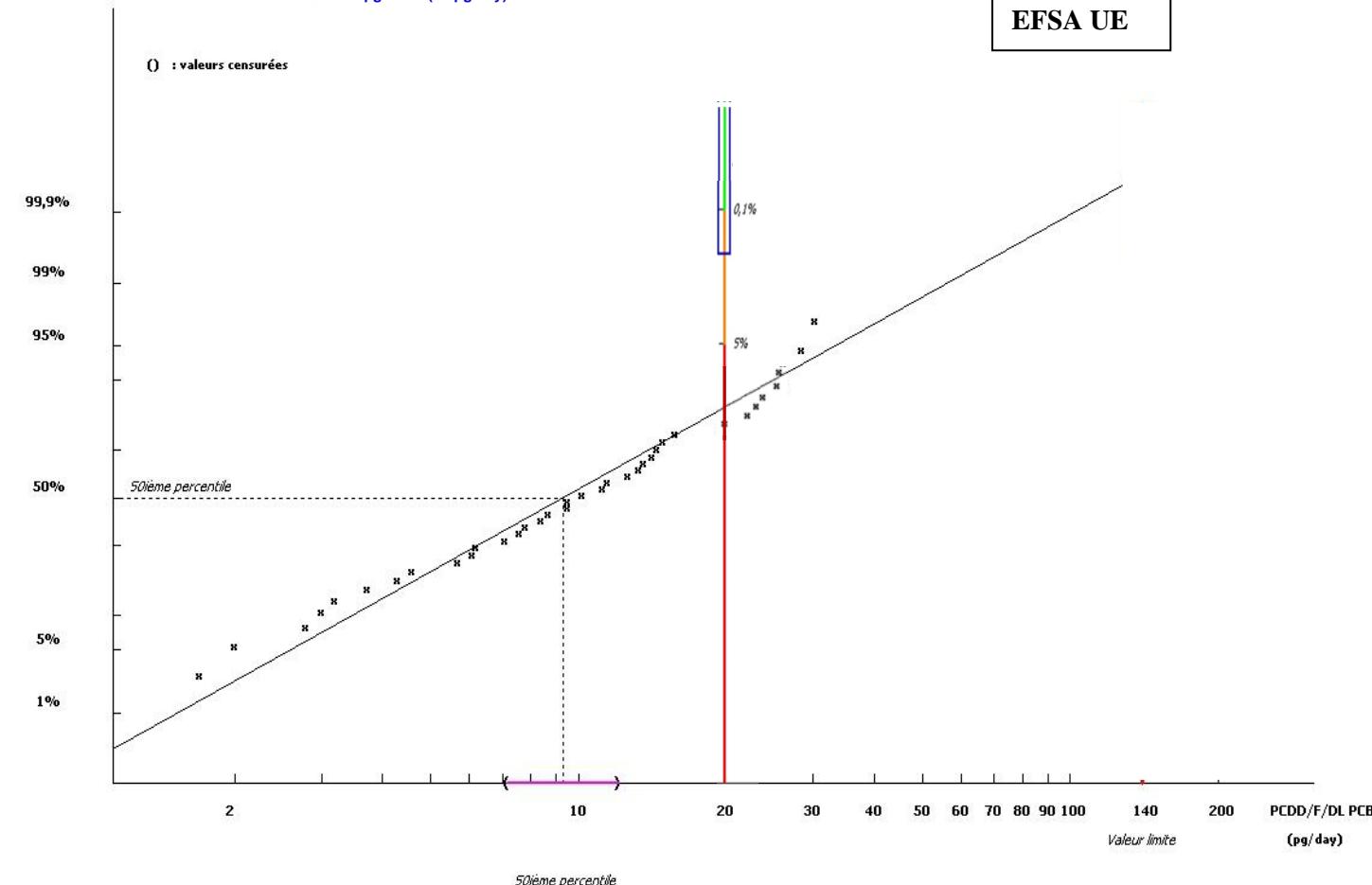
Ajustement log-normal des fréquences cumulées

Fichier : SIN TERNI LATTE TDI140
 Etablissement : SIN TERNI
 Atelier : SIN Terni
 Poste de travail : SIN Terni
 Agent chimique : PCDD/F/DL PCB
 Valeur limite : 140 pg/week (20 pg/day)

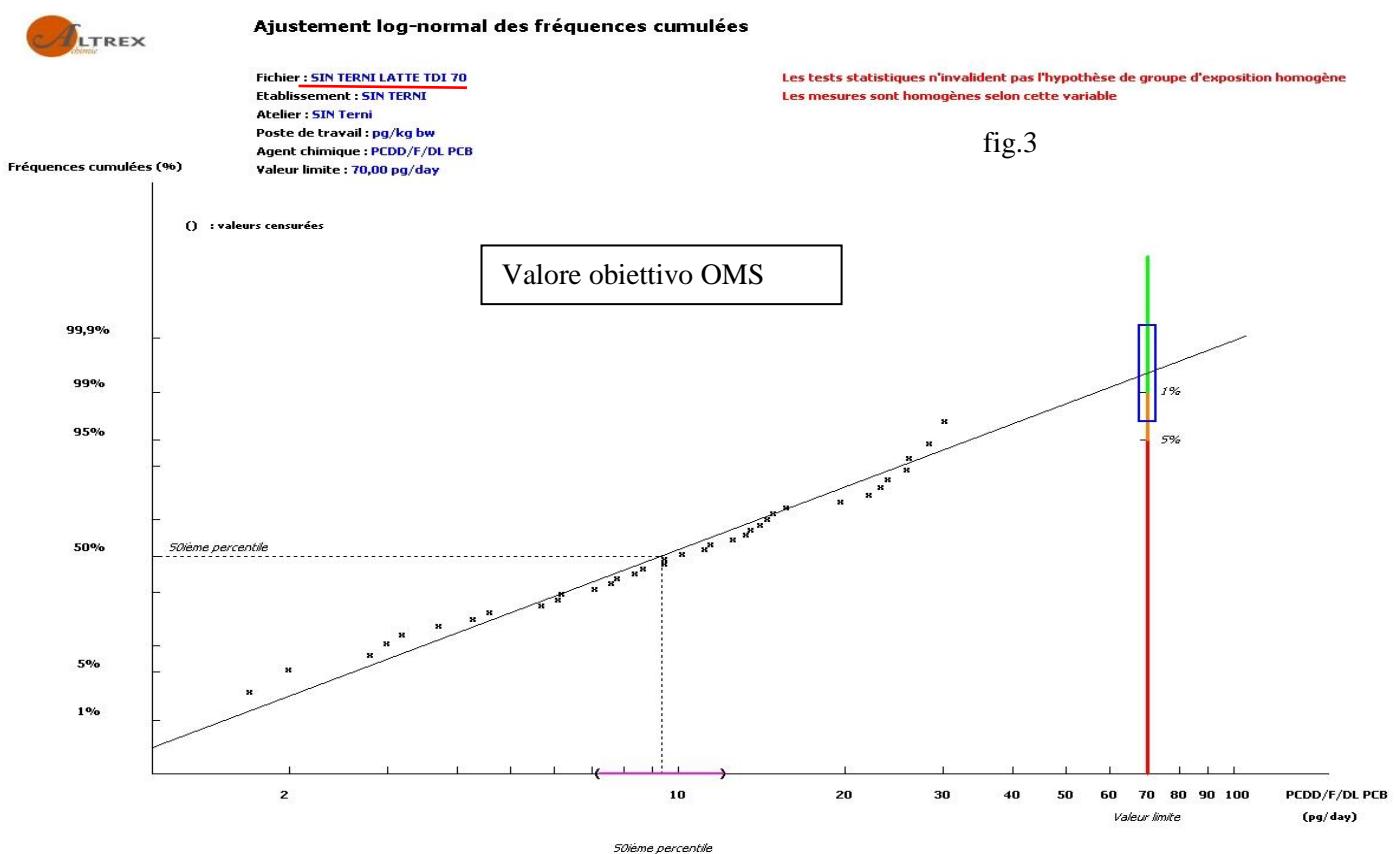
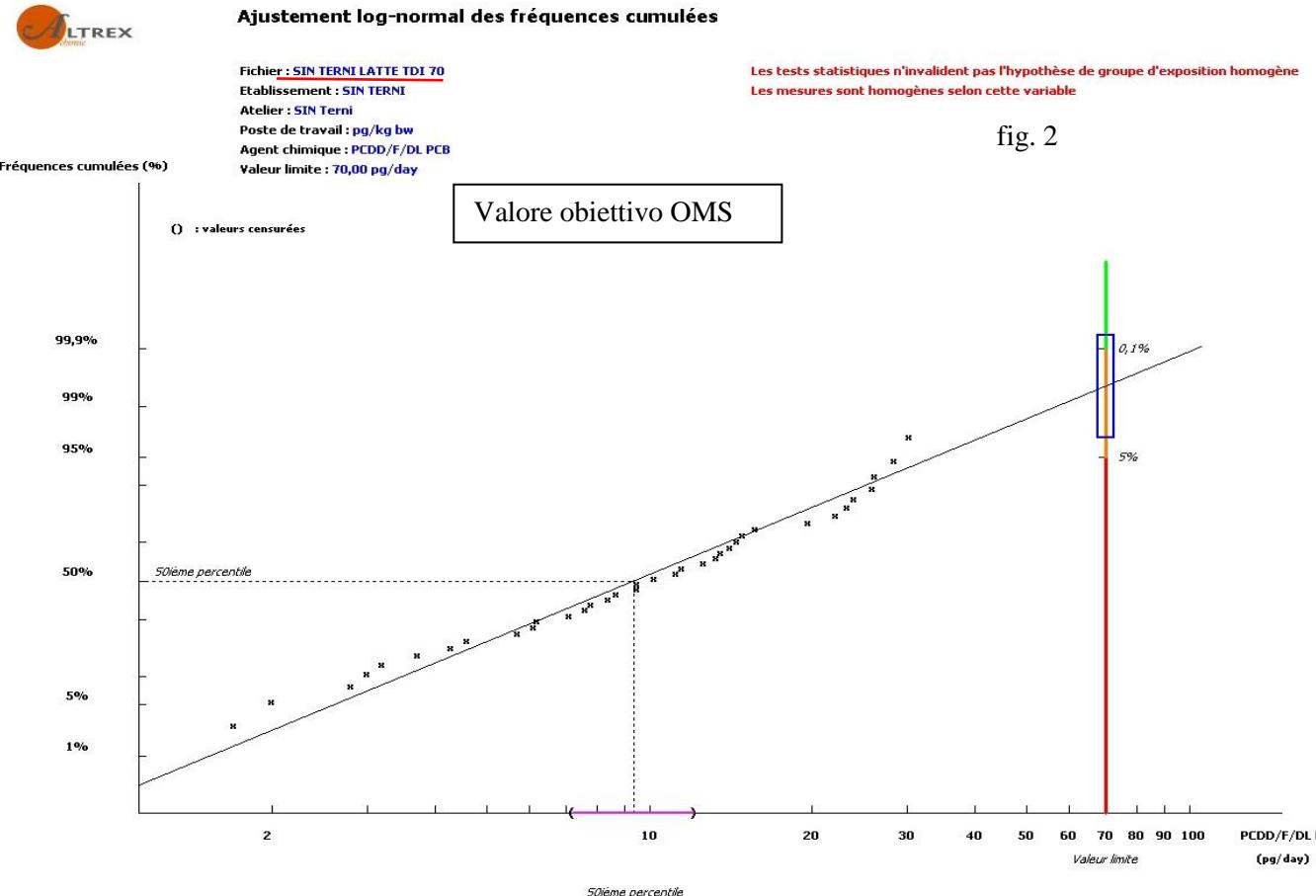
Les tests statistiques n'invalident pas l'hypothèse de groupe d'exposition homogène
 Les mesures sont homogènes selon cette variable

fig. 1

EFSA UE



Per il TDI pari a 1 pg WHO-TEQ /kg di peso corporeo previsto come **Valore obiettivo dall'OMS**, l'accettabilità non sussiste a livello del 99.9° centile (zona arancione, fig. 2), mentre si raggiunge a livello del 99° centile (zona verde, fig. 3).



Per il TDI pari a 0,7 pg WHO-TEQ/kg di peso corporeo previsto dall'US EPA e per il TM pari a 5,5 pg/g grasso previsto dalla CE non c'è accettabilità a livello di 99° centile (zona arancione, figg.4 e 5).

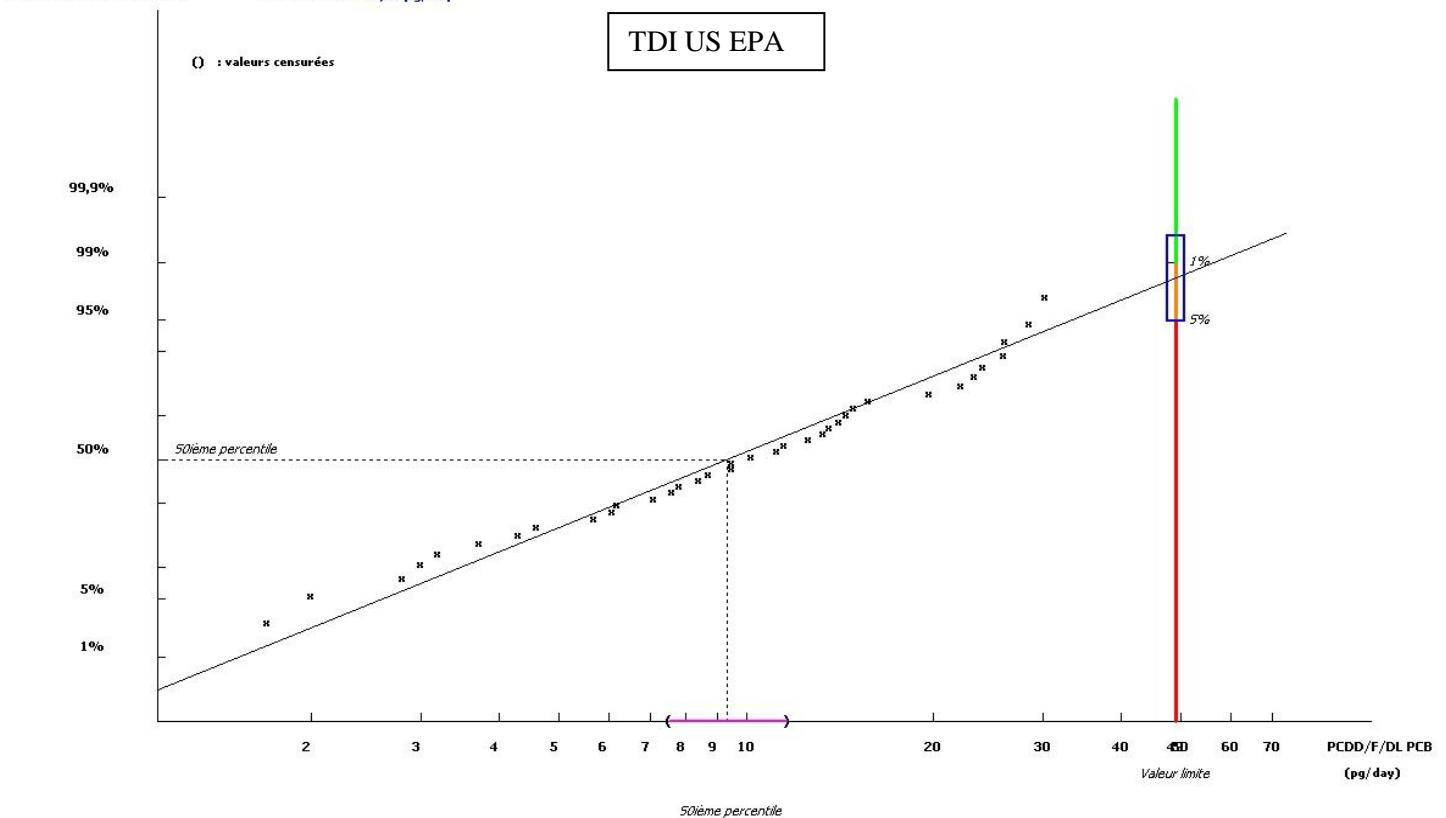


Ajustement log-normal des fréquences cumulées

Fichier : SIN TERNI LATTE TDI EPA 49
Etablissement : SIN TERNI
Atelier : SIN Terni
Poste de travail : SIN Terni
Agent chimique : PCDD/F/DL PCB
Valeur limite : 49,00 pg/day

**Les tests statistiques n'invalident pas l'hypothèse de groupe d'exposition homogène
Les mesures sont homogènes selon cette variable**

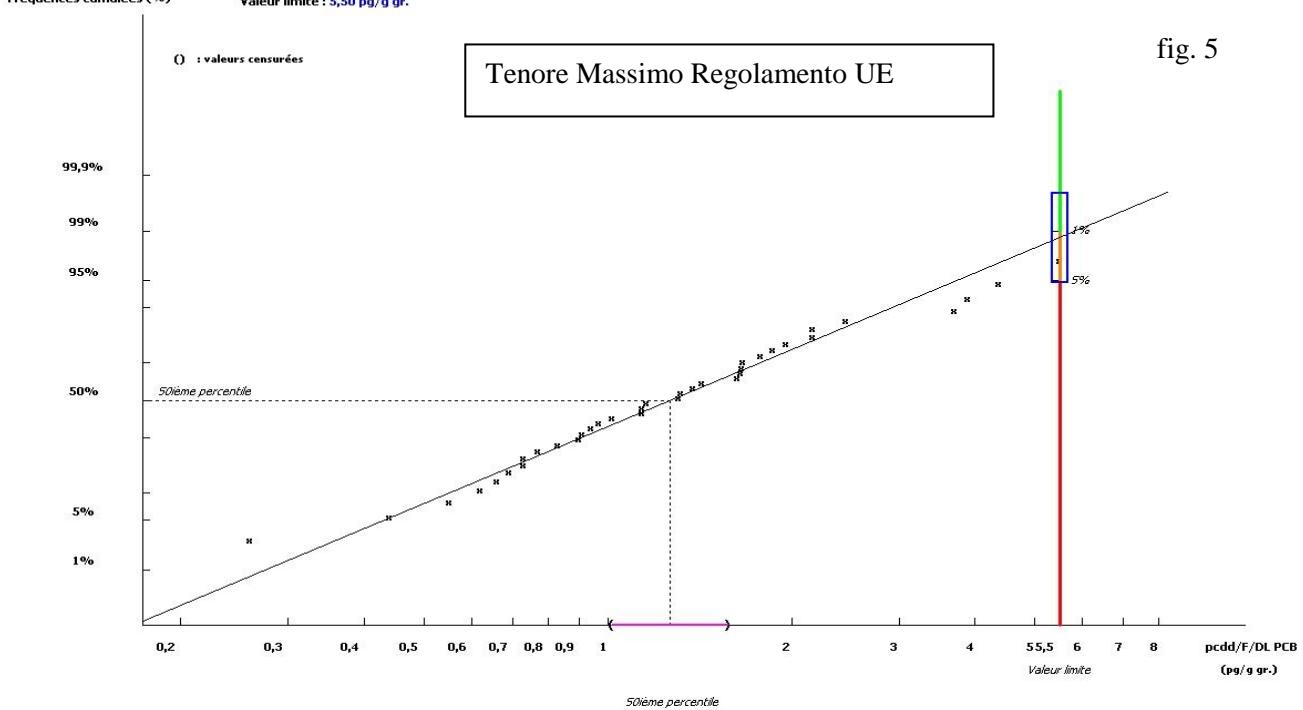
fig. 4



Fichier : SIN_TERNI LATTE
Etablissement : SIN TERNI
Atelier : SIN Terni
Poste de travail : SIN Terni
Agent chimique : pcd/F/DL PCB
Hazard limite : F 50 mg/m³

Les tests statistiques n'invalident pas l'hypothèse de groupe d'exposition homogène
Les mesures sont homogènes selon cette variable
Pas assez de dates ou de mesures (IE) différentes pour tester la tendance

fig. 5



Per quanto riguarda gli effetti cancerogeni, posto un livello di accettabilità di 1×10^{-5} del **rischio incrementale di neoplasie**, esso corrisponde ad una **Virtual Safe Dose*** di 17 pg WHO- TEQ/lt di latte per un consumo giornaliero pari a 130 grammi; rispetto ad esso la situazione è inaccettabile (zona rossa) a livello del 95° centile (fig. 6).

(*individuato in base a concentrazione in pg/g grasso ed a percentuale media di grasso nel latte).



Ajustement log-normal des fréquences cumulées

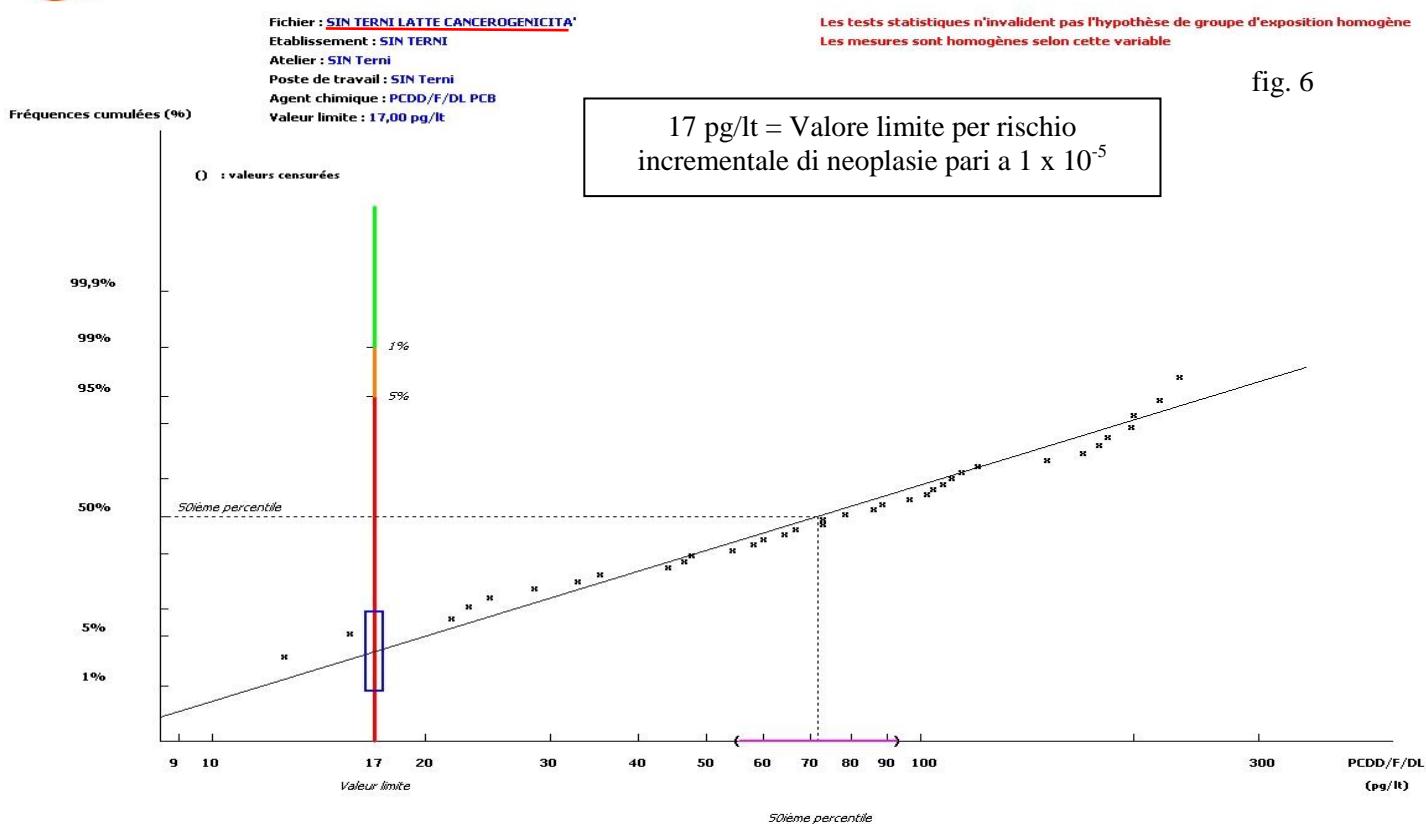


fig. 6

Conclusioni

Sulla base delle valutazioni sopra riportate, emerge che per gli effetti non cancerogeni il valore limite più cautelativo è quello dell'EFSA, poi vengono il TDI dell'US EPA ed il TM della CE con risultati praticamente sovrapponibili ed infine il valore obiettivo dell'OMS. Va comunque rilevato che nemmeno il valore limite dell'EFSA è cautelativo rispetto al rischio incrementale cancerogeno "accettabile".

Da quanto sopra illustrato, adottando il **principio dell'ipotesi peggiore**, la caratterizzazione del rischio in questa relazione si baserà sulla stima del rischio incrementale cancerogeno, utilizzando lo SF (mg/kg-day) pari a $1,3 \times 10^5$ indicato da US EPA, OHEEA e ISS ed in accordo con l'ipotesi dell'assenza di un valore soglia.

B) VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE a PCDD/F e DL PCB

B1) Assorbimento attraverso il consumo di zucchine e lattuga

Dalle analisi eseguite nel 2015 su 12 campioni (6+6) di zucchine e lattuga, che sono risultati tutti al di sotto dei rispettivi livelli d'azione risulta una concentrazione media rispettivamente di 0,06 pg WHO-TEQ /g. In tab. 1 sono riportate le quantità medie di zucchine e lattuga consumate dalla popolazione adulta italiana desunte da "Indagine sui consumi alimentari in Italia: INRAN-SCAI 2005-2006" ⁽¹⁴⁾ e la corrispondente quantità di WHO- TEQ assorbita ai livelli riscontrati

Il risultato per un consumatore medio è di 0,84 pg WHO-PCDD/F-PCB-TEQ /die per le zucchine, mentre per la lattuga è di 0,51 pg WHO- TEQ /die.

Assorbimento di PCDD/F/DL PCB tramite il consumo di lattuga e zucchine (tab.23)

Consumo medio al giorno di zucchine: dati INRAN ⁽¹⁴⁾	Assorbimento di WHO-PCDD/F-PCB-TEQ in pg/die per un contenuto di 0,06 pg/g nelle zucchine	Consumo medio al giorno di lattuga: dati INRAN ⁽⁵⁰⁾¹⁴⁾	Assorbimento di WHO PCDD/F-/PCB-TEQ in pg/die per un contenuto di 0,03 pg/g nella lattuga
14 g	0,84 pg/die	17 g	0,51 pg/die

B2) Assorbimento attraverso il consumo di carne rossa

I due campioni di carne rossa hanno presentato una concentrazione di 0,95 e 1,14 pg/gr. grasso WHO-TEQ, inferiore a tutti i 5 valori di tenore massimo e limite d'azione.

B3) Assorbimento attraverso il consumo di latte ed uova

Le fig. da 1 a 6 mostrano che per i 36 campioni di latte non si è mai superato il Tenore Massimo (TM) di 5,5 pg/g grasso WHO- TEQ previsto dai regolamenti UE, tranne in un prelievo, che si colloca a livello del TM con il suo limite fiduciale superiore. Il Limite d'Azione (LA) di 1,75 pg /g grasso WHO PCDD/F TEQ per il latte è stato superato in 3 campioni; 32 campioni sono risultati nella norma.



Ajustement log-normal des fréquences cumulées

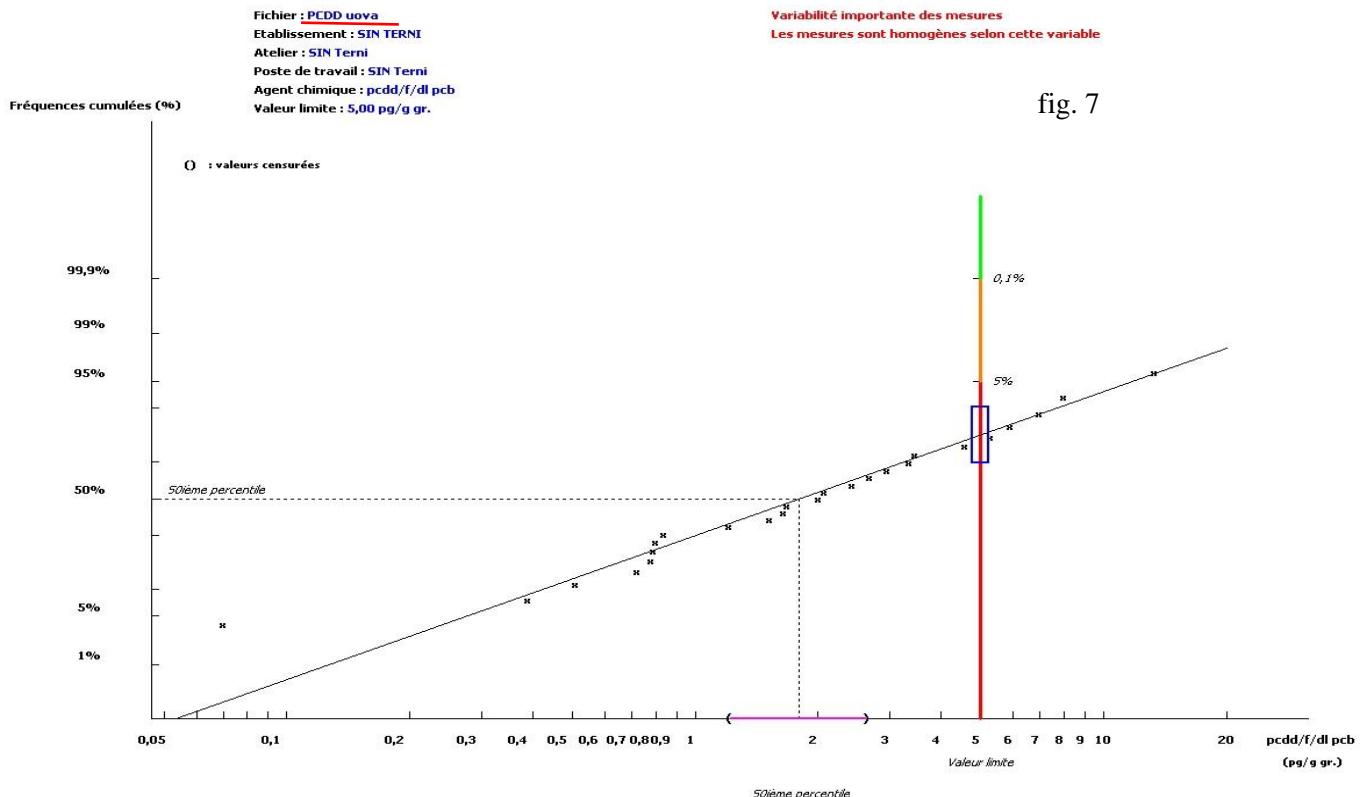


fig. 7

Per le uova, la fig. 7 mostra che **5 campioni hanno superato il Tenore Massimo** di 5 pg WHO-PCDD/F-PCBdl-TEQ /g grasso. Infine 4 campioni hanno superato il **Limite d'Azione** di 1,75 pg WHO- PCBdl-TEQ /g gr. I restanti **14** sono risultati nella norma.

C) CARATTERIZZAZIONE DEL RISCHIO DA PCDD/F e PCB-DL

Stima del consumo massimo ammissibile per tutelare la salute (*)

Fatto salvo il principio che il consumo dell'alimento è da vietare laddove la normativa lo preveda superati gli specifici valori limite di contaminazione in essa previsti, si ritiene necessario superare una concezione che tenga solo conto di tale aspetto che da solo può non garantire sempre un'assunzione alimentare sicura; è necessario introdurre un altro dato fondamentale e cioè la quantità consumata di alimento.

E' evidente, per fare un esempio, come assumere quotidianamente 500 grammi di latte con un livello di contaminazione di 1,7 pg/g. grasso WHO-PCDD/F –TEQ, quindi inferiore al Limite di Azione pari a 1,75 pg/g. grasso, comporti un'assunzione di questi tossici 3 volte maggiore rispetto ad un consumo di 1 bicchiere da 100 grammi al giorno di latte con un livello di contaminazione di 2,55 pg/g WHO-PCDD/F –TEQ, superiore al tenore massimo.

Ci troveremmo cioè di fronte al paradosso che sarebbe ammessa un'assunzione di contaminante più di 3 volte maggiore rispetto a quella che sarebbe vietata.

Per superare questo gap culturale, di seguito si riportano delle tabelle di consumo massimo ammissibile degli alimenti contaminati sulla base del loro di livello di contaminazione più elevato di PCDD/F/PCB-DL riscontrato nel corso delle campagne di misurazione effettuate nel 2012-2018 nel comune di Terni.

Effetti cronici non cancerogeni

Nell'ipotesi che la nutrizione sia basata **ESCLUSIVAMENTE** su alimenti che abbiano livelli di contaminazione pari a quelli più alti rilevati nei campioni prelevati nel corso degli ultimi anni dalla USL e che il consumo sia quello medio della popolazione italiana, il rischio per gli effetti non cancerogeni può essere escluso per olive, lattuga, zucchine e carne per tutti i diversi valori limite di assunzione (massima giornaliera, media giornaliera per tutto l'anno, settimanale o mensile) dei vari organismi scientifici di riferimento, e cioè **Istituto Superiore di Sanità (ISS), European Food Safety Authority (EFSA) dell'UE, OMS, US-EPA, JECFA FAO-WHO**.

Per quanto riguarda il pecorino stagionato e le uova, invece, il consumo non è ammissibile per i parametri più restrittivi, e cioè WHO TDI e SCF UE TWI.

Effetti cancerogeni

Premesso che in applicazione del principio di precauzione si ritiene di dover considerare PCDD/F e PCB-DL cancerogeni senza valore soglia, in ciò schierandoci dalla parte dell'US-EPA nella diatriba che dura da anni nel mondo scientifico internazionale, si ipotizza come accettabile un rischio incrementale di tumori inferiore o pari ad 1 su milione di persone in 70 anni di esposizione ad un cancerogeno.

Sulla base di questa premessa, il consumo non sarebbe accettabile per nessuno degli alimenti contaminati.

Tabelle dei consumi ammissibili

Da quanto sopra riportato, le tabelle 2 – 5 raffrontano i consumi degli alimenti aventi il massimo livello di contaminazione con i 5 valori limite degli organismi scientifici; ne abbiamo aggiunto uno, che è quello che occorre rispettare per avere un rischio incrementale inferiore ad 1 su milione di persone in 70 anni e che rappresenta quello di gran lunga più conservativo.

N.B.: i valori di concentrazione dei PCDD/F/PCB-DL nei referiti analitici sono riportati in pg gr. grasso WHO-PCDD/F/PCB DL-TEQ/ per gli alimenti di origine animale. Essi sono stati trasformati nella concentrazione nell'alimento sulla base del suo contenuto percentuale di grasso.

A livello di tabelle di consumo, la concentrazione nell'alimento è riportata in mg/gr. PCDD/F/PCB DL WHO-TEQ

C1) Ortaggi (Lattuga e zucchine)

Un consumo giornaliero medio a persona di 17 e 14 grammi rispettivamente di lattuga e zucchine⁽¹⁴⁾, pari al consumo medio degli italiani stimato dall'INRAN, con il **livello di contaminazione massimo** riscontrato nei campioni prelevati nel 2015-208 pari a 0,1 WHO-PCDD/F-PCB-TEQ/g., renderebbe sicuro il consumo in riferimento agli effetti non cancerogeni, ma **non per gli effetti cancerogeni**.

Per garantire il rispetto del rischio incrementale accettabile di tumori a quel livello di contaminazione, il consumo medio non dovrebbe superare i 155 giorni l'anno ed essere limitato solo ai maggiorenni (tab.2).

Tab. 2)

valore contaminazione Zucchine e Lattuga mg/gr WHO-TEQ 1E-10	contaminante TCDD/F/PCB-DL			I'assunzione di alimento è accettabile se i valori riportati sotto il TDI, il TWI, la RfD e il PTMI sono inferiori ad 1
consumo gr/al giorno	consumo massimo giornaliero tollerabile gr/giorno	fascia età e peso	WHO TDI mg/kg - die (1pg/kg-die)	
17	500		0,03	
17	700		0,02	
	consumo massimo giornaliero tollerabile gr/giorno	WHO TDI mg/kg - die (4pg/kg-die)		
17	2000		0,01	
17	2800		0,01	
	consumo medio giornaliero tollerabile, gr/giorno	giorni di consumo all'anno *		US EPA e ISS RfD mg/kg-die (0,7pg/kg-die)
17	824	155	14 - 16 anni , 50 kg	0,02
17	1154	155	17 -70 anni, 70 kg	0,01
consumo medio giornaliero nella settimana gr/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile nella settimana gr/giorno	giorni di consumo a settimana		JEFCA TWI: mg/kg-week (2pg/kg-week)
17	143	7	14 - 16 anni , 50 kg	0,12
17	200	7	17 -70 anni, 70 kg	0,09
consumo medio giornaliero nel mese gr/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile nel mese: gr/giorno	giorni di consumo al mese		SCF UE TWI: mg/kg-week (14pg/kg-week)
17	233	30	14 - 16 anni , 50 kg	0,07
17	327	30	17 -70 anni, 70 kg	0,05
consumo medio gr/al giorno		anni di consumo*	Rischio CANCEROGENO incrementale aggiustato per età (accettabile \leq 1E-6), per anni e giorni* di consumo	Consumo massimo per garantire un rischio CANCEROGENO incrementale minore di 1 su milione , per anni e giorni* di consumo
17	14-16 anni,50 kg	0	9,96E-07	17
17	17-70 anni,70 kg	52		17

C2) Pecorino

Sulla base della **concentrazione massima** pari a 4,37 pg/gr. grasso WHO- TEQ nei 49 campioni di latte di pecora del 2012-2018, considerata una concentrazione del 32% di grasso nel pecorino ed un trasferimento 1 ad 1 del contenuto di PCDD/F/PCB⁽¹⁵⁾ fra il grasso del latte e quello del formaggio, la concentrazione nel formaggio sarebbe pari a 1,4 pg WHO- TEQ /grammo.

Un consumo massimo di 50 grammi per 4 giorni in un anno a questo livello di contaminazione garantirebbe il rispetto di tutti i valori limite, compreso il rischio incrementale accettabile di tumori (tab. 3).

Tab. 3)

valore contaminazione max pecorino 2012-2018 mg/gr WHO TEQ 1,40E-09	contaminante TCDD/F/PCB-DL			I'assunzione di alimento è accettabile se i valori riportati sotto il TDI, il TWI, la RfD e il PTMI sono inferiori a 1
consumo gr/al giorno	consumo massimo giornaliero tollerabile gr/giorno		fascia età e peso	WHO TDI mg/kg - die (1pg/kg-die)
36	36		14 - 16 anni , 50 kg	1,00
50	50		17 -70 anni, 70 kg	1,00
	consumo massimo giornaliero tollerabile gr/giorno			WHO TDI mg/kg - die (4pg/kg-die)
36	143		14 - 16 anni , 50 kg	0,25
50	201		17 -70 anni, 70 kg	0,25
	consumo medio giornaliero tollerabile, gr/giorno	giorni di consumo all'anno *		US EPA e ISS RfD mg/kg-die (0,7pg/kg-die)
36	2289	4	14 - 16 anni , 50 kg	0,02
50	3205	4	17 -70 anni, 70 kg	0,02
consumo medio giornaliero nella settimana kg/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile nella settimana gr/giorno	giorni di consumo a settimana		EFSA TWI: mg/kg-week (2pg/kg-week)
36	72	1	14 - 16 anni , 50 kg	0,50
50	100	1	17 -70 anni, 70 kg	0,50
consumo medio giornaliero nel mese kg/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile nel mese: gr/giorno	giorni di consumo al mese		JECFA PTMI: mg/kg-month (70pg/kg-month)
36	2509	1	14 - 16 anni , 50 kg	0,01
50	3512	1	17 -70 anni, 70 kg	0,01
consumo medio gr/al giorno		anni di consumo*	Rischio CANCEROGENO incrementale aggiustato per età (accettabile ≤ 1E-6), per anni* e giorni* di consumo	Consumo in gr/al giorno per avere un rischio di 1 su milione in base ad anni e giorni consumo previsti
36	14-16 anni,50 kg	0	1,05E-06	33,8
50	17-70 anni,70 kg	52		47,4

C3) Uova

Premesso che il consumo medio di uova è di due a settimana in Italia⁽¹⁶⁾, sulla base della **concentrazione massima** pari a 13,34 pg/gr. grasso WHO- TEQ nei 28 campioni di uova di gallina, che corrisponde ad una concentrazione nelle uova di 1,59 pg/grammo, un **consumo massimo** di 3 uova in un anno garantirebbe il rispetto di tutti i valori limite, compreso il rischio incrementale accettabile di tumori (tab. 4).

Tab. 4)

valore contaminazione UOVA massima 2012-2018 mg/gr WHO TEQ 1,59E-09	contaminante TCDD/F/PCB-DL			I'assunzione di alimento è accettabile se i valori riportati sotto il TDI, il TWI, la RfD e il PTMI sono inferiori ad 1
consumo medio gr/al giorno (pari a 2 uova settimana)	consumo <u>massimo giornaliero</u> tollerabile gr/giorno	17	fascia età e peso	WHO TDI mg/kg - die (1pg/kg-die)
17	31		14 - 16 anni , 50 kg	0,54
17	44		17 -70 anni, 70 kg	0,39
	consumo <u>massimo giornaliero</u> tollerabile gr/giorno	17	Uova consumabili / anno	WHO TDI mg/kg - die (4pg/kg-die)
			3	14 - 16 anni , 50 kg
				17 -70 anni, 70 kg
	consumo <u>medio giornaliero</u> tollerabile, gr/giorno	17	giorni di consumo medio massimo all'anno**	US EPA e ISS RfD mg/kg-die (0,7pg/kg-die)
			9	14 - 16 anni , 50 kg
			9	17 -70 anni, 70 kg
consumo medio giornaliero <u>nella settimana</u> gr/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile <u>nella settimana</u> gr/giorno	17	giorni di consumo a settimana	EFSA TWI: mg/kg-week (2pg/kg-week)
17	21		3	14 - 16 anni , 50 kg
17	29		3	17 -70 anni, 70 kg
consumo medio giornaliero <u>nel mese</u> gr/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile <u>nel mese:</u> gr/giorno	17	giorni di consumo al mese	JECFA PTMI: mg/kg-month (70pg/kg-month)
17	73		30	14 - 16 anni , 50 kg
17	103		30	17 -70 anni, 70 kg
consumo medio gr/al giorno		17	anni di consumo*	Rischio CANCEROGENO incrementale aggiustato per età (accettabile $\leq 1E-6$), per anni* e giorni** di consumo medio giornaliero
			0	Consumo in gr/al giorno <u>tutti i giorni</u> per avere un rischio di 1/milione in base ad anni e giorni consumo previsti
	14-16 anni,50 kg		9,20E-07	18
	17-70 anni,70 kg		52	18

C4) Carne rossa

Il consumo medio giornaliero di carne delle famiglie italiane è di 40 grammi ⁽¹⁵⁾ per ragazzi di età fra 14 e 16 anni e di 55 gr. fra i 17 e 70 anni.

La **concentrazione massima** riscontrata negli 8 campioni del 2015-2018 è stata 2,13 pg/gr. grasso WHO- TEQ, che corrisponde ad una concentrazione nella carne di 0,013 pg/grammo.

Un consumo pari a quello medio sopra indicato **per un massimo di 180 giorni** l'anno e **dall'età di 2 fino a 70 anni**, garantirebbe il rispetto di tutti i valori limite sia per quanto riguarda i rischi non cancerogeni che quelli cancerogeni (tab. 5).

Tab.5)

valore max contaminazione 2012 - 2018 carne mg/gr WHO- TEQ 1,30E-11	TCDD/F/PCB-DL			
consumo gr/al giorno	consumo massimo giornaliero tollerabile gr/giorno		fascia età e peso	WHO TDI mg/kg - die (1pg/kg-die)
40	3848		14 - 16 anni , 50 kg	0,0104
55	5388		17 -70 anni, 70 kg	0,0102
	consumo massimo giornaliero tollerabile gr/giorno			WHO TDI mg/kg - die (4pg/kg-die)
40	15393		14 - 16 anni , 50 kg	0,00
55	21550		17 -70 anni, 70 kg	0,00
	consumo medio giornaliero tollerabile, kg/giorno	giorni di consumo all'anno *		JECFA PTMI: mg/kg-month (70pg/kg-month)
40	5462	180	14 - 16 anni , 50 kg	0,01
55	7647	180	17 -70 anni, 70 kg	0,01
consumo medio giornaliero nella settimana gr/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile nella settimana gr/giorno	giorni di consumo a settimana		EFSA TWI: mg/kg-week (2pg/kg-week)
40	1099	7	14 - 16 anni , 50 kg	0,04
55	1539	7	17 -70 anni, 70 kg	0,04
consumo medio giornaliero nel mese gr/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile nel mese: gr/giorno	giorni di consumo al mese		JECFA PTM: mg/kg-month (70pg/kg-week)
40	8979	30	14 - 16 anni , 50 kg	0,00
55	12571	30	17 -70 anni, 70 kg	0,00
consumo medio gr/al giorno		anni di consumo*	Rischio CANCEROGENO incrementale aggiustato per età (accettabile $\leq 1E-6$), per anni* e giorni* di consumo	Consumo in gr/al giorno per avere un rischio di 1/milione in base ad anni, giorni e consumo previsti
40	14-16 anni,50 kg	16	9,62E-07	42
55	17-70 anni,70 kg	54		57

C5) Olive

Il consumo medio giornaliero delle famiglie italiane di 1,4 grammi di olive⁽¹⁵⁾ per un'età fra 14 e 70 anni avente la concentrazione uguale al **valore massimo riscontrato** nei 48 campioni di olive pari a 0,26 pg/g grammo WHO- TEQ comporta l'ampio rispetto dei valori limite di assunzione sia per quanto riguarda i rischi non cancerogeni che quelli cancerogeni. Il **consumo massimo ammissibile** è di 2,3 grammi al giorno (tab.6).

Tab. 6)

valore contaminazione massima olive 2015- 2018 mg/gr WHO-TEQ 2,6E-10	contaminante TCDD/F/PCB-DL			I'assunzione di alimento è accettabile se i valori riportati sotto il TDI, il TWI, la RfD e il PTMI sono inferiori ad 1
consumo gr/al giorno	consumo <u>massimo</u> <u>giornaliero</u> tollerabile gr/giorno	1,4	fascia età e peso	WHO TDI mg/kg - die (1pg/kg-die)
1,4	192		15 - 16 anni , 50 kg	0,01
1,4	269		18 -70 anni, 70 kg	0,01
	consumo <u>massimo</u> <u>giornaliero</u> tollerabile kg/giorno	1,4		WHO TDI mg/kg - die (4pg/kg-die)
1,4	769		15 - 16 anni , 50 kg	0,00
1,4	1077		18 -70 anni, 70 kg	0,00
	consumo <u>medio</u> <u>giornaliero</u> tollerabile, gr/giorno	giorni di consumo all'anno *		US EPA e ISS RfD mg/kg-die (0,7pg/kg-die)
1,4	135	365	14 - 16 anni , 50 kg	0,01
1,4	188	365	17 -70 anni, 70 kg	0,01
consumo medio giornaliero <u>nella</u> <u>settimana</u> gr/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile <u>nella settimana</u> gr/giorno	giorni di consumo a settimana		EFSA TWI: mg/kg-week (2pg/kg-week)
1,4	55	7	14 - 16 anni , 50 kg	0,03
1,4	77	7	17 -70 anni, 70 kg	0,02
consumo medio giornaliero <u>nel mese</u> gr/giorno	consumo medio giornaliero tollerabile <u>nel</u> <u>mese:</u> gr/giorno	giorni di consumo al mese		JECFA PTMI: mg/kg-month (70pg/kg-month)
1,4	449	30	14 - 16 anni , 50 kg	0,00
1,4	628	30	17 -70 anni, 70 kg	0,00
consumo medio gr/al giorno		anni di consumo	Rischio CANCEROGENO incrementale aggiustato per età (accettabile ≤ 1E-6), per anni e giorni* di consumo	Consumo massimo per garantire un rischio CANCEROGENO incrementale minore di 1 su milione aggiustato per età , per anni e giorni* di consumo
1,4	14-16 anni,50 kg	2	6,03E-07	2,3
1,4	17-70 anni,70 kg	54		2,3

Bibliografia

1) EFFETTI DELLA DIOSSINA NELL'UOMO

A. Schipani e F. Moribato, *Federazione italiana Medici di Medicina Generale*, 2009
http://alimentazione.fimm.org/approfondimenti_mese/2009/gennaio/effetti_diossine.htm

2) EPA's Reanalysis of Key Issues Related to Dioxin Toxicity and Response to NAS Comments

Volume 1 (CAS No. 1746-01-6) *In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS)*, February 2012

3) TOXICOLOGICAL PROFILE FOR POLYCHLORINATED BIPHENYLS (PCBs)

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES, Public Health Service, Agency for Toxic Substances and Disease Registry, November 2000

4) Dioxin And Cancer

Chemical & Engineering News August 2, 2010, Volume 88, Number 31 pp. 33 – 34,

5) No Evidence of Dioxin Cancer Threshold

D. Mackie et al., Princeton University, Princeton, New Jersey; USA *Environmental Health Perspectives*, VOLUME 111 / NUMBER 9 / July 2003

6) A Comparison of Dioxin Risk Characterizations

The Chlorine Chemistry Council, May 2002

7) Polychlorinated Dibenzo- para-dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans

IARC MONOGRAPHS ON THE evaluationON OF CARCINOGENIC RISKS TO HUMANS, VOLUME 69, 4-11 Februar 1997

8) Diodine, PCB, IPA – guida alla lettura dei risultati analitici

ARPA Piemonte, 2015

9) Regolamenti CE 277/2012 e CE 2006-1881, Raccomandazione 11.09.2014

10) Assessment of the health risk of dioxins: re-evaluation of the Tolerable Daily Intake (TDI)

International Programme on Chemical Safety, WHO European Centre for Environment and Health May 1998, Geneva, Switzerland

11) Polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs), polychlorinated dibenzofurans (PCDFs), and coplanar polychlorinated biphenyls (coplanar PCBs)

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), 2001

12) Risk for animal and human health related to the presence of dioxins and dioxin-like PCBs in feed and food

EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM), 18.02.2019

13) EPA's Reanalysis of Key Issues Related to Dioxin Toxicity and Response to NAS Comments, Volume 1 (CAS No. 1746-01-6). In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS)

U.S. Environmental Protection Agency, February 2012

14) Indagine sui consumi alimentari in Italia: INRAN-SCAI 2005-2006”

Parte B: I risultati dei consumi alimentari. Osservatorio Consumi Alimentari, INRAN. Roma, 2011.

15) Intake estimates of dioxins and dioxin-like polychlorobiphenyls in the Italian general population from the 2013-2016 results of official monitoring plans in food,

G. Diletti et al., *Science of the Total Environment* 627 (2018) 11–19

16) Il consumo di uova della famiglia media italiana

Veterinaria Italiana, 46 (3), 287-300; 2010

17) Handbook of Toxicology

Derlanko, M.J. and Hollinger, M.A. (Eds). CRC. 1995. CRC Press. Boca Raton, FL.