

Misura delle concentrazioni di PCB diossina-simili

(Giulia Poma, Licia Guzzella, Claudio Roscioli, Pietro Volta, Igor Cerutti, Paolo Sala)

Introduzione

Nel Rapporto d'Esercizio 2008 del Laboratorio Cantonale del Ticino sono stati riportati i risultati di un'indagine svolta sul muscolo dei pesci del Lago Maggiore che ha evidenziato per la specie agone (*Alosa fallax lacustris*) il superamento del valore di 8 pg g^{-1} in peso fresco per la somma di diossine e PCB diossina-simili (PCB-DL) Tale valore indicato dall'Unione Europea come limite massimo ammissibile per il muscolo di pesci ed altri prodotti ittici da destinare al consumo umano secondo il Regolamento CE n.1881/2006, ed adottato anche in Svizzera secondo un accordo bilaterale con l'EU. Nella stessa indagine, inoltre, era stata riportata una correlazione positiva e significativa tra i PCB indicatori (PCB-i = PCB-28, -52, -101, -153, -138, -180) e i PCB-DL nel muscolo di agoni campionati in anni differenti e in diversi laghi svizzeri. Tale relazione è stata spiegata sulla base del fatto che circa il 90% del valore del parametro cumulativo diossine + PCB-DL dipende dalla presenza di questi ultimi, i quali rappresentano un'impurezza della miscela commerciale dei PCB.

Nell'ambito delle indagini sul DDT e altre sostanze pericolose condotte tra il 2001 e il 2010 (CIPAIS, 2007; 2009, 2010), sono stati analizzati anche il tenore di PCB, oltre che DDT e PBDE, nell'agone e nel coregone lavarello. In diversi casi, in modo particolare per l'agone, si sono osservati valori di PCB-i che superavano la soglia di 70 ng g^{-1} p.f., ritenuto dal Laboratorio Cantonale del Ticino il valore soglia al di sopra del quale è possibile il superamento del limite di 8 pg g^{-1} in p.f. previsto per i valori di TEQ per la somma di diossine e PCB-DL nel muscolo dei pesci.

Con queste premesse, è stata proposta e approvata dal CIPAIS un'indagine specifica su questo tema da svolgere nel 2010 al fine di rispondere al problema evidenziato dal Laboratorio Cantonale svizzero sul popolamento ittico soggetto alla pesca nel Lago Maggiore. Lo studio ha utilizzato il pescato già raccolto nell'ambito dell'attività prevista sul comparto ittico con particolare riferimento agli agoni e ai coregoni, più l'esecuzione di un'indagine annuale specifica su campioni di individui più maturi (>3 anni) sempre di agoni e coregoni che meglio rappresentano la popolazione soggetta alla pesca commerciale nel lago. Nel corso dell'attività, è stato valutato il tenore di PCB-DL nel muscolo e tale valore è stato confrontato con il contenuto dei PCB-i.

Campionamento delle specie ittiche

Il campionamento della fauna ittica è stato effettuato stagionalmente, in più stazioni lungo l'asse longitudinale del lago, in modo tale da poter essere rappresentativo di più aree, anche potenzialmente soggette a un diverso grado di contaminazione da PCB. Sono stati considerati pool di individui di età differenti, giovani e adulti (Tab. 6.2.6) rappresentativi del pescato commerciale. I campionamenti sono stati effettuati con reti branchiali pelagiche e reti da fondo (ancorate) costituite da pannelli con maglie di diversa misura (da 25 a 50 mm). I pesci sono stati misurati (lunghezza totale = L_T) e ne è stato determinato il sesso mediante eviscerazione. Per ogni esemplare è stato prelevato un campione di scaglie per la determinazione dell'età; le scaglie sono state posizionate tra due vetrini porta-oggetto e successivamente analizzate, utilizzando un visore a basso ingrandimento (Fig. 6.2.4).

Per ogni pesce è stato prelevato il filetto (pelle esclusa) nella regione caudale (tra la pinna anale e la pinna caudale) da entrambi i lati del corpo. I filetti sono stati omogeneizzati (Ultra-Turrax, Janke & Kunkel, Germania) e l'omogeneizzato è stato posto in recipienti di vetro e congelato.



Fig. 6.2.4. Scaglia di coregone lavarello. I numeri sulla scaglia evidenziano l'interruzione dell'accrescimento che avviene nel periodo invernale.

Tab. 6.2.6. Prospetto relativo ai campioni considerati nella presente indagine.

Specie	Luogo di cattura	Lunghezza (cm)	Età (anni)
PRIMAVERA 2010			
Agone	Ghiffa	22,2 ±2,0	1,8 ±0,4
	Ghiffa-Cannero	23,5 ±2,1	1,9 ±0,2
	Bacino Sud	31,3 ±1,3	3,3 ±0,4
Coregone	Ghiffa Cannero	41,7 ±1,3	5,1 ±1,1
	Bacino Sud	32,9 ±1,2	4,2 ±0,7
	Ghiffa Cannero	25,0 ±1,1	2,9 ±0,4
ESTATE 2010			
Agone	Bacino Sud	31,1 ±1,7	3,8 ±0,7
	Intra	23,6 ±1,9	1,9 ±0,4
	Ghiffa Cannero	29,7 ±2,4	3,2 ±0,6
	Ghiffa Cannero	22,3 ±2,1	2,1±0,4
	Bacino Sud	21,8 ±1,4	1,7 ±0,3
Coregone	Ghiffa Cannero	36,3 ±2,1	3,9 ±1,7
	Intra Sud	30,2 ±2,5	2,3 ±0,6
	Ghiffa Cannero	26,2 ±2,1	1,7 ±0,3
AUTUNNO 2010			
Agone	Ghiffa Cannero	30,1 ±1,2	4,0 ±0,8
	Intra Sud	24,8 ±1,4	2,2 ±0,3
	Ghiffa Cannero	25,6 ±1,5	2,1 ±0,3
Coregone	Ghiffa Cannero	32,2 ±2,2	3,4 ±0,9
	Intra Sud	30,2 ±2,1	2,4 ±0,8
	Ghiffa Cannero	24,1 ±1,9	1,9 ±0,3
INVERNO 2010-2011			
Agone	Ghiffa Cannero	29,8± 1,2	3,5± 0,7
Coregone	Intra Sud	32,1± 1,6	3,1± 1,1
	Ghiffa Cannero	22,1± 2.1	2,6±0,9

Estrazione e analisi dei campioni

I campioni sono stati liofilizzati previo scongelamento a temperatura ambiente. Il peso secco dei campioni è stato determinato pesandoli prima e dopo la liofilizzazione. Per quanto riguarda l'analisi dei PCB-i (PCB-28, -52, -101, -153, -138, -180) e dei PCB-DL (PCB-77, -81, -126 e -169, PCB-105, -114, -118, -123, -156, -157, -167 e -189), i campioni sono stati di nuovo omogeneizzati in un mortaio di porcellana e un'aliquota (4,5-5 g) è stata estratta in Soxhlet con una miscela di n-esano:acetone 3:1 v/v. L'estratto, al fine di eliminare possibili interferenti quali macromolecole proteiche e/o lipidiche, è stato concentrato sotto flusso di azoto e portato a 5 mL per la successiva prima fase di purificazione mediante la tecnica di esclusione molecolare GPC (Gel Permeation Chromatography), sistema che compie una selezione degli analiti di interesse basandosi unicamente sulla dimensione delle molecole stesse. La colonna usata per la GPC ha dimensioni 500 x 25 mm ed è stata impaccata con 78 g di BIO-BEADS[®] S-X3 – BIORAD. Il campione è stato eluito con diclorometano (DCM) flussato nella colonna per 35 minuti a 5 mL min⁻¹ alla pressione di 0,4 MPa. Il prodotto di eluizione (175 mL) è stato ulteriormente ridotto di volume fino a 1 mL e sottoposto a una seconda purificazione con passaggio su Florisil e colonnina impaccata di carbone attivo. I solventi utilizzati per questa seconda eluizione sono stati: l'*n*-esano per l'eluizione degli 8 PCB mono-orto sostituiti e il toluene per l'eluizione dei 4 PCB coplanari. I campioni, poi, sono stati analizzati in GC-MS con acquisizione del segnale in MS/MS. Per effettuare la validazione dei dati di PCB diossina-simili ottenuti, è stata effettuata in parallelo l'analisi del materiale certificato fornito dal NIST – SRM 1946 "Lake Michigan Fish Tissue". La diversa quantità di campione pesata per l'analisi dei PCB-DL, rispetto all'analisi degli altri composti, ha consentito di raggiungere un limite di rilevabilità per questi composti pari a 0,001 ng g⁻¹ per ciascun congenere.

Generalmente i PCB diossina-simili sono presenti nell'ambiente e nelle matrici biologiche come congeneri minori delle miscele commerciali prodotte di Aroclor 1260 e 1256; non tutti i PCB diossina-simili sono tuttavia tossici o lo sono allo stesso modo (Ahlborg *et al.*, 1994). Per esprimere la tossicità dei singoli congeneri, è stato introdotto il concetto di fattore di tossicità equivalente (TEF). I *Toxicity Equivalence Factors* si basano, infatti, sulla considerazione che i PCB-DL sono composti strutturalmente simili alle diossine e ai furani, presentando lo stesso meccanismo strutturale di azione (attivazione del recettore Ah) e producendo effetti tossici simili. I TEF sono calcolati confrontando l'affinità del legame dei vari composti organoclorurati con il recettore Ah rispetto a quella della 2,3,7,8-TCDD, considerando l'affinità di questa molecola come il valore unitario di riferimento (Pizzin e Bentley, 2006). Per esprimere la concentrazione complessiva dei PCB-DL nelle diverse matrici e per semplificare la valutazione del rischio ambientale, si è introdotto il concetto di tossicità equivalente (TEQ, *Toxicity Equivalent Quotient*) che si ottiene sommando tutti i prodotti tra i fattori di TEF dei singoli congeneri e le rispettive concentrazioni (Pizzin e Bentley, 2006).

Nelle tabelle 6.2.7 e 6.2.8 sono riportati i valori di concentrazione dei PCB-DL (espressi in ng g⁻¹ p.f. e pg TEQ g⁻¹ p.f.), dei PCB-i (espressi in ng g⁻¹ p.f.) e del contenuto lipidico per agoni e coregoni raccolti nei mesi di aprile, luglio e novembre 2010 e gennaio 2011.

Per il contenuto lipidico, si può considerare, in generale, che gli agoni siano caratterizzati da una percentuale lipidica superiore a quella dei coregoni in tutti i campionamenti considerati, così come evidenziato negli anni precedenti (CIPAIS, 2007; 2009; 2010), e che negli agoni e nei coregoni non si sono osservate differenze significative dovute alla diversa età degli organismi. Come da precedenti indagini (CIPAIS, 2009; 2010), i tenori lipidici minori si osservano per l'agone in luglio, periodo corrispondente alla fase post riproduttiva, e per il coregone in aprile, al termine della stagione invernale.

Per quanto concerne i PCB-DL, è evidente che il valore soglia di 8 pg TEQ g⁻¹ p.f. è stato superato in un solo caso, nel muscolo di agone di giovane età (1,7 anni) campionato a luglio 2010 (Tabella 6.2.7) nella parte sud del lago. Tale superamento (9,9 pg TEG g⁻¹ p.f.) non è accompagnato anche dal superamento del corrispondente valore soglia di PCB-i di 70 ng g⁻¹ p.f. così come prospettato dal Laboratorio Cantonale del Ticino.

La figura 6.2.5 illustra la concentrazione media di PCB-DL espressa in pg TEQ g⁻¹ p.f. nel muscolo di agoni e coregoni durante il periodo di indagine. Come si osserva dal grafico e come già rilevato in precedenti indagini per DDT, PBDE e PCB (CIPAIS, 2009), il muscolo di agone è più contaminato da PCB-DL rispetto a quello del coregone: il valore medio di PCB-DL negli agoni è circa triplo rispetto a quello dei coregoni. La linea tratteggiata in corrispondenza della soglia di 8 pg TEQ g⁻¹ p.f. (limite massimo di contaminante previsto per il muscolo di pesci da destinare a consumo umano) non viene superata dai valori medi dei PCB-DL (5,5 pg TEQ g⁻¹ p.f. per l'agone e 1,9 pg TEQ g⁻¹ p.f. per i coregoni); tuttavia, considerando anche la variabilità rappresentata dalla deviazione standard associata ai valori osservati, si evidenzia, in particolare per l'agone, un possibile superamento di tale valore soglia in alcuni periodi dell'anno (luglio). Va sottolineato, inoltre, che, essendo stato preso in considerazione il parametro cumulativo, alla concentrazione dei PCB-DL va aggiunto il tenore di diossine e furani presenti nel muscolo di pesce che potrebbe portare, specialmente nel caso dell'agone, ad un facile superamento della soglia di 8 pg TEQ g⁻¹ p.f. per molti dei campioni considerati.

Tab. 6.2.7. Analisi di PCB-DL e PCB-i effettuate sul tessuto di agone.

Data campionamento		APRILE 2010			LUGLIO 2010				NOVEMBRE 2010			GENNAIO 2011													
		Ghiffa	Ghiffa-Cannero	Bacino Sud	Bacino Sud	Intra-Sud	Ghiffa-Cannero	Ghiffa-Cannero	Bacino Sud	Ghiffa-Cannero	Intra-Sud	Ghiffa-Cannero	Ghiffa-Cannero												
Area di cattura																									
Età media (anni)		1,8	1,9	3,3	1,7	1,9	2,1	3,2	3,8	2,1	2,2	4	3,5												
% lipidi		8,5	6,6	6	6,35	4,18	3,1	2,97	2,99	7,82	7,81	10,73	5,85												
PCB-DL	TEF	ng g ⁻¹ p.f.	pg TEQ g ⁻¹ p.f.	ng g ⁻¹ p.f.	pg TEQ g ⁻¹ p.f.	ng g ⁻¹ p.f.	pg TEQ g ⁻¹ p.f.	ng g ⁻¹ p.f.	pg TEQ g ⁻¹ p.f.	ng g ⁻¹ p.f.	pg TEQ g ⁻¹ p.f.	ng g ⁻¹ p.f.	pg TEQ g ⁻¹ p.f.	ng g ⁻¹ p.f.	pg TEQ g ⁻¹ p.f.										
non-orto																									
PCB 77	0,0001	0,130	0,013	0,110	0,011	0,140	0,014	0,300	0,030	0,146	0,015	0,100	0,010	0,054	0,005	0,090	0,009	0,068	0,007	0,180	0,018	0,138	0,014	0,120	0,012
PCB 81	0,0001	0,007	0,001	0,008	0,001	0,009	0,001	0,011	0,001	0,010	0,001	0,003	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,008	0,001	0,019	0,002	0,014	0,001	0,006	0,001
PCB 126	0,1	0,043	4,300	0,038	3,800	0,045	4,500	0,090	9,000	0,046	4,600	0,063	6,300	0,032	3,200	0,054	5,400	0,036	3,600	0,053	5,300	0,050	5,000	0,031	3,100
PCB 169	0,01	0,004	0,037	0,005	0,046	0,005	0,051	0,007	0,074	0,006	0,064	0,003	0,030	0,003	0,030	< 0,001	< 0,001	0,015	0,150	< 0,001	< 0,001	0,006	0,060		
mono/di-orto																									
PCB 105	0,0001	1,650	0,165	1,280	0,128	0,300	0,030	< 0,001	< 0,001	0,670	0,067	0,195	0,020	0,150	0,015	0,410	0,041	0,230	0,023	0,260	0,026	0,230	0,023	0,280	0,028
PCB 114	0,0005	0,190	0,095	0,150	0,075	0,210	0,105	0,050	0,025	0,040	0,020	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,050	0,025	0,051	0,026	0,040	0,020	0,010	0,005
PCB 118	0,0001	6,400	0,640	4,600	0,460	5,030	0,503	3,900	0,390	2,480	0,248	2,620	0,262	1,300	0,130	2,100	0,210	0,900	0,090	1,000	0,100	1,300	0,130	1,290	0,129
PCB 123	0,0001	0,670	0,067	0,520	0,052	0,740	0,074	0,140	0,014	0,110	0,011	0,010	0,001	0,013	0,001	0,030	0,003	0,220	0,022	0,059	0,006	0,140	0,014	0,070	0,007
PCB 156	0,0005	1,200	0,600	0,890	0,445	0,830	0,415	0,680	0,340	0,470	0,235	0,170	0,085	0,800	0,400	0,080	0,040	0,120	0,060	0,160	0,080	0,240	0,120	0,240	0,120
PCB 157	0,0005	0,110	0,055	0,085	0,043	0,015	0,008	0,041	0,021	0,100	0,050	0,045	0,023	0,035	0,018	0,070	0,035	0,020	0,010	0,030	0,015	0,034	0,017	0,060	0,030
PCB 167	0,00001	2,300	0,023	1,900	0,019	2,900	0,029	1,100	0,011	0,920	0,009	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,370	0,004	0,320	0,003	1,100	0,011	0,510	0,005
PCB 189	0,0001	0,110	0,011	0,100	0,010	0,130	0,013	0,052	0,005	0,044	0,004	0,016	0,002	0,009	0,001	0,011	0,001	0,017	0,002	0,010	0,001	0,026	0,003	0,030	0,003
Tot PCB-DL		6,01		5,09		5,74		9,91		5,32		6,73		3,80		5,77		3,84		5,73		5,35		3,50	
PCB-indicatori		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.	
PCB 28		0,60		0,63		0,70		< 0,05		0,08		0,03		0,02		0,04		0,40		0,80		0,50		0,48	
PCB 52		2,10		3,17		2,40		0,15		0,60		0,16		0,09		0,15		2,10		1,80		0,95		1,00	
PCB 101		8,00		11,60		5,80		2,20		3,28		3,20		1,50		2,50		3,20		5,90		2,30		11,55	
PCB 153		11,80		19,30		10,50		4,70		5,85		9,00		4,40		4,30		10,40		11,70		6,74		17,35	
PCB 138		9,60		20,16		8,10		4,30		6,84		8,70		4,10		5,70		5,20		9,20		4,20		19,20	
PCB 180		4,10		7,51		3,60		2,00		2,50		4,30		1,90		2,80		1,50		2,80		2,10		7,10	
Tot PCB-i		44,70		68,95		37,10		13,35		19,14		25,39		12,01		15,49		22,80		32,20		16,79		56,68	

Tab. 6.2.8. Analisi di PCB-DL e PCB-i effettuate sul tessuto dei coregoni.

Data campionamento		APRILE 2010						LUGLIO 2010						NOVEMBRE 2010						GENNAIO 2011			
Area di cattura		Ghiffa-Cannero		Bacino Sud		Ghiffa-Cannero		Ghiffa-Cannero		Intra-Sud		Ghiffa-Cannero		Ghiffa-Cannero		Intra-Sud		Ghiffa-Cannero		Intra-Sud		Ghiffa-Cannero	
Età media (anni)		2,9		4,2		5,1		1,7		2,3		3,9		1,9		2,4		3,4		2,6		3,1	
% lipidi		2,28		1,6		2		3,38		4,2		3,33		2,65		2,6		2,93		2,09		2,8	
PCB-DL non-orto		TEF		ng g ⁻¹ pg TEQ p.f. g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ pg TEQ p.f. g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ pg TEQ p.f. g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ pg TEQ p.f. g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ pg TEQ p.f. g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ pg TEQ p.f. g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ pg TEQ p.f. g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ pg TEQ p.f. g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ pg TEQ p.f. g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ pg TEQ p.f. g ⁻¹ p.f.	
PCB 77	0,0001	0,044	0,004	0,044	0,004	0,047	0,005	0,034	0,003	0,054	0,005	0,020	0,002	0,048	0,005	0,109	0,011	0,042	0,004	0,054	0,005	0,070	0,007
PCB 81	0,0001	0,003	0,000	0,005	0,000	0,007	0,001	0,002	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,008	0,001	0,019	0,002	0,009	0,001	0,006	0,001	0,005	0,001
PCB 126	0,1	0,014	1,400	0,015	1,500	0,015	1,500	0,010	0,990	0,018	1,800	0,009	0,910	0,018	1,800	0,028	2,800	0,015	1,500	0,021	2,100	0,013	1,300
PCB 169	0,01	0,003	0,028	0,004	0,044	0,004	0,041	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,000	0,002	0,004	0,040	0,013	0,130	0,003	0,030	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
mono/di-orto																							
PCB 105	0,0001	0,320	0,032	0,380	0,038	0,930	0,093	0,240	0,024	0,290	0,029	0,172	0,017	0,160	0,016	0,090	0,009	0,120	0,012	0,280	0,028	0,080	0,008
PCB 114	0,0005	0,040	0,020	0,061	0,031	0,130	0,065	0,020	0,010	0,030	0,015	<0,001	<0,001	0,030	0,015	0,010	0,005	0,030	0,015	0,010	0,005	0,006	0,003
PCB 118	0,0001	1,100	0,110	1,200	0,120	3,700	0,370	0,770	0,077	0,850	0,085	0,630	0,063	0,850	0,085	0,330	0,033	0,740	0,074	0,240	0,024	0,054	0,005
PCB 123	0,0001	0,140	0,014	0,200	0,020	0,370	0,037	0,070	0,007	0,080	0,008	0,008	0,001	0,120	0,012	0,060	0,006	0,090	0,009	<0,001	<0,001	0,003	0,000
PCB 156	0,0005	0,220	0,110	0,210	0,105	0,700	0,350	0,139	0,070	0,149	0,075	0,080	0,040	0,100	0,050	0,060	0,030	0,060	0,030	0,100	0,050	0,100	0,050
PCB 157	0,0005	0,020	0,010	0,014	0,007	0,060	0,030	0,160	0,080	0,035	0,018	0,017	0,009	0,015	0,008	0,013	0,007	0,013	0,007	0,020	0,010	0,020	0,010
PCB 167	0,00001	0,450	0,005	0,600	0,006	1,300	0,013	0,220	0,002	0,290	0,003	<0,001	<0,001	0,220	0,002	0,120	0,001	0,170	0,002	0,210	0,002	0,210	0,002
PCB 189	0,0001	0,020	0,002	0,020	0,002	0,080	0,008	0,012	0,001	0,009	0,001	<0,001	<0,001	0,009	0,001	0,007	0,001	0,004	0,000	0,010	0,001	0,010	0,001
Tot PCB-DL		1,74		1,88		2,51		1,26		2,04		1,04		2,03		3,03		1,68		2,23		1,39	
PCB-indicatori		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.		ng g ⁻¹ p.f.	
PCB 28		0,15		0,39		0,10		<0,05		0,15		0,01		0,62		0,20		0,30		0,69		0,51	
PCB 52		1,00		1,50		0,90		0,06		0,85		0,10		0,40		0,20		0,90		0,94		1,20	
PCB 101		4,00		4,80		3,70		0,83		2,73		0,70		2,50		3,30		3,60		4,70		2,46	
PCB 153		5,71		10,50		7,10		1,60		5,02		1,30		4,10		5,20		6,23		8,20		6,21	
PCB 138		6,30		8,40		4,70		1,40		5,77		1,30		3,54		5,70		4,58		9,02		4,40	
PCB 180		2,30		3,50		2,80		0,60		1,99		0,60		2,10		3,30		1,51		3,50		2,35	
Tot PCB-i		19,46		29,09		19,30		4,49		16,51		4,01		13,26		17,90		17,12		27,05		17,13	

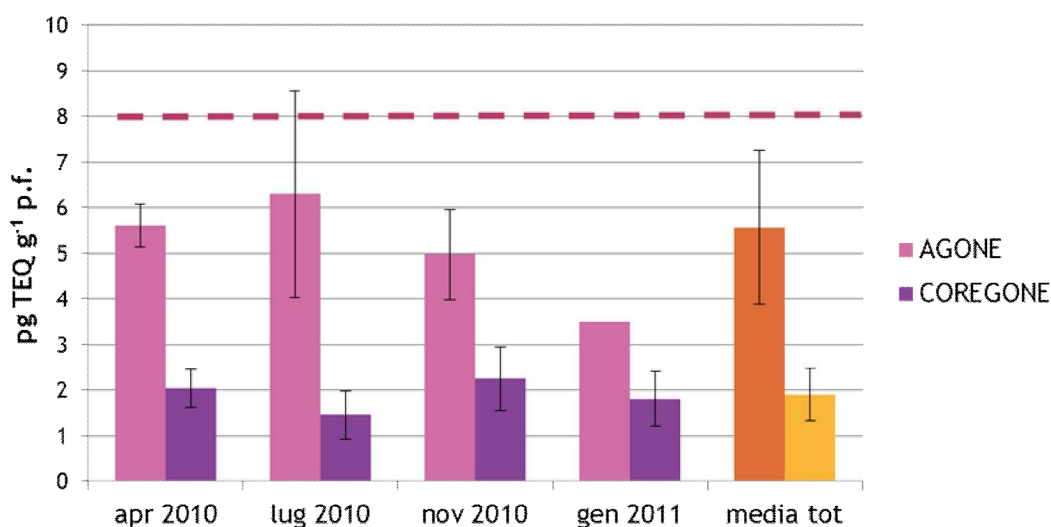


Fig. 6.2.5. Concentrazione media di PCB-DL (pg TEQ g⁻¹ p.f.) nel muscolo di agone e coregone nel periodo da aprile 2010 a gennaio 2011.

Sia nel caso degli agoni che dei coregoni, non si è evidenziata una correlazione statisticamente significativa (Fig. 6.2.6) tra le concentrazioni di PCB-DL (espressa in ng g⁻¹ p.f.) e quelle dei PCB-i, anche se per gli agoni è evidente un andamento in alcuni casi simile; le concentrazioni osservate di PCB-DL sembrano, quindi, non essere riconducibili alla sola presenza dei PCB, ma anche ad altre possibili fonti di contaminazioni indipendenti da quella dei PCB (es. incenerimento rifiuti, dilavamento di discariche, apporti di scarichi industriali) che potrebbero contribuire in modo non trascurabile al tenore di PCB-DL.

In conclusione, sarebbe auspicabile – come sostenuto in varie sedi - poter proseguire l'indagine sin qui condotta con ulteriori monitoraggi al fine di poter stimare, con un numero maggiore di dati, il trend evolutivo della contaminazione da PCB-DL nei pesci del Lago Maggiore e di poter approfondire la relazione esistente con le possibili fonti di contaminazione presenti nel bacino.

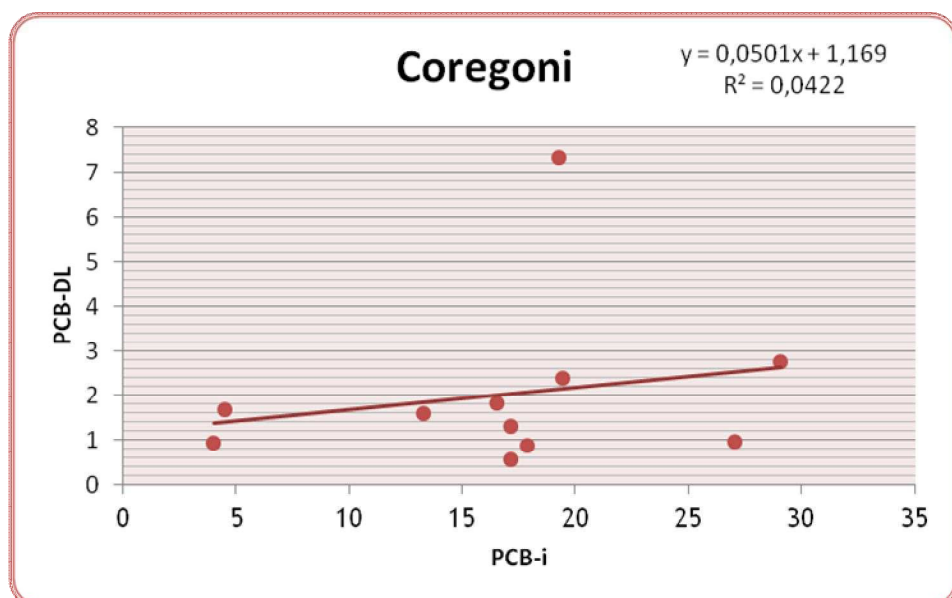
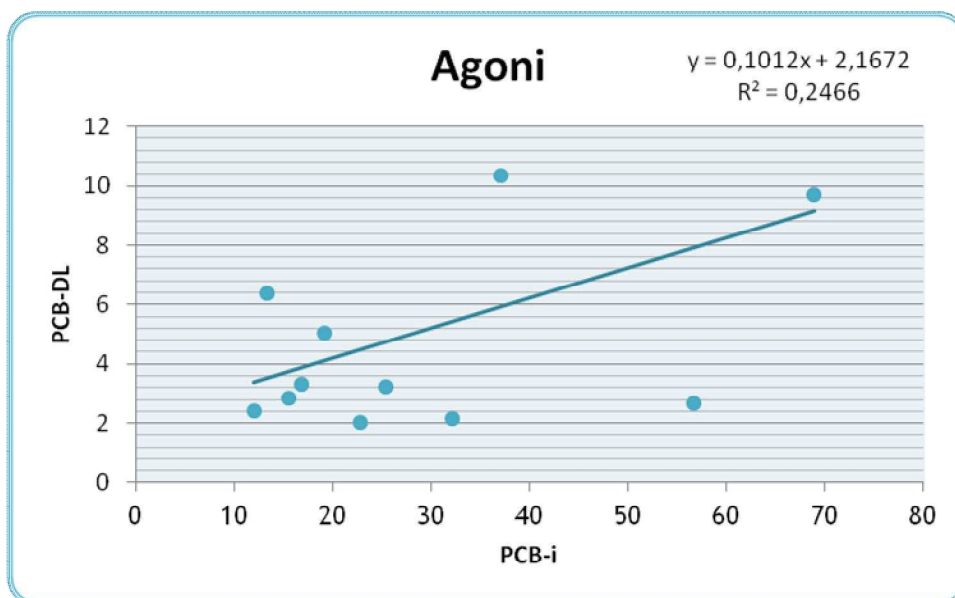


Fig. 6.2.6. Correlazione tra valori di concentrazioni di PCB-DL e PCB-i (ng g⁻¹) in agoni e coregoni.