

Ecotossicologia e monitoraggio ambientale

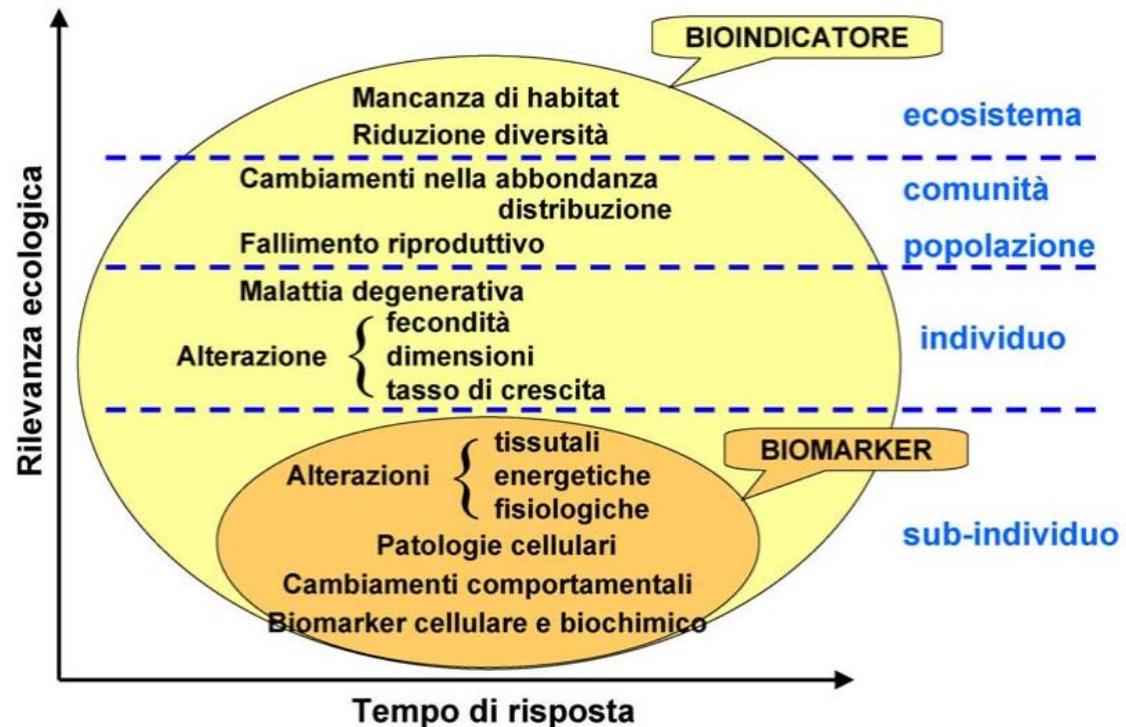
Dottor Carmine Merola

Origini ecotossicologia

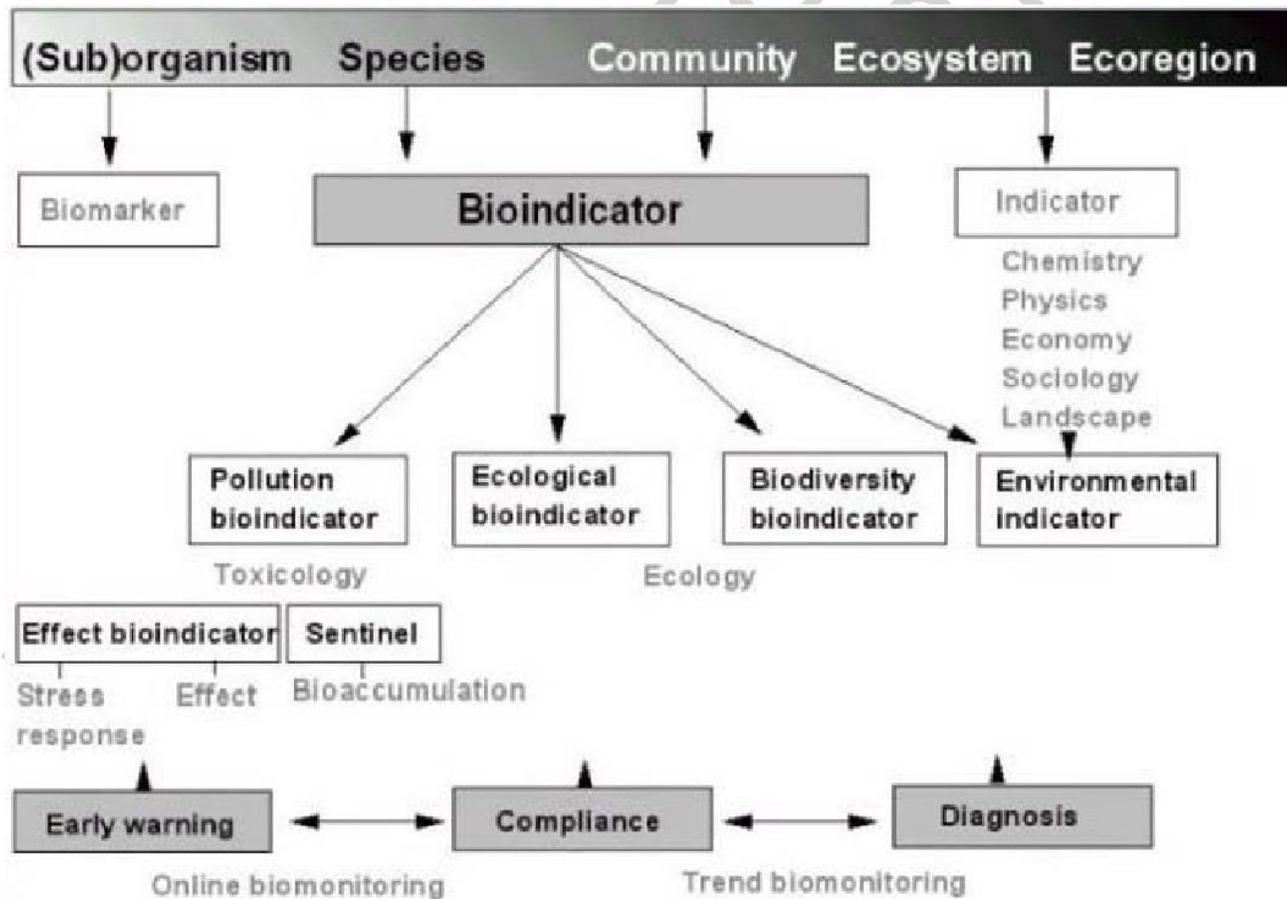
- Il termine «ecotossicologia» è stato introdotto nel 1971 da Jean-Michel Jouany e da René Truhaut.
- La nascita dell'ecotossicologia a fine anni '60 non è un evento casuale, ma la diretta conseguenza di cambiamenti nella percezione dell'inquinamento e dei suoi effetti
- A partire dagli anni '50, il "paradigma della diluizione", che confidava nella "capacità detossificante dell'ambiente" sfruttando processi di diluizione fino al raggiungimento di concentrazioni di "non effetto" per gli organismi, è stato lentamente sostituito dal "paradigma del boomerang", che prevede che tutto ciò che viene gettato in ambiente può "ritornare" e danneggiarci

Bioindicatori

- ISERENTANT e DE SLOOVER, 1976: "organismo o sistema biologico usato per valutare una modificazione (generalmente degenerativa) della qualità ambientale, qualunque sia il suo livello di organizzazione e l'uso che se ne fa".
- In questa definizione rientrano pertanto gli individui, le popolazioni, le comunità, i gruppi ecologici ma anche le parti corporee, come organi, tessuti, cellule nonché i prodotti metabolici.

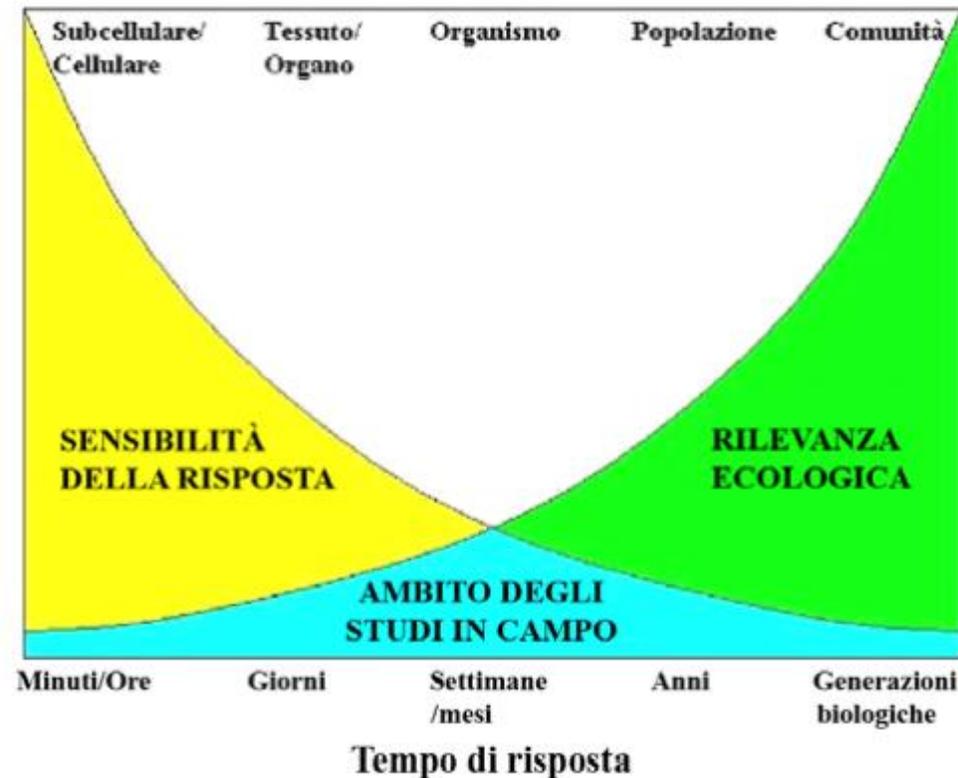


Bioindicatori



Biomarker

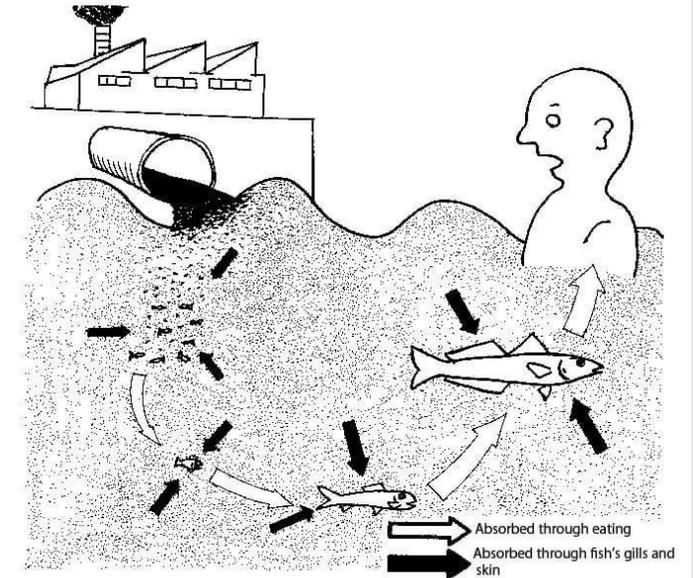
- “Biomarker” (MCCARTHY e SHUGART, 1990), ossia una variazione biochimica e/o fisiologica ad una scala inferiore rispetto all’organismo e quindi all’interno di tessuti, cellule o fluidi biologici che dà evidenza di esposizione e/o effetto ad uno o più composti inquinanti.



È evidente che tanto più il livello di organizzazione biologica diventa complesso (passando ad esempio dalla cellula all’organismo o dal singolo organismo alla popolazione, alla specie e alla comunità), tanto più aumenta la rilevanza ecologica ed il livello di integrazione dei fattori ambientali. Tuttavia, parallelamente, diminuisce la sensibilità nella risposta e la comprensione dei meccanismi che ne determinano gli effetti

Sindrome di Minamata

- «Epidemia di disturbi nervosi di origine sconosciuta” nel 1956 nella prefettura di Minamata, Giappone.
- La sintomatologia nervosa era caratterizzata da progressiva perdita della coordinazione motoria (atassia), alterazione della sensibilità degli arti (parestesia) e convulsioni.
- Tutti i “soggetti” colpiti consumavano una dieta a base di pesce e molluschi.
- Si iniziano ad avere sospetti circa gli scarichi dell’impianto chimico della Chisso Corporation



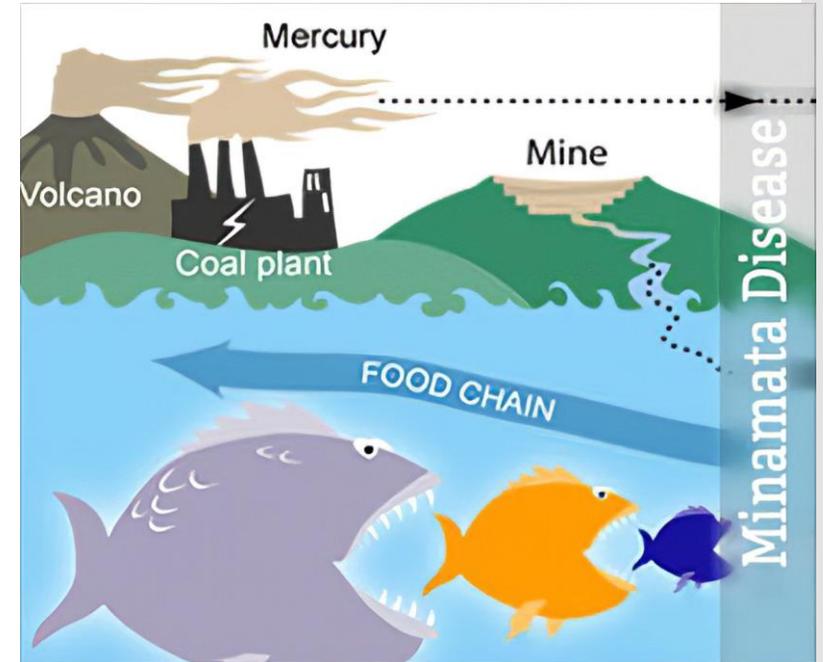
Sindrome di Minamata



- Si osservarono aumenti nella frequenza di fenomeni anomali su animali (gatti, ma non solo) i quali manifestavano convulsioni, comportamenti anomali e morte.
- Questi animali furono definiti «dancing cat».

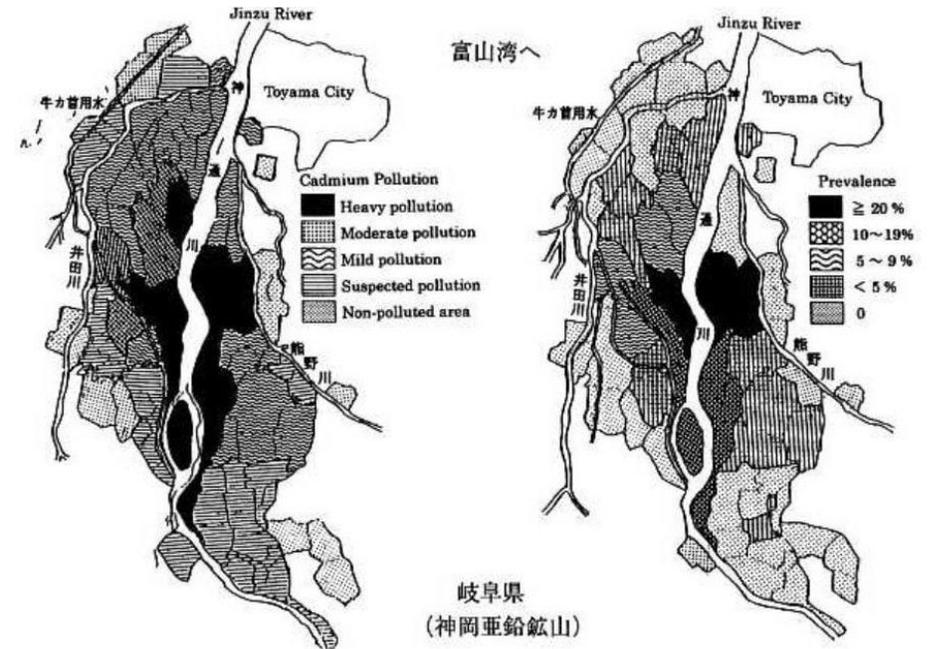
Sindrome di Minamata

- La produzione di acetaldeide nell'impianto della Chisso Corp. prevedeva l'uso di HgSO_4 come catalizzatore, ma una reazione collaterale nel ciclo di catalisi portava alla produzione di metil-Hg.
- Il metil-Hg fu sversato nelle acque della baia di Minamata con le acque reflue dal 1951 al 1968.
- Da acque e sedimenti è entrato nella catena trofica acquatica (biomagnificazione) fino a raggiungere la popolazione umana che si nutriva prevalentemente di pesce (sushi).
- Le "vittime" stimate sono circa 2.200, di cui oltre 1.000 decessi.



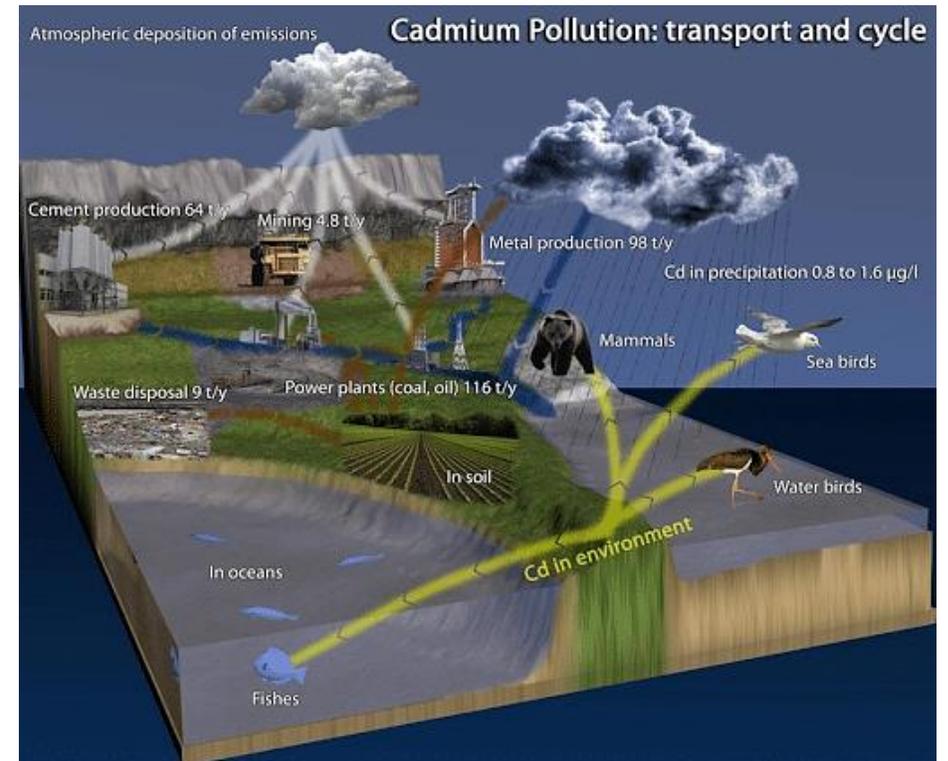
Sindrome «Itai itai»

- Sindrome apparsa a partire dal 1912 nella prefettura di Toyama, (Giappone), associata a indebolimento delle ossa, forti dolori articolari e alla spina dorsale ed insufficienza renale.
- Tutti i soggetti coinvolti erano contadini che abitavano nella valle del fiume Jinzū.



Sindrome «Itai itai»

- La sindrome fu generata da avvelenamento da Cadmio.
- L'avvelenamento è stato causato da fanghi minerali ricchi di metalli (tra cui Cd) rilasciati nelle acque del fiume Jinzū, in seguito ai processi di estrazione della miniera di Kamioka utilizzata per estrarre zinco
- L'acqua era utilizzata per la pesca e per l'irrigazione delle risaie, che rappresentavano quasi l'unica loro fonte di sostentamento
- L'esposizione della popolazione è quindi avvenuta come nel caso di Minamata, attraverso l'assimilazione del cibo



«The Great Smog»

- Dal 5 al 9 dicembre 1952, una densa, sporca e tossica nebbia, una combinazione di inquinamento industriale, fuochi domestici a carbone e condizioni meteorologiche insolite, avvolse l'area di Londra.
- La visibilità fu ridotta a meno di un metro in alcuni punti, portando la città a un quasi completo blocco. Si stima che circa 12.000 londinesi morirono, tra cui neonati, cittadini con problemi respiratori e anziani. Oltre 100.000 persone si ammalarono, e molte furono ricoverate in ospedale.



«The Great Smog», 1952

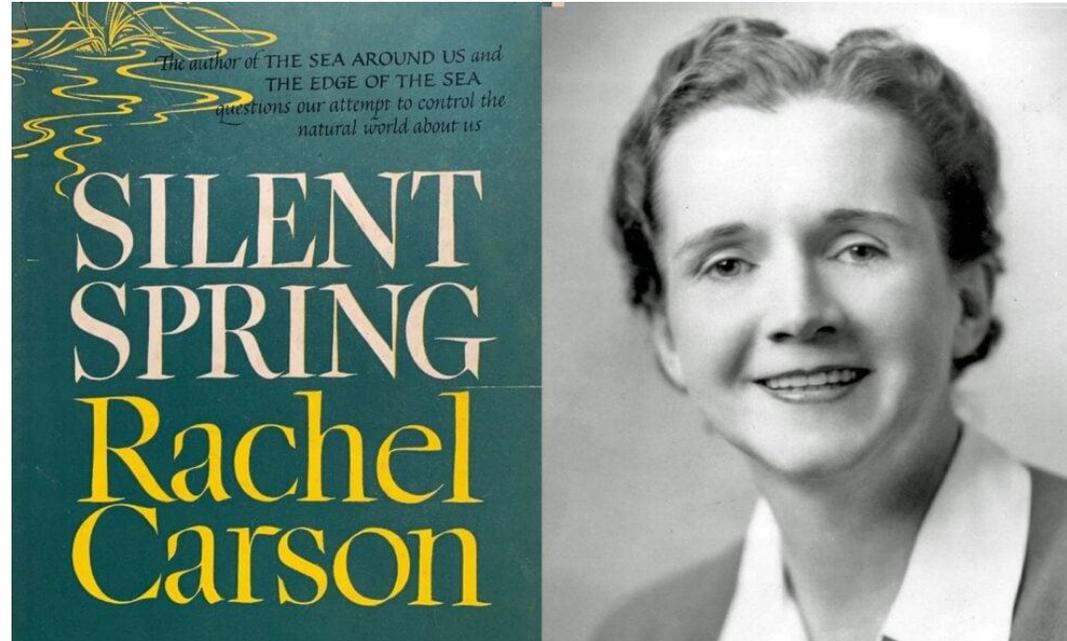
- Questo evento catastrofico, il peggior incidente di inquinamento mai verificatosi in Gran Bretagna, portò alla promulgazione del Clean Air Act del 1956, un momento cruciale nella storia dell'ambientalismo



«Silent spring», Rachel Carson

- Dal 1957 al 1960 nel lago Clear in California morirono molti esemplari di *Aechmophorus occidentalis* (svasso cigno).
- La scomparsa delle popolazione di uccelli venne notata da Rachel Carson, una scienziata e scrittrice che iniziò, pertanto, a studiare il caso.
- Per svariati anni il pesticida DDT (para diclorodifeniltricloroetano) era stato utilizzato per contrastare alcune popolazioni di insetti
- Il DDT e il suo metabolita DDD furono determinati nei visceri e nel tessuto adiposo degli animali deceduti a concentrazioni di svariate migliaia di ppm.

«Silent spring»

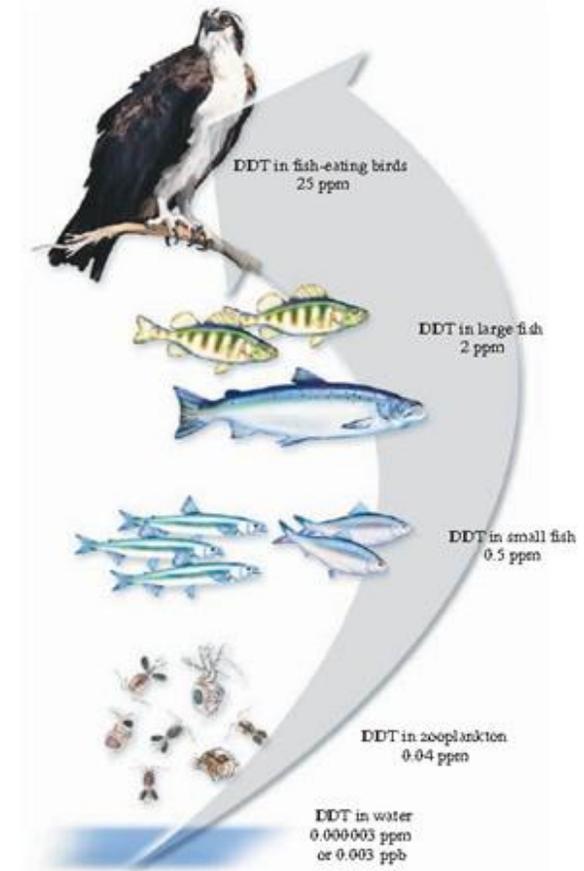


A vintage advertisement for DDT. At the top, a speech bubble from a cow says "DDT is good for me-e-e!". Below this, a woman in a floral dress stands in a field with anthropomorphic farm animals: a pig, a cow, a chicken, and a turkey. The pig is holding a large red apple. Below the illustration, there is a block of text: "The great expectations bred for DDT have been realized. During 1946, exhaustive scientific tests have shown that, when properly used, DDT kills a host of destructive insect pests, and is a benefactor of all humanity. Pests that produce DDT and its products in all standard forms and in new one of the country's largest products of this amazing insecticide, Toxal, everyone can enjoy added comfort, health and safety through the insect-killing powers of Pestsal DDT products . . . and DDT is only one of Pestsal's many chemical products which benefit industry, farm and home." Below the text are four small illustrations with captions: "GOOD FOR STEAKS - Beef grows healthier . . . fat is a valuable fat that compares to saturated cattle . . . beefsteaks give up to 20 percent more when produced from beef fed and raised with DDT insecticide."; "GOOD FOR THE HOME - helps to make healthier, more comfortable homes . . . protects your family from mosquitoes, house flies, etc."; "KEEP THE BARN - Up to 20 percent more of the country's largest products of this amazing insecticide, Toxal, everyone can enjoy added comfort, health and safety through the insect-killing powers of Pestsal DDT products . . . and DDT is only one of Pestsal's many chemical products which benefit industry, farm and home."; and "KEEP THE BARN - Up to 20 percent more of the country's largest products of this amazing insecticide, Toxal, everyone can enjoy added comfort, health and safety through the insect-killing powers of Pestsal DDT products . . . and DDT is only one of Pestsal's many chemical products which benefit industry, farm and home."

Ad promoting the use of DDT | Courtesy of the Conservation Coalition of Oklahoma

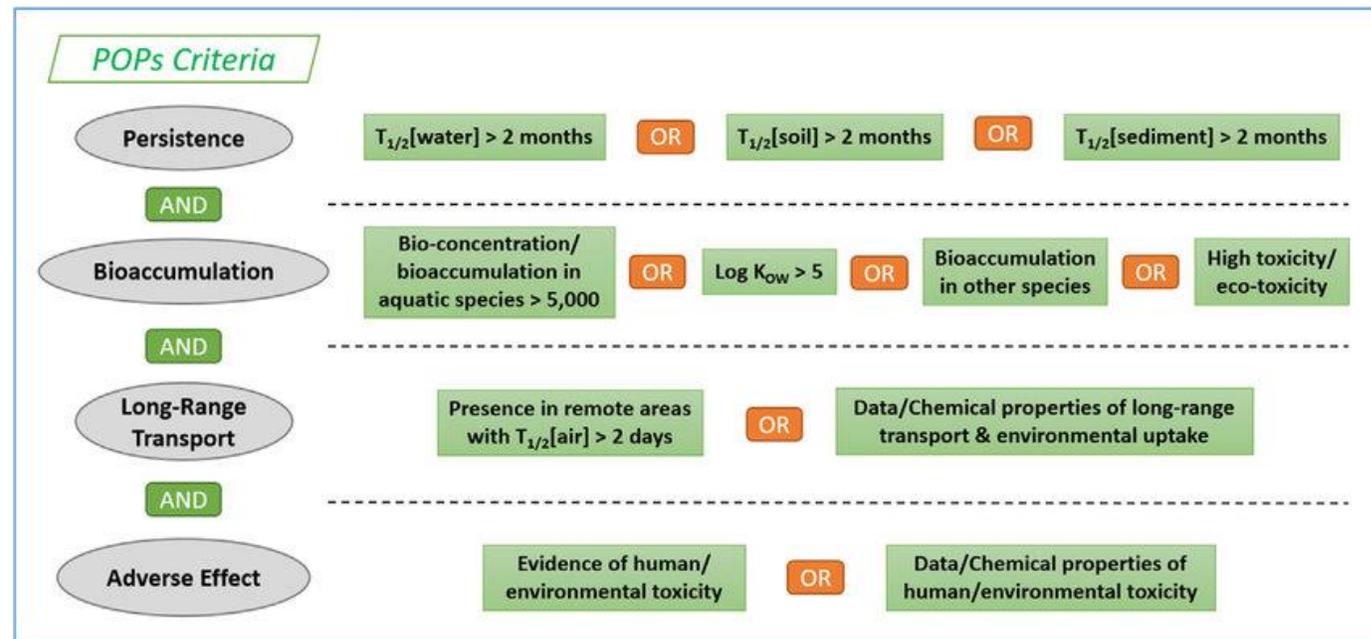
«Silent spring»

- Uno dei meccanismi implicati nella tossicità dei pesticidi organoclorurati e coinvolto nella riduzione del tasso di schiusa degli uccelli esposti è legato all'inibizione della Ca-ATPasi della ghiandola deputata alla creazione del guscio delle uova, con conseguenti fenomeni di fragilità del guscio «egg-shell thinning».



Organoclorurati e POPs

- Inquinanti organici persistenti
- Sono definiti dalla Convenzione di Stoccolma (2001) come sostanze chimiche tossiche resistenti alla degradazione, che bio-accumulano negli organismi e sono trasportati attraverso aria, acqua e specie migratorie anche per lunghe distanze, accumulandosi in ecosistemi terrestri ed acquatici.
- Comprendono diverse categorie di composti organici alogenati come: policlorobifenili (PCB), pesticidi organoclorurati (OC), diossine, furani, ritardanti di fiamma bromurati come i polibromodifenileteri (PBDE), l'acido perfluorooctano solfonico e i suoi derivati (PFOS).



Organoclorurati e uccelli



Science of The Total Environment

Volume 908, 15 January 2024, 168096



Impacts of a warming climate on concentrations of organochlorines in a fasting high arctic marine bird: Direct vs. indirect effects?

Jan Ove Bustnes^a  , Bård-Jørgen Bårdsen^a, Børge Moe^b, Dorte Herzke^{c d},
Manuel Ballesteros^a, Anette Fenstad^e, Katrine Borgå^f, Ingjerd S. Krogseth^{c d}, Igor Eulaers^g,
Lovise P. Skogeng^{c d}, Geir W. Gabrielsen^g, Sveinn-Are Hanssen^h

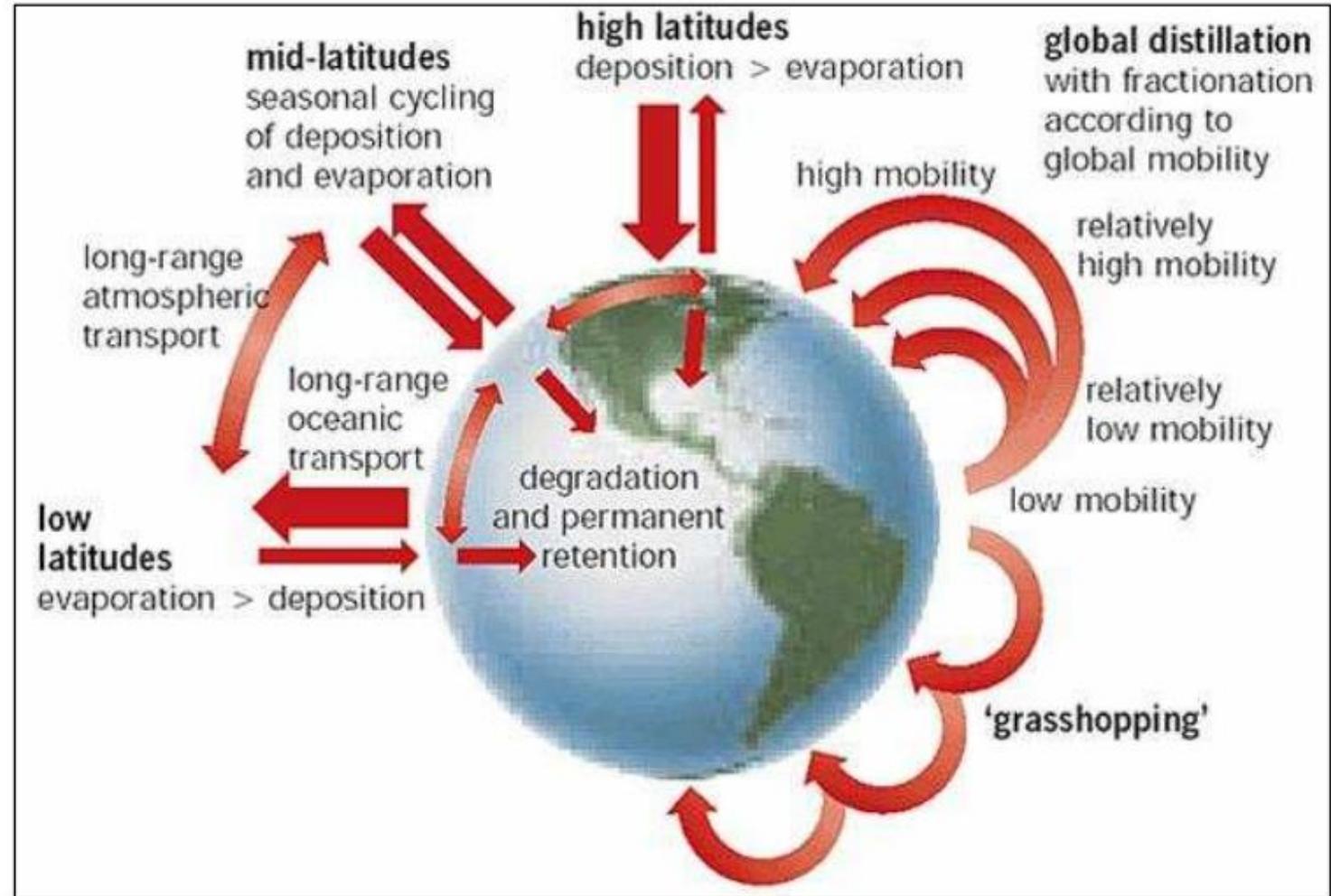
Come ci arrivano nell'ambiente Artico?

OC e POPs

Distillazione globale POPs

- La distribuzione globale dei POPs sta diventando uno dei principali problemi ambientali nell'ultima decade; una delle peculiarità della loro distribuzione globale è l'accumulo di questi composti nei vari compartimenti ambientali situati ad elevate latitudini.
- Per poter spiegare la tendenza di questi composti a concentrarsi in aree remote è stato proposto un modello di trasporto noto come modello di distillazione globale secondo cui una sostanza viene trasportata e si muove nell'ambiente in base sia alle proprietà chimico-fisiche della sostanza stessa che a fattori ambientali, quali la **temperatura**.
- In generale, una sostanza che presenta **alta volatilità** viene trasportata soprattutto in atmosfera mentre, se presenta **alta solubilità**, viene maggiormente coinvolta in un trasporto oceanico.

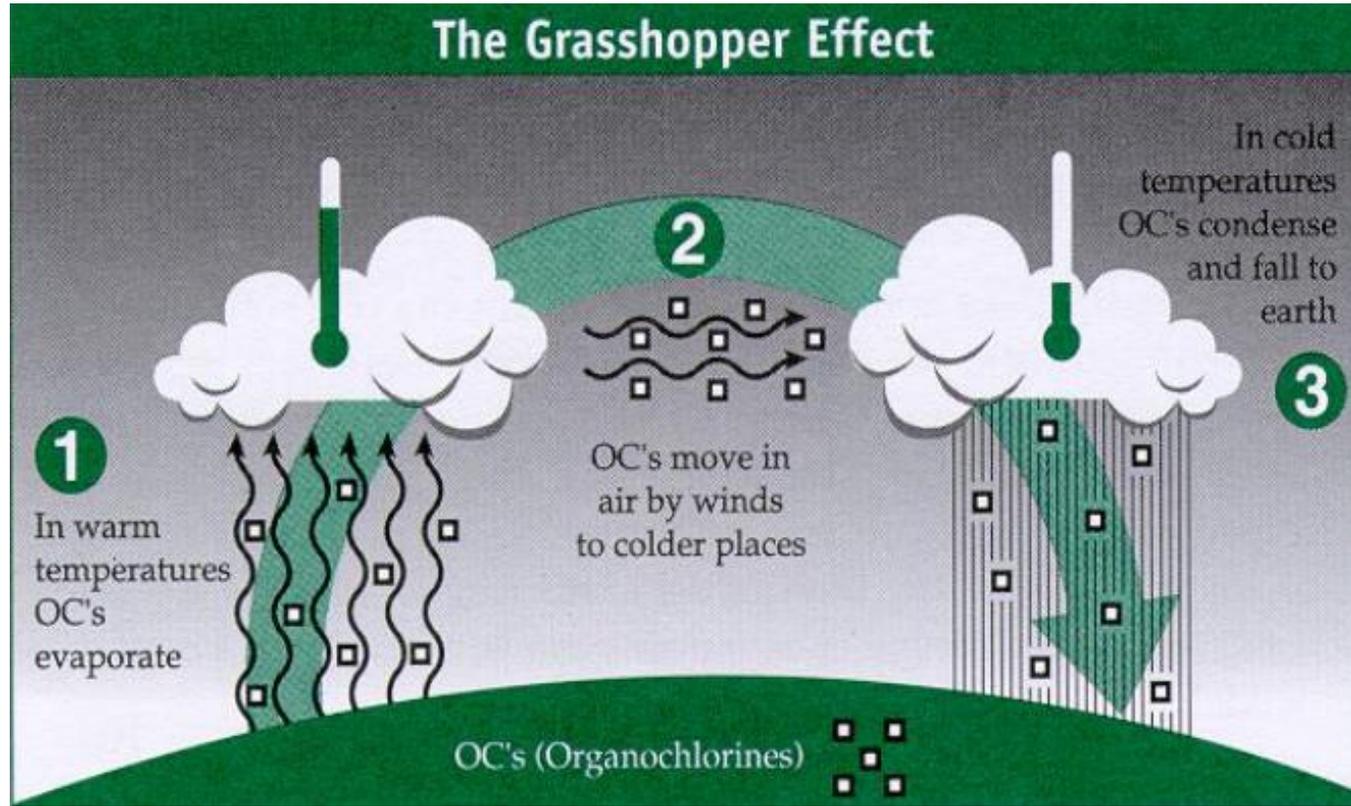
OC e POPs



OC e POPs

- Il trasporto atmosferico permette agli inquinanti con elevata volatilità lunghi e veloci spostamenti.
- Il trasporto a lungo raggio di POPs meno volatili è, invece, generalmente legato al loro possibile adsorbimento sul materiale particolato.
- Le concentrazioni atmosferiche degli inquinanti, di solito inferiori rispetto agli altri compartimenti ambientali, variano con le stagioni; infatti concentrazioni basse sono state riscontrate nei mesi freddi in relazione anche alla variazione delle proprietà partitive e in funzione della temperatura, mentre, nei mesi estivi, queste sono risultate più alte in concomitanza a processi di evaporazione dei POPs dalla superficie terrestre.
- Il trasporto oceanico degli inquinanti risulta più lento rispetto a quello atmosferico ma questo compartimento ambientale ha anche un'altra importante funzione ossia quella di fungere da deposito di inquinanti.

OC e POPs





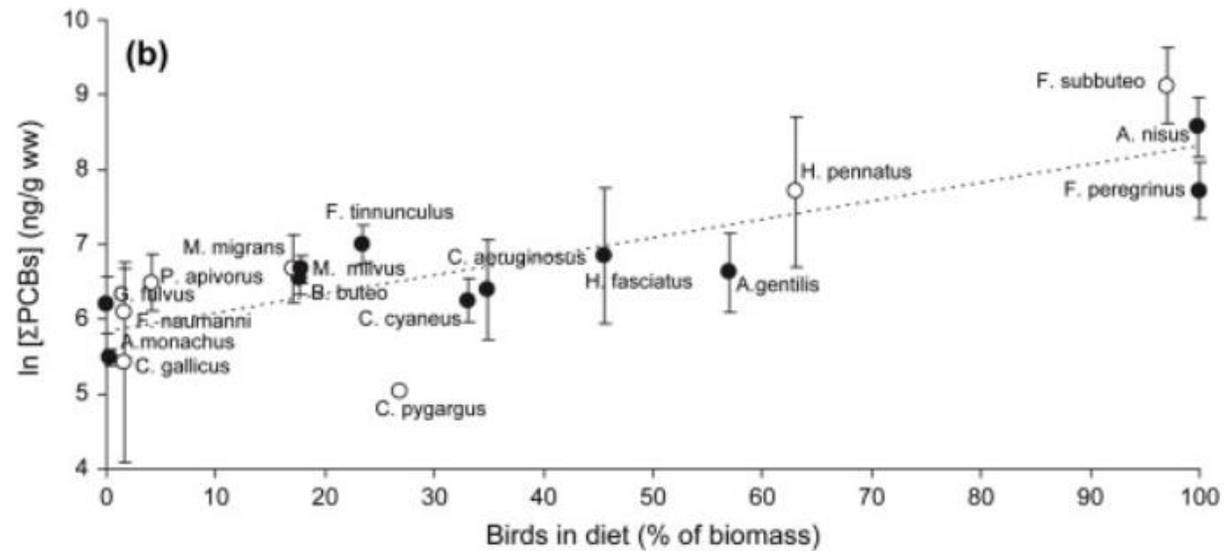
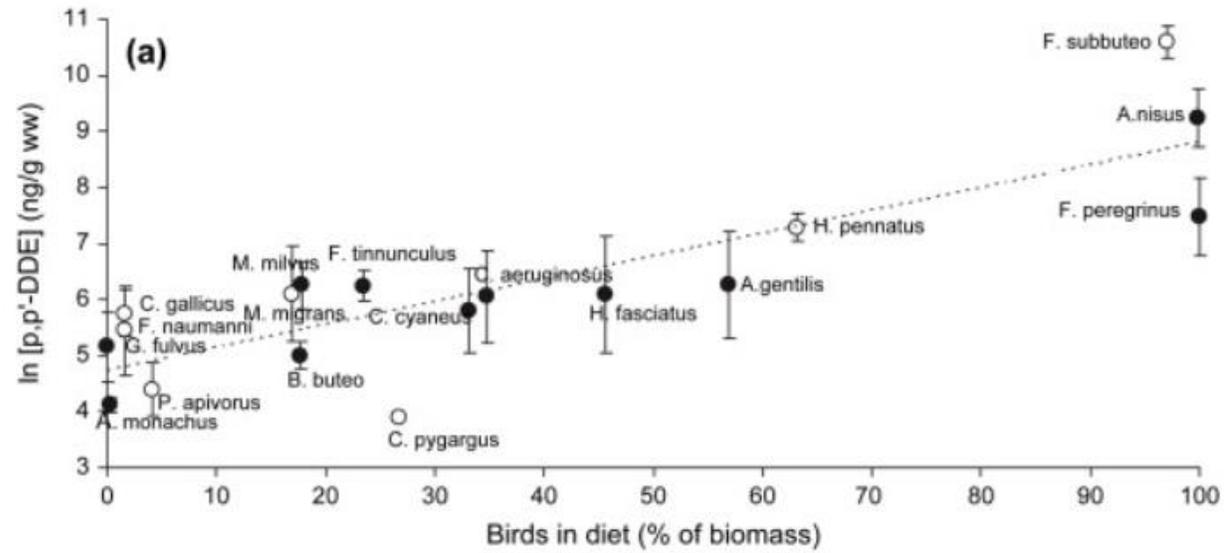
Organochlorine residue levels in livers of birds of prey from Spain: Inter-species comparison in relation with diet and migratory patterns

Barend van Drooge ^a, Rafael Mateo ^b, Íngrid Vives ^a, Iris Cardiel ^b, Raimon Guitart ^a  

^a Laboratory of Toxicology, Faculty of Veterinary, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra, Spain

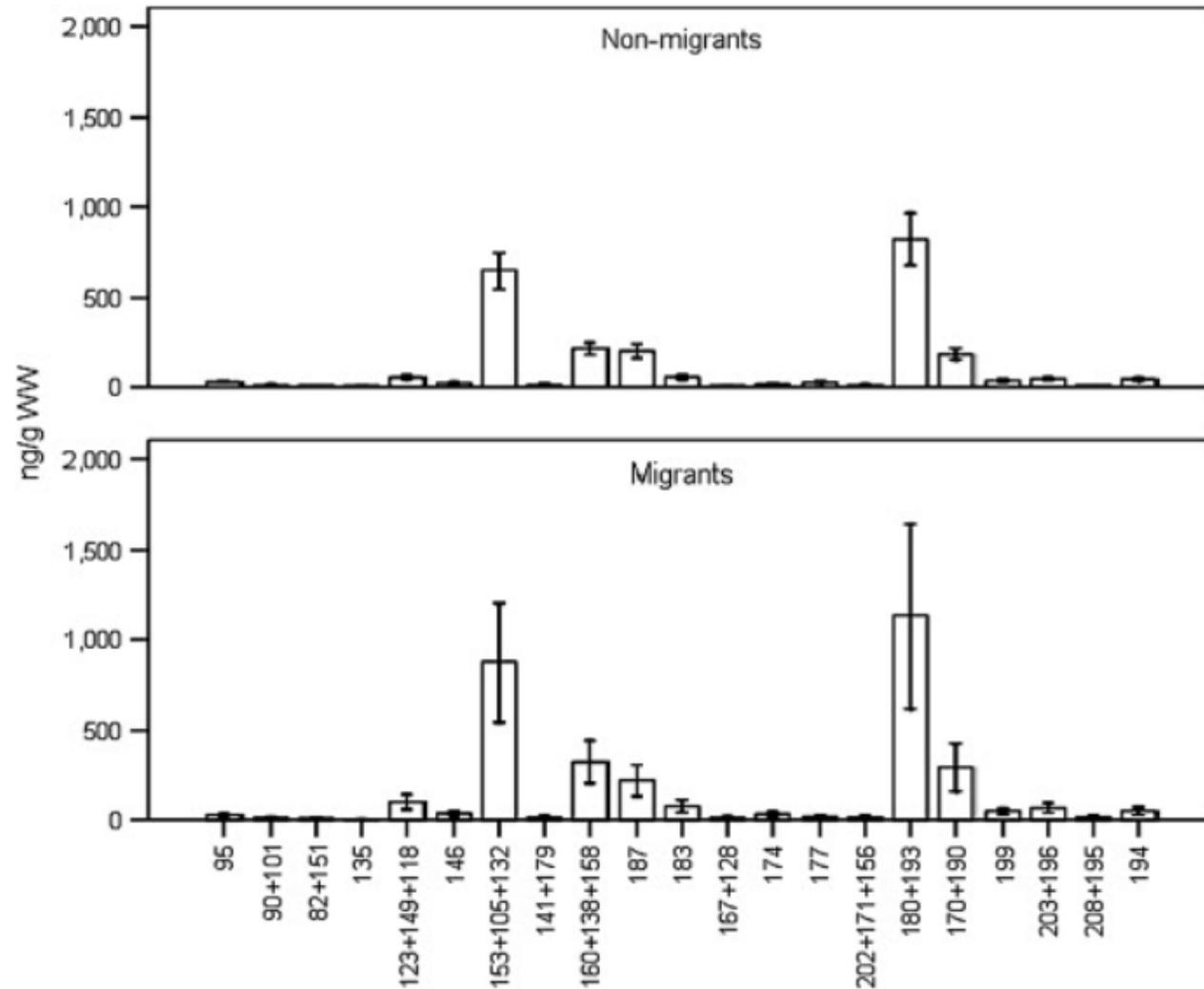
^b Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos, IREC (CSIC-UCLM), Ronda de Toledo s/n, 13071 Ciudad Real, Spain

Organoclorurati: dieta



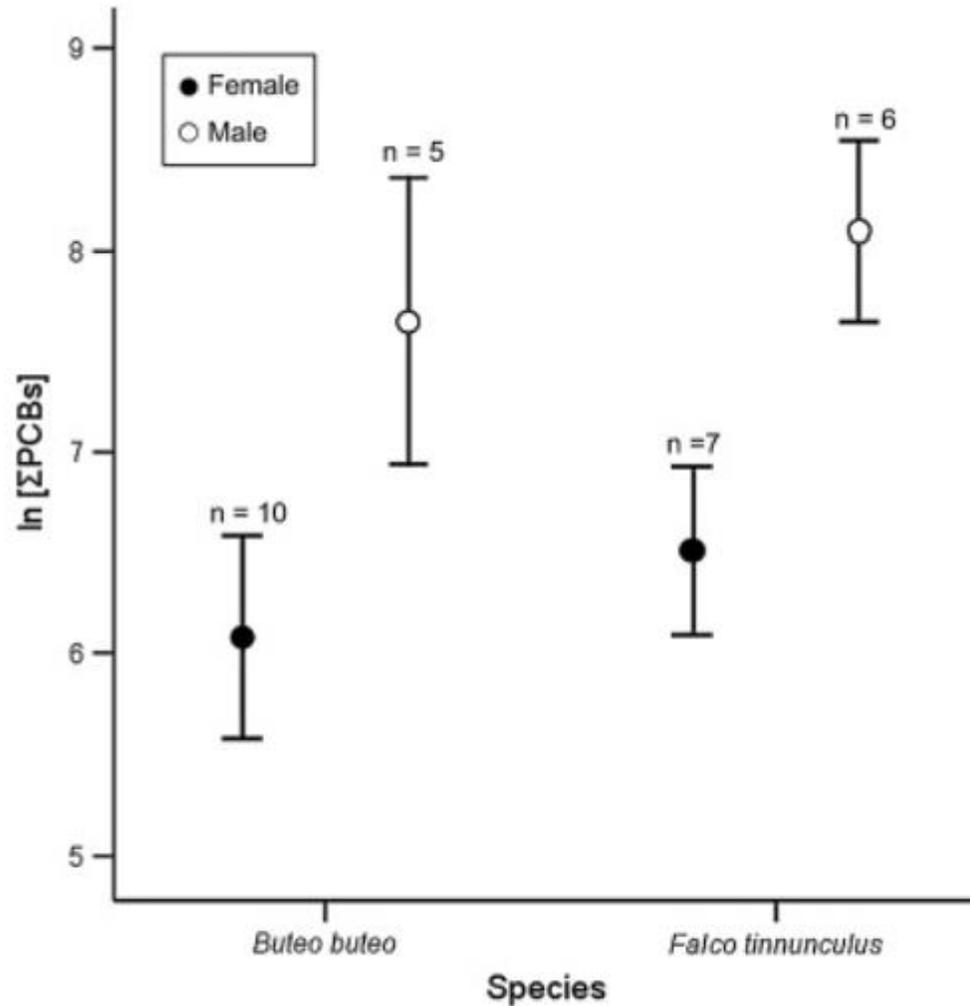
Rapaci: ridotte capacità di metabolizzazione; specie non opportuniste hanno concentrazioni >>; specie che predano altri uccelli

Organoclorurati: comportamento migratorio



Nessuna influenza della migrazione, in alcuni paesi africani possono essere ancora utilizzati!

Organoclorurati: sesso



Nelle femmine in deposizione c'è una maggiore eliminazione attraverso la produzione delle uova! Così come negli animali defedati

Piombo ed uccelli

- Il piombo è un componente naturale della superficie della terra (crosta terrestre) utilizzato dall'uomo da migliaia di anni per una molteplicità di usi diversi. La crescente evidenza della pericolosità di questo materiale per la salute e per l'ambiente negli ultimi decenni ha portato ad una serie di bandi volti a vietarne l'utilizzo in molti settori (vernici, benzine, giocattoli ecc..)
- - Per gli uccelli una fonte di esposizione al Pb può essere rappresentata da resti di munizionamenti a base di Pb utilizzati per attività venatoria.
- - Potenzialmente problematico non solo per gli *anseriformi* (grit e comportamento alimentare, ma anche per *rapaci e spazzini* («scavengers»)
- - Ricadute normative (divieto di utilizzo di munizioni a base di Pb nelle zone umide! Ottobre 2023).

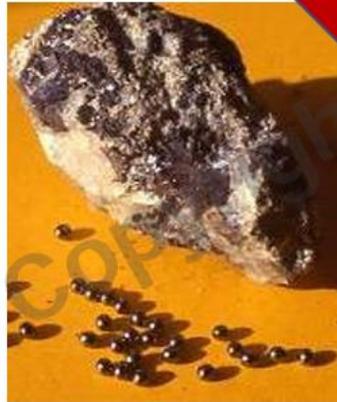
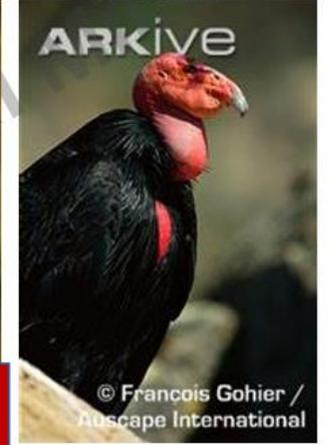


Piombo ed uccelli

Birds with muscular gizzard



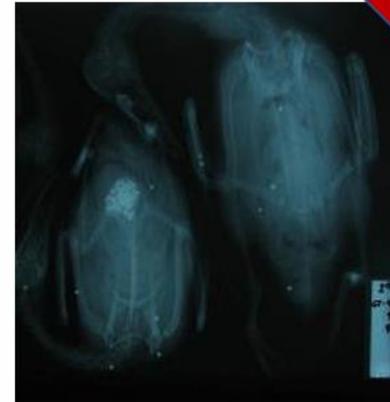
Birds of prey/scavengers



Pellets in soil or sediment



Grit

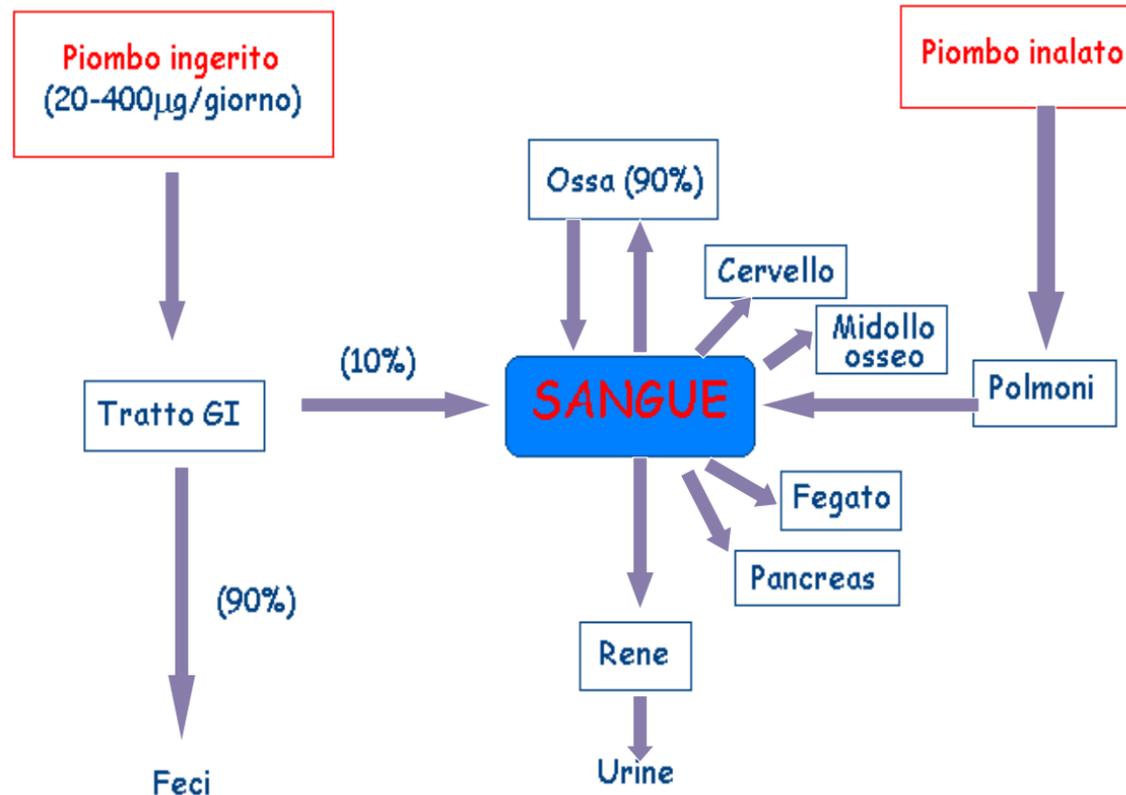


Embedded ammunition



Piombo: tossicocinetica

- Negli uccelli ci possono essere anche altre fonti ambientali.
- Differenze anatomiche possono influenzare l'assorbimento (granivori vs carnivori e piscivori).
- Legato ai globuli rossi segue tre pool di distribuzione: a rapido scambio (tessuti molli, rene e fegato); a scambio intermedio (osso spongioso, cute e muscoli); a lento scambio (osso compatto, fonte endogena di Pb).
- Si accumula di più nelle ossa di femmine che sono in deposizione (il suo assorbimento segue quello del calcio), rispetto ai maschi e a quelle non in deposizione.



Review

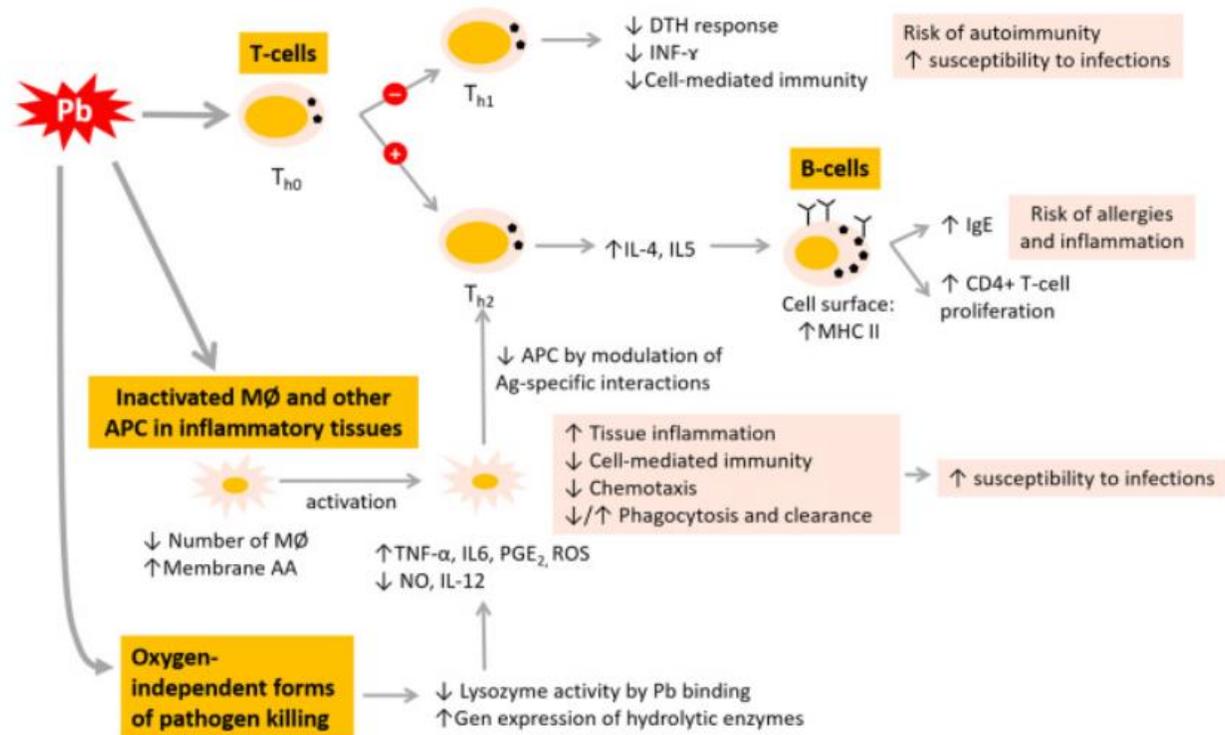
Immunotoxic effects of lead on birds

Núria Vallverdú-Coll, Rafael Mateo, François Mougeot, Manuel E. Ortiz-Santaliestra  

Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC) CSIC-UCLM-JCCM, Ronda de Toledo 12, 13005 Ciudad Real, Spain

Received 2 April 2019, Revised 4 June 2019, Accepted 16 June 2019, Available online 17 June 2019, Version of Record 3 July 2019.

Piombo ed uccelli



Piombo ed uccelli

- La sintomatologia può essere acuta o cronica. Quella acuta comprende: coliche addominali, costipazione, affaticamento, anemia, neuropatia a livello periferico e, nella maggior parte dei casi, alterazioni delle funzioni del sistema nervoso centrale; quella cronica comprende: anemia, la debolezza, l'alta pressione sanguigna, l'affaticamento o l'alterazione del funzionamento del tratto gastrointestinale e del sistema nervoso centrale.
- Negli uccelli l'intossicazione acuta può rendere gli animali più suscettibili alla predazione; mentre quella cronica si traduce in calo della deposizione ed anomalie comportamentali.

Weakness



Neurotoxicity



Piombo ed uccelli



Environmental Research

Volume 245, 15 March 2024, 117926

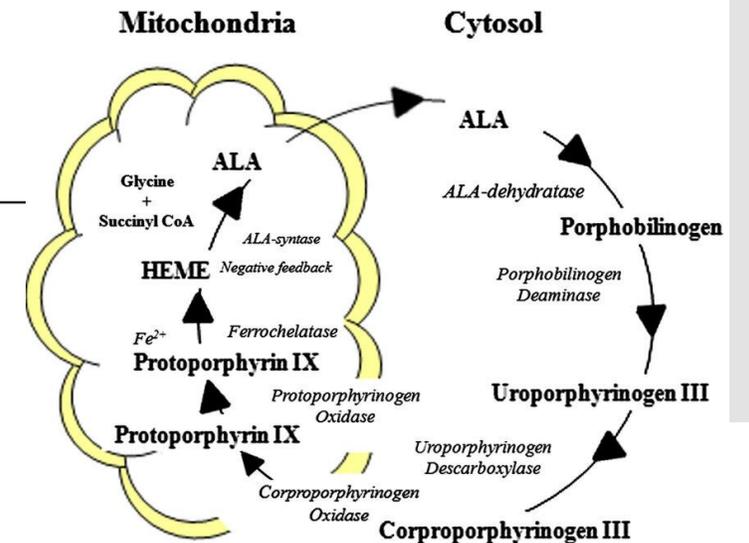
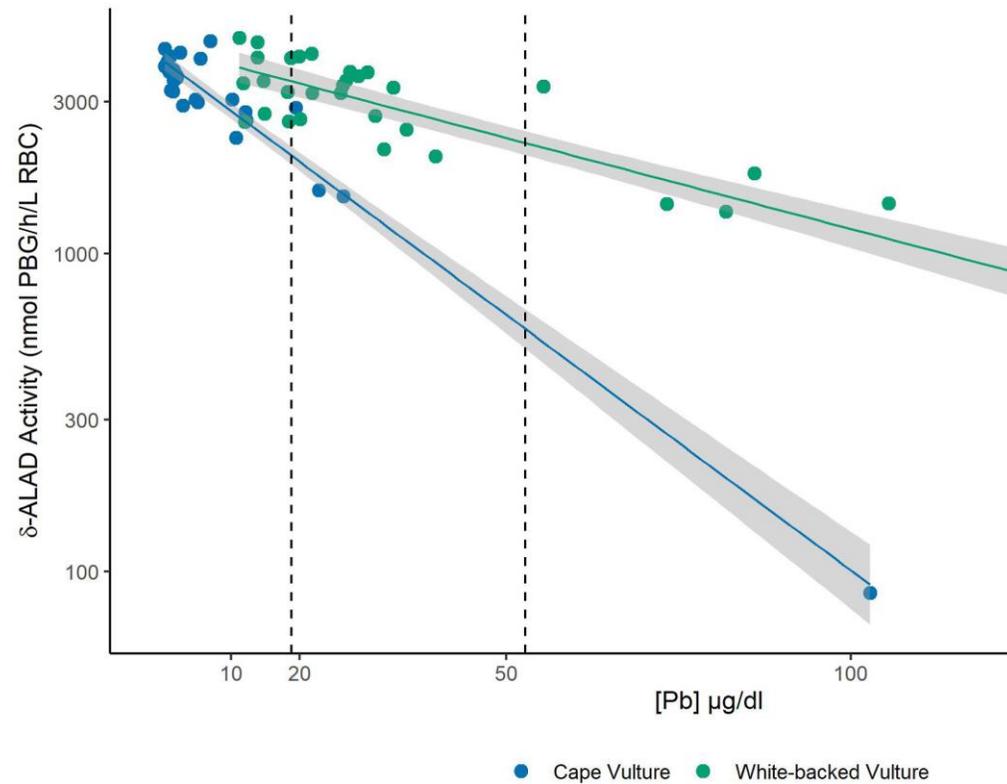


Sub-lethal impacts of lead poisoning on blood biochemistry, immune function and delta-aminolevulinic acid dehydratase (δ -ALAD) activity in Cape (*Gyps coprotheres*) and white-backed (*G. africanus*) Vulture chicks

Linda van den Heever^{a b}  , Vinny Naidoo^c, Theresa Coetzer^d, Lauren Eyssen^d,
Jennie Hewlett^c, Hanneline A. Smit-Robinson^{a e}, Andrew E. McKechnie^{b f}

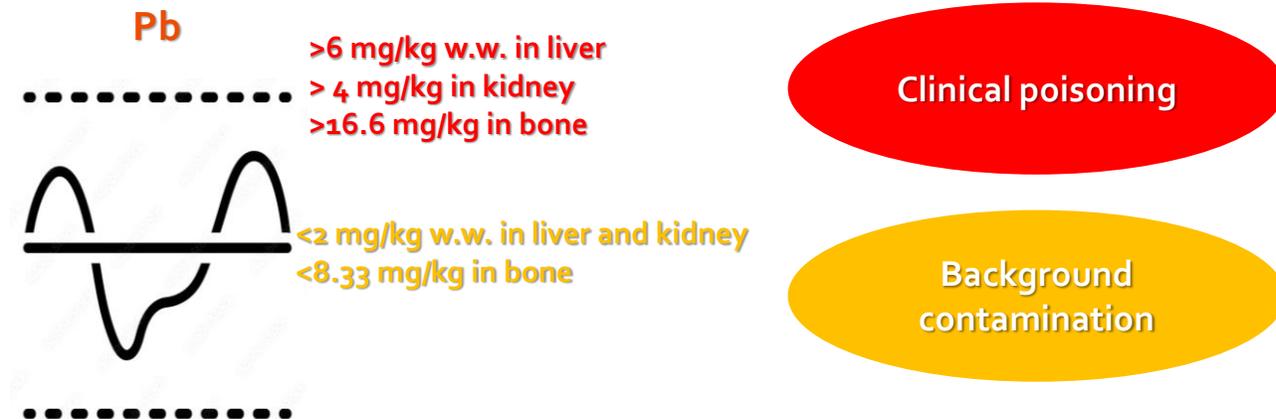
Piombo ed uccelli

- Inibizione di enzimi deputati alla sintesi del gruppo eme: ALA deidratasi e eme sintetasi (emolisi)
- ALA deidratasi: biomarker anche negli uccelli (precoce e persistente)



Piombo ed uccelli

- Cut-off di contaminazione



J.C. Franson, D.J. Pain Lead in birds W.N. Beyer, J.P. Meador (Eds.), Environmental Contaminants in Biota: Interpreting Tissue Concentrations (second ed.), CRC Press, Boca Raton (2011), pp. 563-593



Lead contamination in tissues of large avian scavengers in south-central Europe

Enrico Bassi^a, Roberto Facchetti^b, Maria Ferloni^c, Alberto Pastorino^d, Alessandro Bianchi^e,
Giorgio Fedrizzi^f, Irene Bertoletti^e, Alessandro Andreotti^g  

^a ERSAF - Direzione Parco Nazionale dello Stelvio Nationalpark Stilfserjoch, Via De Simoni 42, 23038 Bormio, Italy

^b Via per Esino 118, 23828 Perledo, Italy

^c Provincia di Sondrio, Via XXV Aprile, 22, 23100 Sondrio, Italy

^d Fraz. Chaillod 10/4, 11010 Saint-Nicolas, Italy

^e IZSLER "Bruno Ubertini" - Sede Territoriale di Sondrio, Via Bormio 30, 23100 Sondrio, Italy

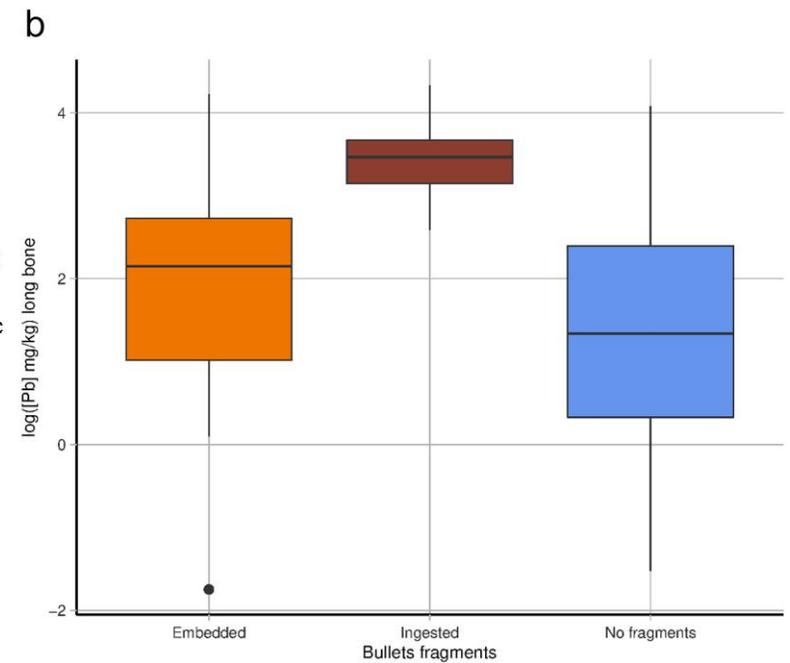
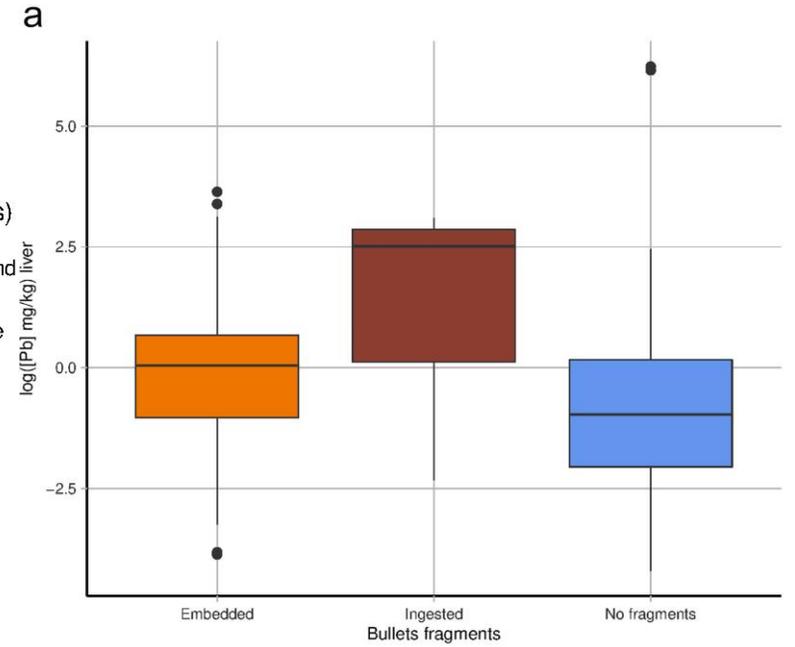
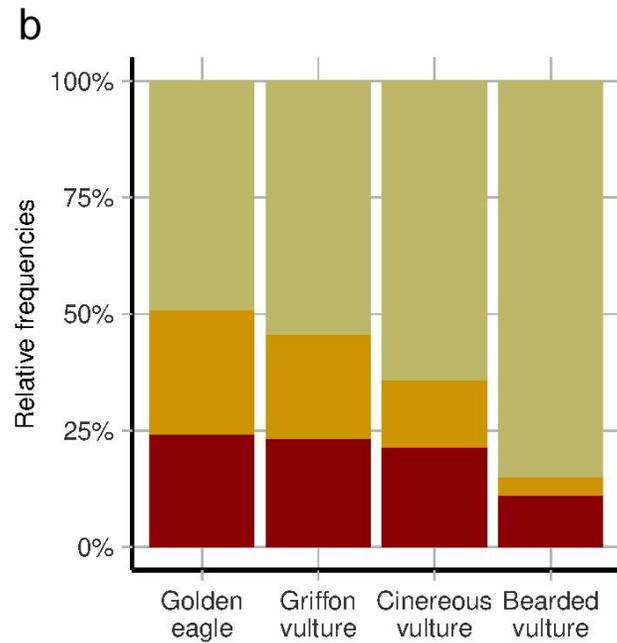
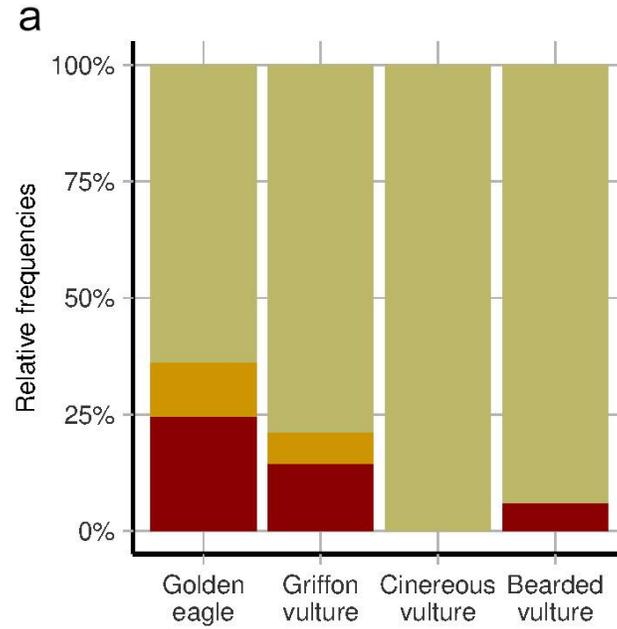
^f IZSLER "Bruno Ubertini" - Dipartimento sicurezza alimentare, Via Fiorini 5, 40127 Bologna, Italy

^g ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Via Ca' Fornacetta 9, 40064 Ozzano Emilia, Italy

Livelli di contaminazione: diversi in relazione alla matrice (ossa lunghe e corte>fegato>rene>cervello; in relazione alla specie (aquila dorata e grifone eurasiatico e in relazione all'assunzione di pallini di piombo)

Piombo ed
uccelli

Piombo ed uccelli

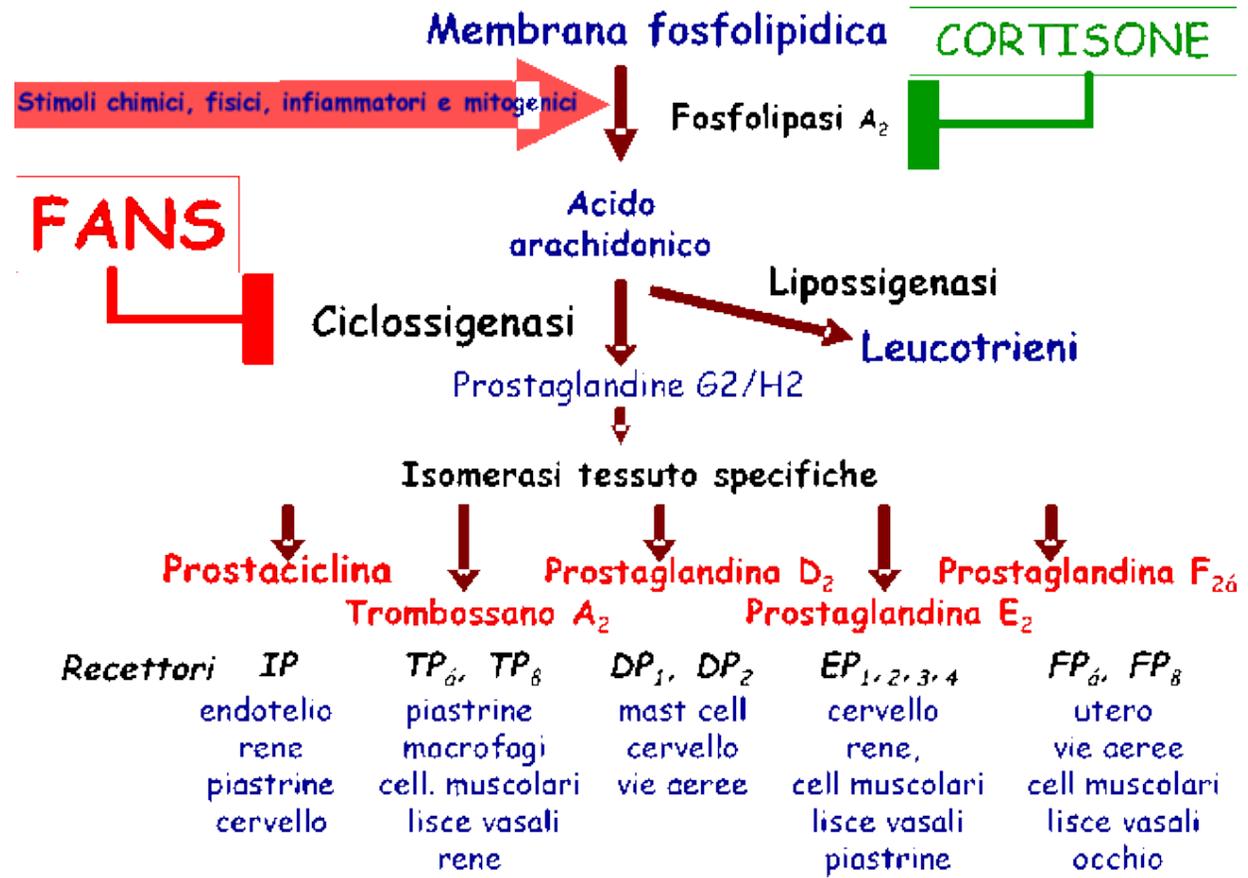


FANS e uccelli

- Nella prima decade degli anni '90 si assiste ad un declino di tre specie di grifoni endemiche del sud est asiatico , in particolare del 99.9% per *Gyps bengalensis*, del 97% per *Gyps indicus* e *Gyps tenuirostris*, tanto da essere oggi in pericolo di estinzione.
- Nel 2003 la causa di questo declino fu associato al consumo di carcasse animali contenenti il diclofenac, un farmaco anti-infiammatorio non steroideo.

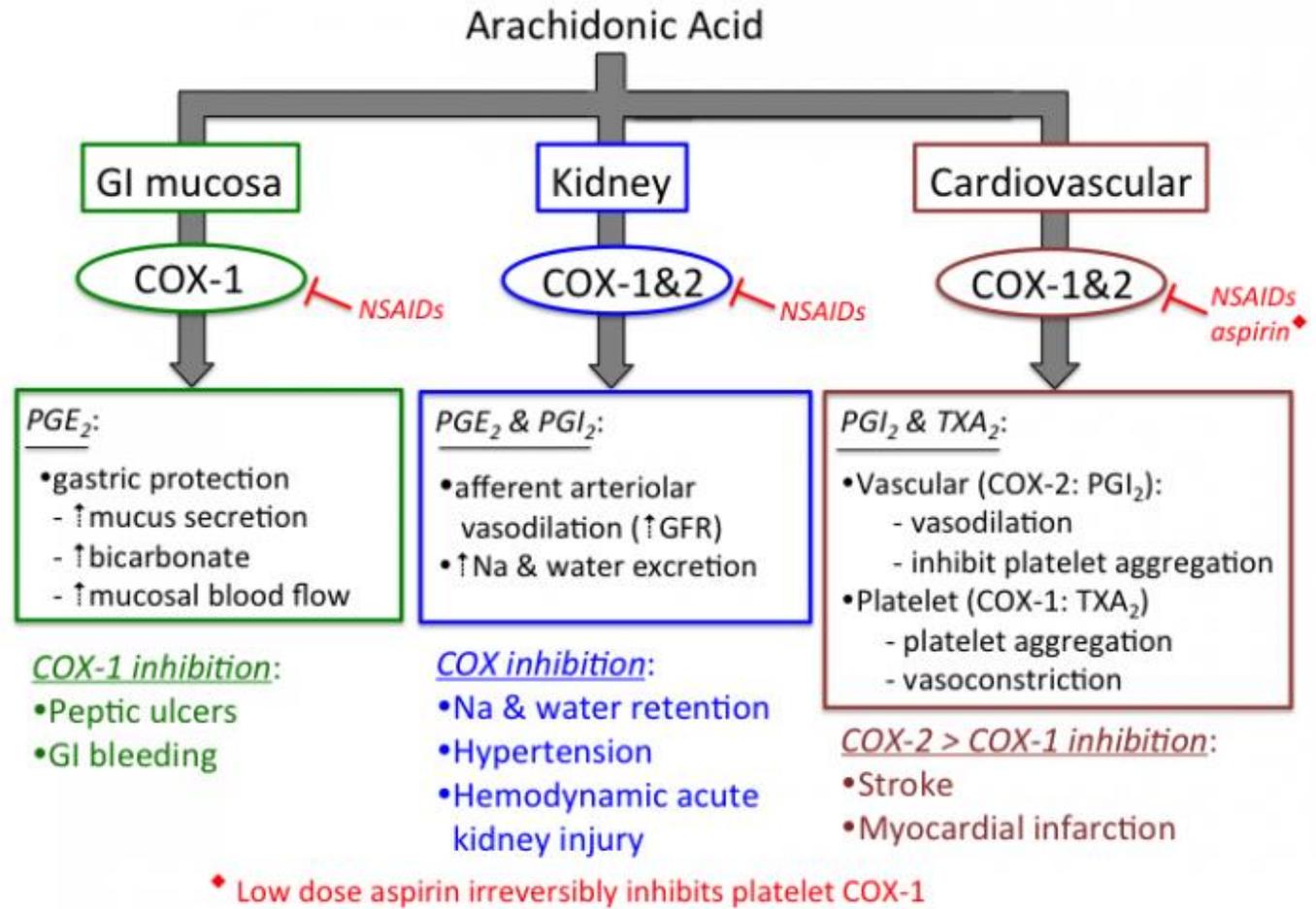


FANS e uccelli



FANS e uccelli

NSAID Side Effects:



FANS e uccelli

Letter | Published: 28 January 2004

Diclofenac residues as the cause of vulture population decline in Pakistan

[J. Lindsay Oaks](#) , [Martin Gilbert](#), [Munir Z. Virani](#), [Richard T. Watson](#), [Carol U. Meteyer](#), [Bruce A. Rideout](#), [H. L. Shivaprasad](#), [Shakeel Ahmed](#), [Muhammad Jamshed Iqbal Chaudhry](#), [Muhammad Arshad](#), [Shahid Mahmood](#), [Ahmad Ali](#) & [Aleem Ahmed Khan](#)

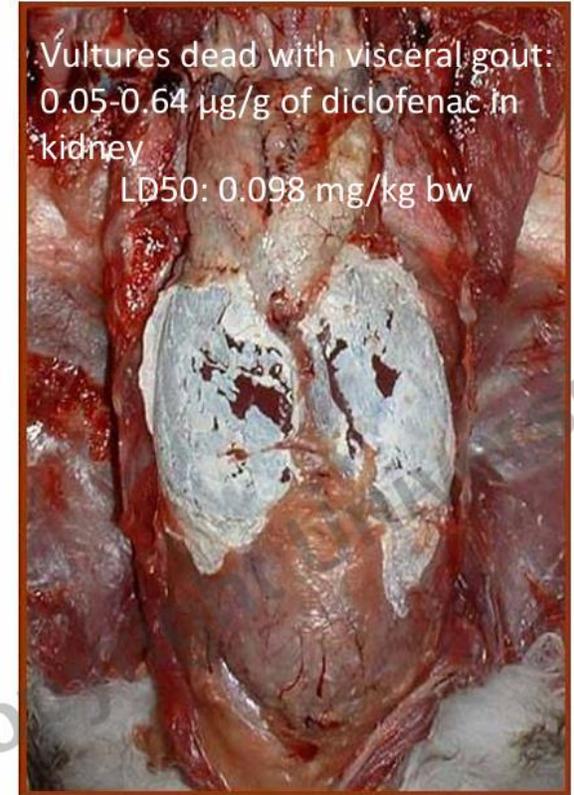
Nature **427**, 630–633 (2004) | [Cite this article](#)

13k Accesses | **1205** Citations | **403** Altmetric | [Metrics](#)

- Le specie di uccelli definiti «scavengers» presentano delle caratteristiche anatomiche diverse rispetto ad altri rapaci (gozzo più sviluppato che può contenere fino al 20% del loro peso corporeo).
- La DL₅₀ è stata stimata nel range di 0,1-0,2 mg/kg in dipendenza della specie di uccello.
- In India circa il 10-13 % delle carcasse contenevano residui di diclofenac con concentrazioni variabili da 10-10,100 ng/g w.w.nel fegato (già solo la presenza nello 0,13-0,75% delle carcasse può spiegare il declino).

FANS e uccelli

- Sintomatologia aspecifica con depressione del sensorio, letargia e abbattimento.
- Lesioni anatomopatologiche indicative di gotta viscerale e renale. Concentrazioni renali di diclofenac 51 e 643 ng/g (w.w.)
- Probabilmente l'azione tossica è legata ad un'interferenza con l'escrezione attiva di acido urico dal tubulo contorto prossimale e/o ad una riduzione del flusso ematico renale.





FANS e uccelli

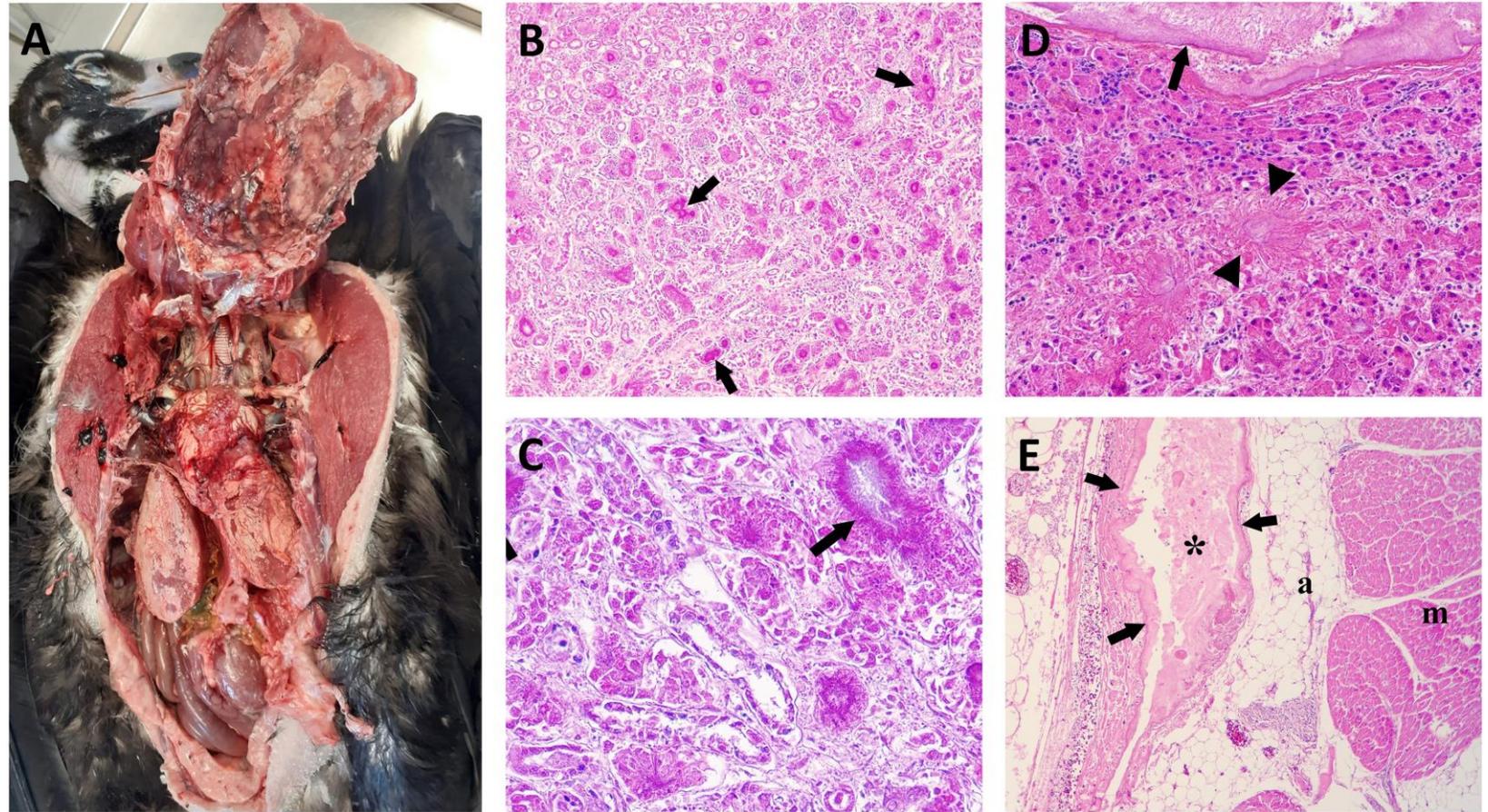
First diclofenac intoxication in a wild avian scavenger in Europe

Marta Herrero-Villar^a  , Émilie Delepoulle^b, Laura Suárez-Regalado^b,
Carlos Solano-Manrique^c, Carles Juan-Sallés^d, Juan J. Iglesias-Lebrija^b, Pablo R. Camarero^a,
Fernando González^b, Ernesto Álvarez^b, Rafael Mateo^a

- ^a Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos (IREC), CSIC-UCLM-JCCM, 13005 Ciudad Real, Spain
- ^b Grupo de Rehabilitación de la Fauna Autóctona y su Hábitat (GREFA), 28220 Majadahonda, Spain
- ^c Centre de Fauna Vallcalent, Departament de Territori i Sostenibilitat, Generalitat de Catalunya, 25199 Lleida, Spain
- ^d Noah's Path, 03203 Elche, Spain

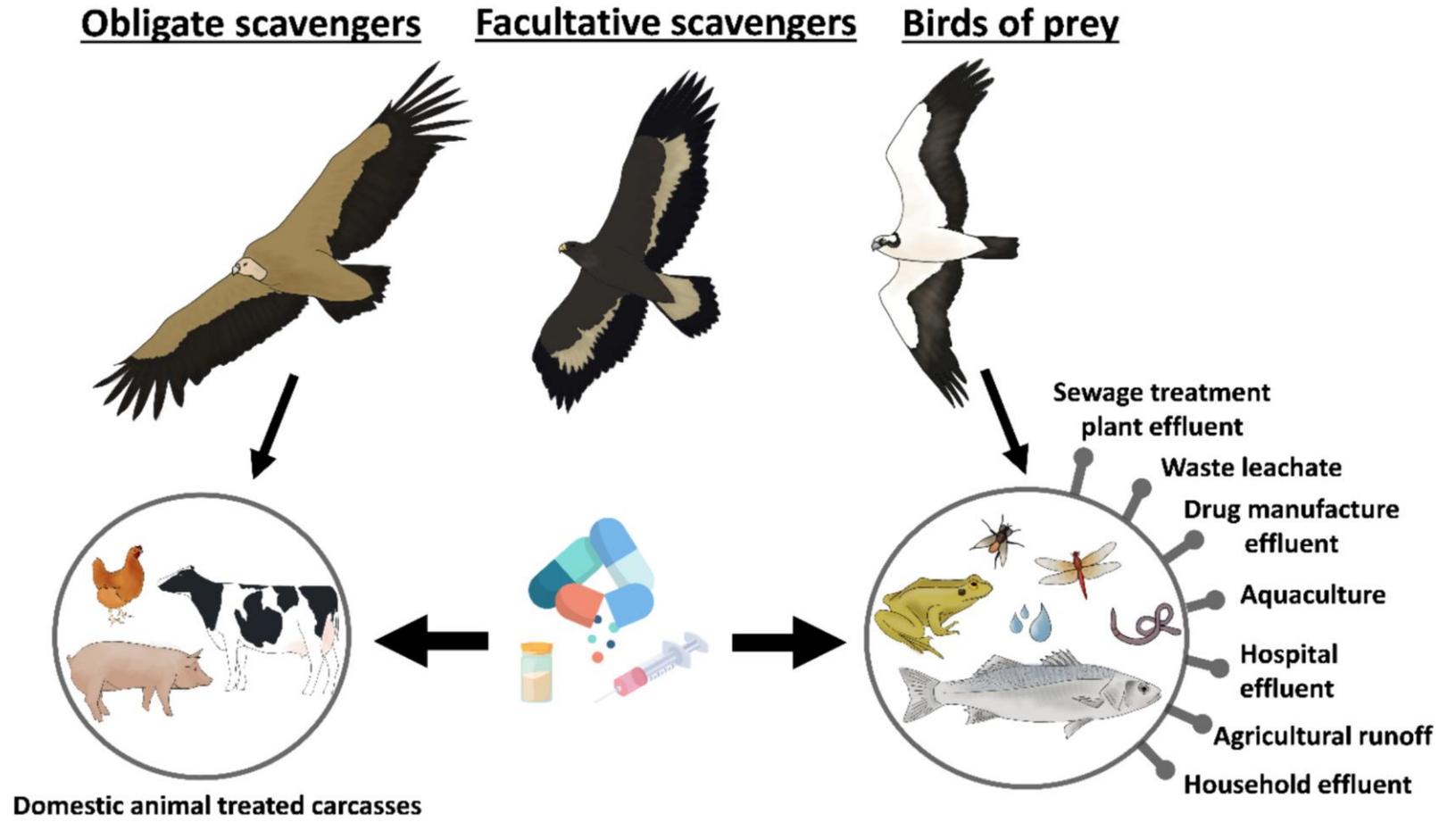
? Anamnesi poco chiara! Non si è riusciti a ricostruire la fonte di contaminazione precisa!

FANS e uccelli



Lesioni macroscopiche a carico delle sierose e microscopiche a carico dei tubuli renali (B e C), pericardio (E) e sierosa del fegato (D)

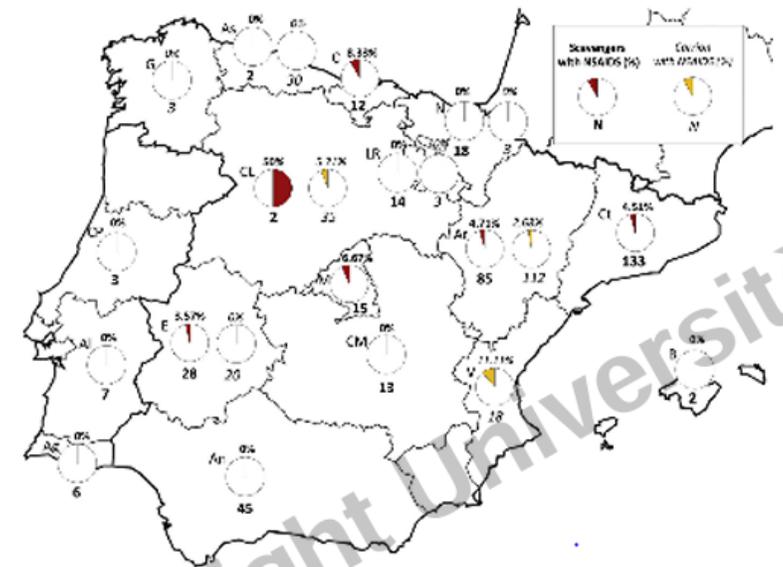
FANS e uccelli



FANS e uccelli

- Alternative non tossiche: meloxicam e acido tolfenamico
- Meloxicam: rapida eliminazione negli uccelli senza accumulo nei diversi tessuti dopo efficiente metabolismo (CYP2C9)
- Diclofenac: ridotta affinità per il CYP2C9 (reazione di ossidazione) e glucoridazione

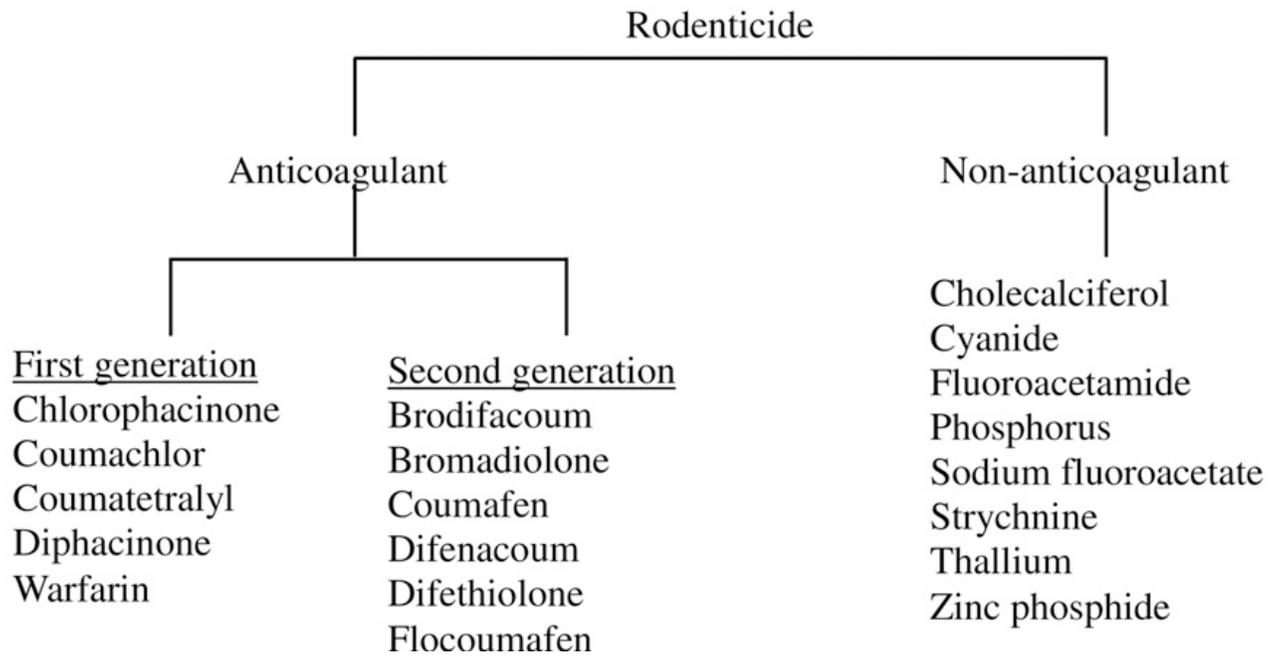
NSAIDs in carcasses and vultures



Non-toxic alternative: Meloxicam

Herrero-Villar et al., 2020. NSAIDs detected in Iberian avian scavengers and carrion after diclofenac registration for veterinary use in Spain. *Environmental Pollution* 266: 115157. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115157>

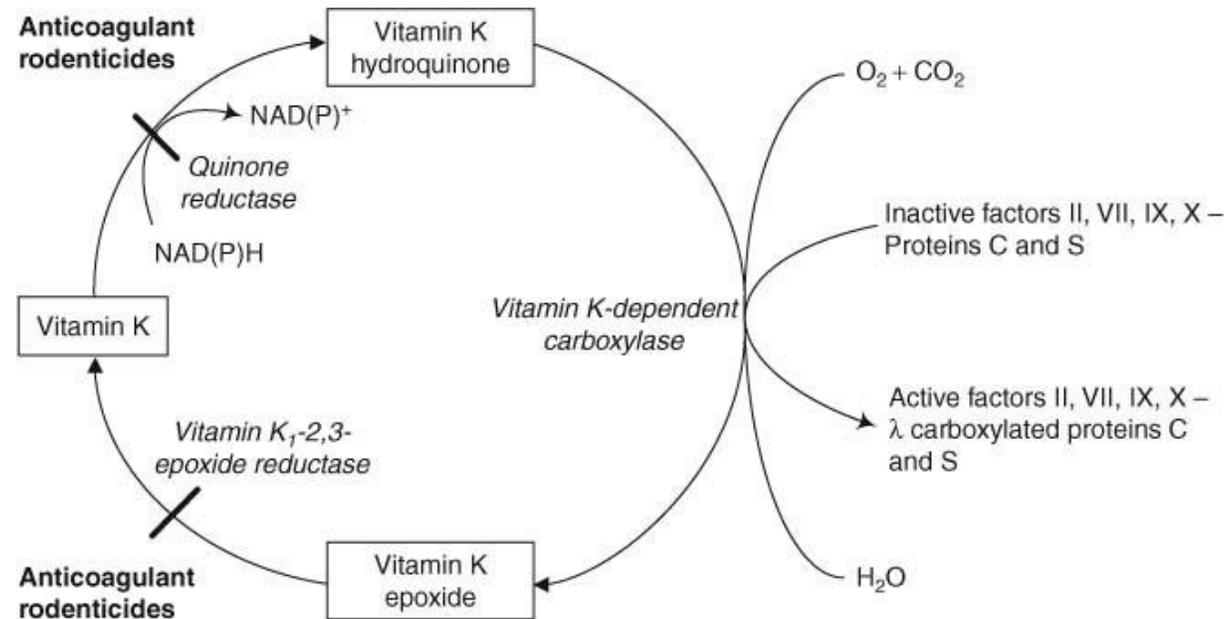
Volpi e residui di ARs (rodenticidi ad attività anticoagulante)



Generation	Compound	Hepatic half-life (days)	
		Rat	Mouse
1st generation	Chlorophacinone	35	35.4
	Diphacinone	3	–
	Coumatetralyl	55 - 62	15.8
	Warfarin	26.2–67	66.8
2nd generation	Brodifacoum	113.5–350	307.4
	Bromadiolone	170–318	28.1
	Difethialone	74–126	28.5
	Flocoumafen	215	93.8
	Difenacoum	118–128	61.8

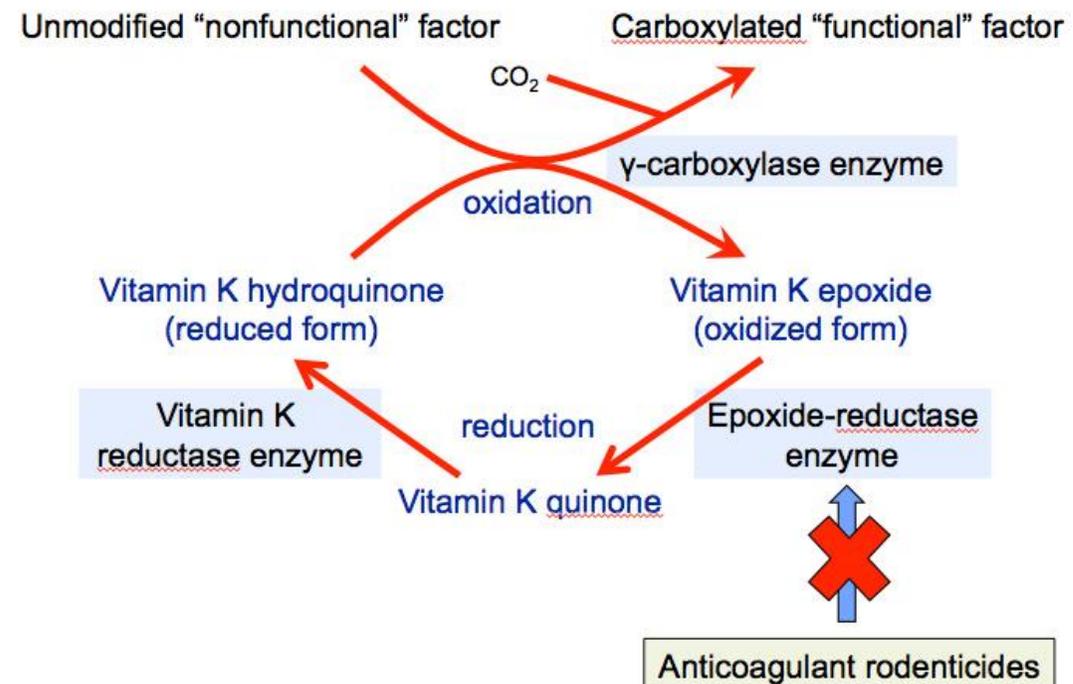
Volpi e ARs

- Inibizione competitiva dell'enzima vitamina K epossido reductasi. La vit.K è fondamentale per l'attivazione epatica dei 4 fattori della coagulazione "vitamina K-dipendenti":
- Fattore II (protrombina)
- Fattore VII (proconvertina)
- Fattore IX (fattore di Christmas o antiemofilico B)
- Fattore X (fattore di Stuart)
- Emorragie gravi anche per piccoli traumi che si verificano od in seguito ad esposizioni ripetute o dopo 2-3 gg dall'ingestione singola dei prodotti di II generazione



Volpi e ARs

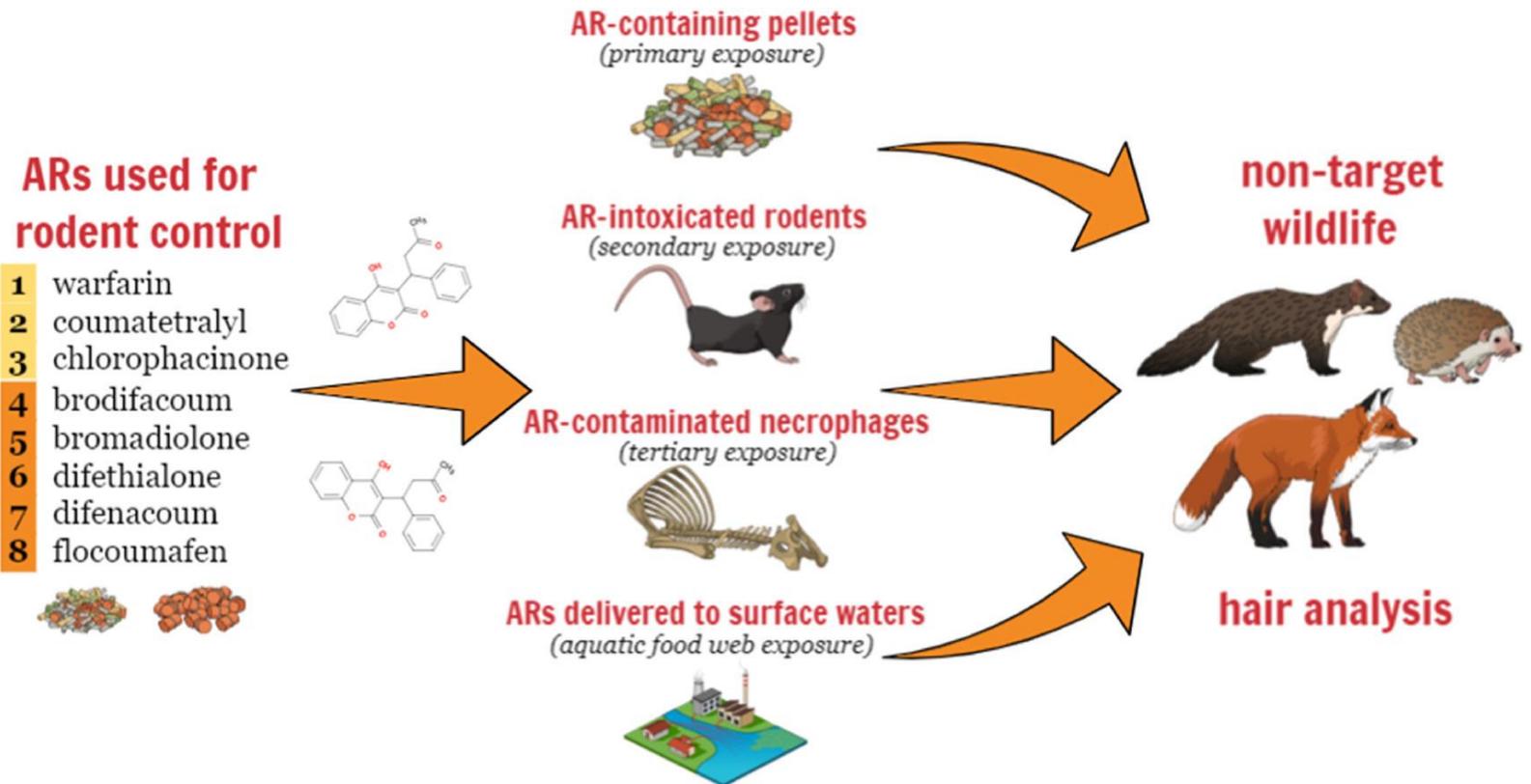
- Salvo che nei primi due stadi del meccanismo intrinseco, gli ioni calcio sono necessari per lo svolgimento di tutte le reazioni.
- I fattori della coagulazione II, VII, IX e X contengono un residuo di glutammato modificato chiamato carbossigluttammato
- La carbossilazione di questo residuo di Glu è garantita dalla presenza della vitamina K.
- Questa modificazione permette alle proteine di legare il calcio (cofattore enzimatico)



Volpi e ARs

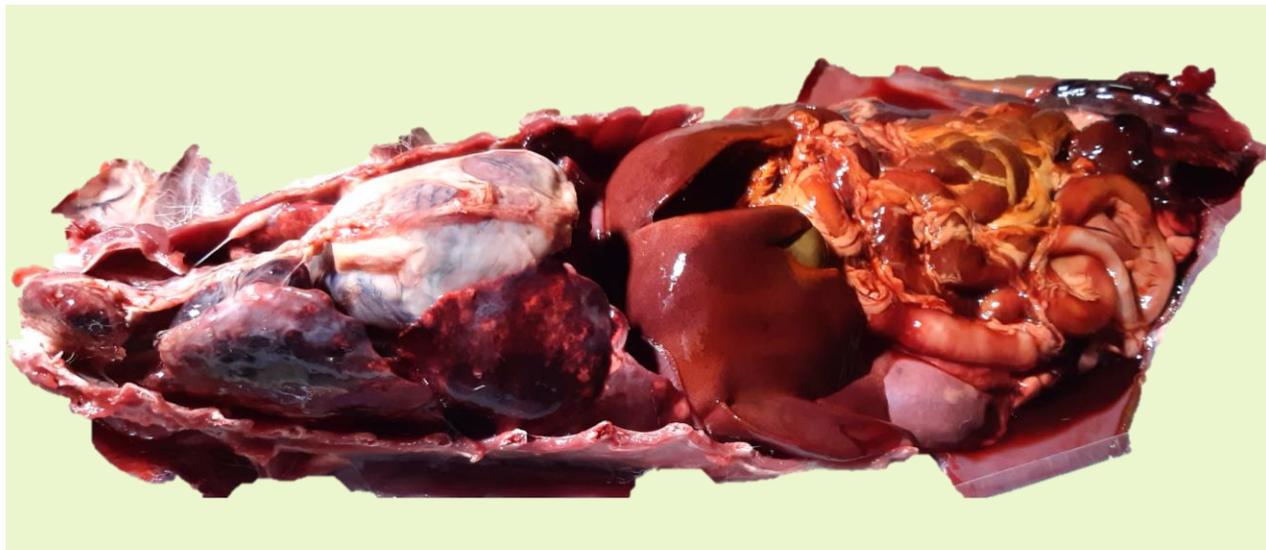
• Drivers di esposizione:

1. PRIMARIA
2. SECONDARIA
3. TERZIARIA



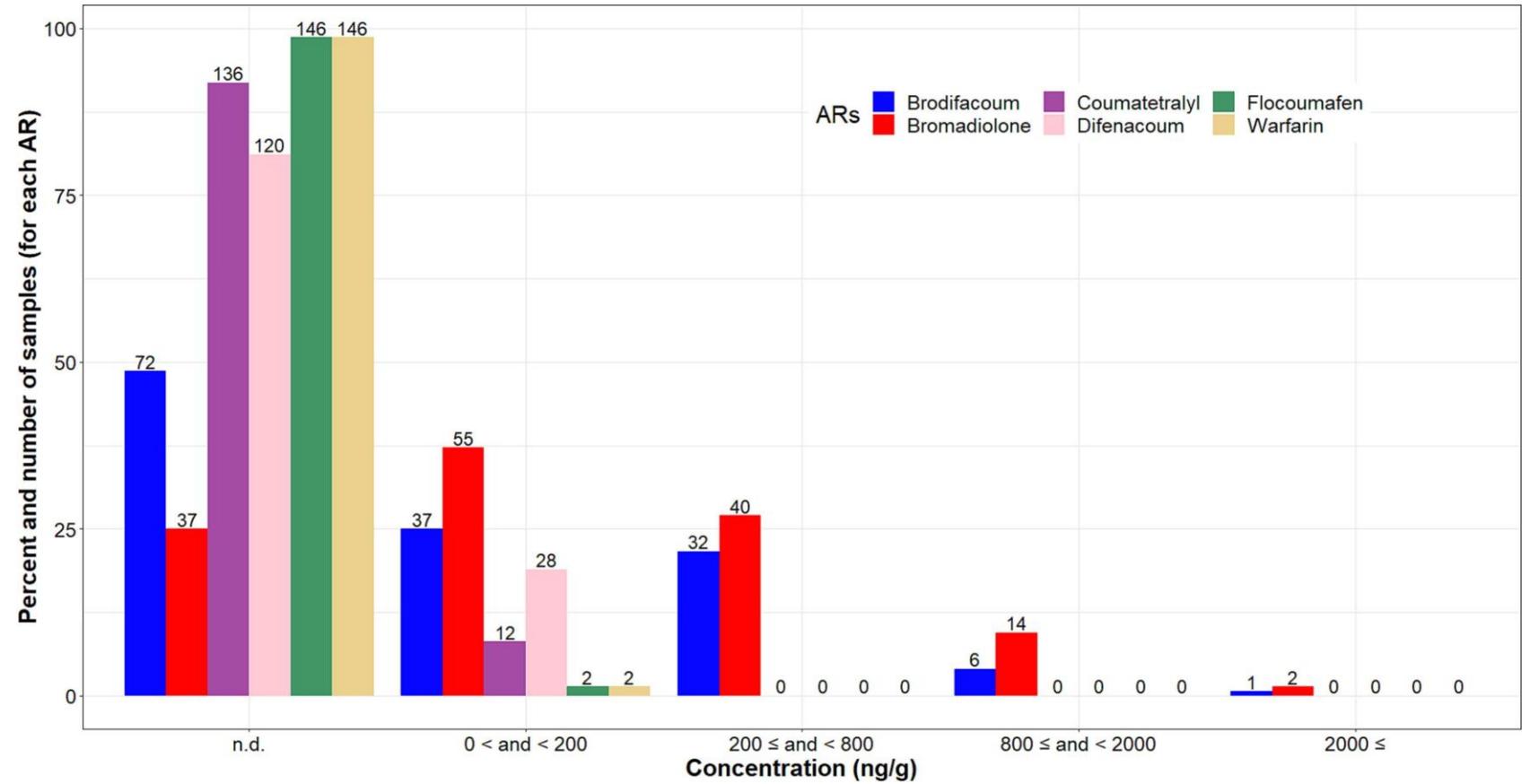
Volpi e ARs

- In Europa e in Nord America, la percentuale di positività a rodenticidi anticoagulanti rilevata nel fegato di animali selvatici varia dal 23% al 100%.
- Volpe rossa: *Vulpes vulpes*, presente in contesti urbani, sub-urbani e rurali.
- Lesioni anatomo-patologiche a carattere emorragico.



Volpi e ARs

- Cut off per effetto biologico e clinico nella volpe: 200 e 800 ng/g rispettivamente



Slovenia, 2024

Volpi e ARs

 OPEN ACCESS  PEER-REVIEWED

RESEARCH ARTICLE

Relation between Intensity of Biocide Practice and Residues of Anticoagulant Rodenticides in Red Foxes (*Vulpes vulpes*)

Anke Geduhn , Jens Jacob, Detlef Schenke, Barbara Keller, Sven Kleinschmidt, Alexandra Esther

Published: September 29, 2015 • <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139191>

- Densità di bestiame allevato e percentuale di area urbana sono indicatori delle potenziali fonti di contaminazione



Volpi e ARs

Greater predisposition to second generation anticoagulant rodenticide exposure in red foxes (*Vulpes vulpes*) weakened by suspected infectious disease

Alberto Carrera^a, Isabel Navas^{a b}  , Pedro María-Mojica^{a c}, Antonio J. García-Fernández^{a b}

^a Servicio de Toxicología y Veterinaria Forense, Faculty of Veterinary Medicine, Campus de Espinardo, Universidad de Murcia, Murcia, Spain

^b Toxicology and Risk Assessment Group, IMIB-Arrixaca, Campus de Ciencias de la Salud El Palmar, Universidad de Murcia, Spain

^c Centro de Recuperación de Fauna Santa Faz (Alicante), VAERSA-Servicio de Vida Silvestre, Generalitat Valenciana, Spain

- Potenziale associazione con altre malattie infettive: IMMUNODEPRESSIONE!?

Volpi e ARs

- Studi sperimentali hanno dimostrato che gli anticoagulanti possono avere effetti sia immunostimolatori che immunosoppressivi, come un aumento dell'attività dei linfociti, IL-12 e IL-6, nonché una riduzione dei livelli di TNF- α e neutrofili
- L'esposizione cronica a ***concentrazioni subletali*** di anticoagulanti potrebbe portare a una continua attivazione del sistema immunitario, risultando in un esaurimento immunitario, caratterizzato da disfunzione e deplezione delle cellule immunitarie
- Questo tipo di attivazione immunitaria potrebbe aumentare la suscettibilità a infezioni opportunistiche, accelerare la progressione della malattia o addirittura causare la malattia stessa (esempi *Francisella tularensis* nell'arvicola e infestazioni da acari nella lince rossa)

Research article

Urbanization and anticoagulant poisons promote immune dysfunction in bobcats

Laurel E. K. Serieys , Amanda J. Lea, Marta Epeldegui, Tiffany C. Armenta, Joanne Moriarty, Sue VandeWoude, Scott Carver, Janet Foley, Robert K. Wayne, Seth P. D. Riley and Christel H. Uittenbogaart

Published: 17 January 2018 | <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.2533>

Volpi e ARs

- Matrici alternative per il monitoraggio: PELO E FECI



Environmental Research

Volume 264, Part 1, 1 January 2025, 120302



First evidence of the suitability of hair for assessing wildlife exposure to anticoagulant rodenticides (ARs)

Marco Picone ^a  , Annamaria Volpi Ghirardini ^a, Rossano Piazza ^a, Tiziano Bonato ^{a b}

^a Department of Environmental Sciences, Informatic, And Statistics, Ca' Foscari university
Venice, Via Torino 155, 30172 Venezia-Mestre, Italy

^b Società Estense Servizi Ambientali (S.E.S.A. S.p.A.), 35042 EsteItaly

Received 26 June 2024, Revised 17 October 2024, Accepted 4 November 2024, Available online 5 November 2024, Version of Record 8 November 2024.