

INTOSSICAZIONE DA PIOMBO IN DUE CIGNI REALI DELLA LAGUNA DI MARANO (NORD-EST ITALIA)

FABIO PERCO

Istituto Zoologia e Anatomia Comparata dell'Università
Via Valerio 33 - Trieste

CLAUDIO LEONZIO

Istituto di Biologia Ambientale dell'Università

SILVANO FOCARDI

Via delle Cerchia 3 - Siena

CRISTINA FOSSI

ARISTEO RENZONI

ABSTRACT. Nella primavera 1983, in un'area aperta alla caccia della laguna di Marano, furono raccolti due Cigni reali che presentavano segni di grave debilitazione e che morirono nell'arco di un giorno. L'intestino era gravemente intasato da erbe e conteneva un gran numero di pallini da caccia profondamente erosi, probabilmente per l'azione meccanica e dei succhi digestivi dello stomaco. Tra i vari contaminanti rinvenuti nei tessuti e negli organi dei due animali il piombo era in concentrazioni elevatissime, particolarmente nel rene e nel fegato. I reperti necroscopici e analitici hanno dimostrato che il piombo mobilizzato e assorbito nel canale digerente ha portato i due Cigni alla morte per avvelenamento acuto da piombo. Sono discussi i pericoli di saturnismo per altre specie di uccelli acquatici in Italia, ed i possibili rimedi.

KEY WORDS: *Cygnus olor*/ Italy/ mortality/ poison/ shooting/ toxicity.

La prima informazione sulla tossicità dei pallini di piombo usati per la caccia, una volta ingeriti da uccelli acquatici, risalgono alla fine del secolo scorso allorché Grinnel (Shillinger & Cottam 1982) rinvenne e descrisse degli esemplari con sintomi di avvelenamento lungo le coste della Carolina del Nord e in alcuni luoghi del Texas. In Italia, nello stesso periodo, Sebastiano & Delprato (Thomas 1980) segnalavano casi analoghi per anatre domestiche e semidomestiche. Notevole attenzione venne successivamente data al problema e già intorno al 1920 vari rapporti conoscitivi negli Stati Uniti segnalavano perdite di animali in varie zone. Un rapporto di particolare gravità fu pubblicato da Salyer (1937, in Shillinger e Cottam 1982) sul reperimento quotidiano di cigni e di oche in un lago del Nord-America, morti per intossicazione da piombo ingerito accidentalmente insieme all'alimento. Da allora si sono susseguite continuamente notizie di uccelli selvatici con sintomi di intossicazione da piombo. Particolarmente dettagliate ed importanti per l'affinità con il caso qui descritto, sono i dati ottenuti in natura da Adler (1944), Jordan & Belrose (1951), Trainer & Hunt (1965), Bagley & Noche (1967), Del Bono (1970), Longcore *et al.* (1974), Anderson (1975), Clausen *et al.* (1975), Danell *et al.* (1977), White & Stendel (1977), Longcore *et al.* (1978), Simpson *et al.* (1979), Szymczak & Adrian (1979), Hulse *et al.* (1980), Belrose (1982), Humburg *et al.* (1982), Longcore *et al.* (1982), Maedgen *et al.* (1982), Parslow *et al.* (1982), Shillinger & Cottam (1982). Un elenco dettagliato dei dati disponibili su tale problema è riportato da Thomas (1980). Anche in Italia si pone il problema dell'inquinamento da pallini da caccia nelle aree sottoposte a notevole pressione venatoria (valli, piccoli laghi, acquitrini lagunari, etc.).

In questo lavoro viene preso in esame il caso di due Cigni reali *Cygnus olor*, rinvenuti morenti nella laguna di Marano, che mostravano indizi di avvelenamento da piombo. Lo scopo è stato di verificare se la morte degli animali è stata effettivamente determinata da ingestione di pallini da caccia o se vi abbiano concorso altri inquinanti ambientali o processi patologici.

AREA DI STUDIO

Nella laguna di Marano, su iniziativa dei cacciatori locali e del Fondo Mondiale per la Natura (WWF), con il concorso del Comune di Marano Lagunare e del Comitato Provinciale della Caccia di Udine, è stata istituita dall'Amministrazione Regionale del Friuli-Venezia Giulia, con apposito decreto del 25/7/1976, un'oasi di protezione avifaunistica su un territorio dell'estensione di circa 800 ha, precedentemente gestito come riserva privata di caccia. L'oasi in questione è compresa nella più vasta area denominata 'Marano Lagunare—Foci dello Stella' (1400 ha circa) riconosciuta di valore internazionale quale 'habitat per gli uccelli acquatici' ai sensi e per effetto della Convenzione di Ramsar sulla conservazione delle zone umide (D.M. del 11/4/1979). Tale zona, individuata anche dal Piano Urbanistico Regionale Generale quale 'sottoambito di tutela' (sigla E 22 1), ricade per la parte non inclusa nell'oasi nel più vasto territorio compreso nella 'riserva di caccia di diritto di Marano Lagunare' dove un numero prefissato di cacciatori esercita la sua attività (poco più di 100 cacciatori su un territorio di 7.700 ha).

Nella laguna di Marano erano presenti mediamente nel mese di gennaio (dal 1979 al 1983): 10.150 Folaghe *Fulica atra*, 2.302 Germani reali *Anas platyrhynchos*, 4.691 Alzavole *Anas crecca*, 1.722 Quattrocchi *Bucephala clangula*, 151 Smerghi minori *Mergus serrator* (censimenti coordinati da Fabio Perco per conto Regione Friuli—V. Giulia, M.A.F. e I.W.R.B.).

REINTRODUZIONE DEI CIGNI E REPERTI

Per iniziativa del Fondo Mondiale per la Natura, anche in considerazione del fatto che più volte in passato varie specie di cigni avevano fatto la loro comparsa spontanea lungo il litorale e nelle lagune friulano-giuliane, nell'oasi sono stati introdotti a più riprese 8 soggetti di Cigno reale donati dal Comune di Trieste e da quello di Marano Lagunare. Un maschio ed una femmina adulti furono liberati il 18 gennaio 1981; un'altra coppia adulta il 29 marzo 1981; due immaturi l'8 dicembre 1981 ed un'altra coppia adulta il 29 gennaio 1983. I due soggetti liberati nel marzo '81, avvezzi a compiere lunghi voli, frequentavano diverse zone della laguna anche al di fuori dell'oasi e furono abbattuti a colpi di fucile presso Bibione (Veneto) il 9 gennaio 1982. Tale atto di bracconaggio deve almeno in parte essere imputato alla difficoltà nella responsabilizzazione dei cacciatori al di fuori delle cosiddette 'riserve di diritto' in vigore nel territorio del Friuli-Venezia Giulia. Infatti in questo territorio i soggetti immessi sono stati oggetto non solo di particolare tutela da parte dei cacciatori locali, ma anche di specifiche iniziative volte alla loro conservazione.

I due immaturi si allontanarono a nuoto fin dai primi giorni dell'immissione mentre gli ultimi adulti liberati dopo qualche tempo si spostarono alle foci del Cormor.

La coppia immessa per prima tentò di riprodursi già nel 1981, costruendo il nido e

deponendo uova, ma senza successo. Nel 1982 (schiusa del primo uovo l'8 maggio) nacquero i piccoli dei quali 5 sopravvissero al primo mese dalla schiusa e seguirono i genitori nei loro spostamenti alla ricerca del cibo. Di questi pulcini uno era nella forma 'immutabilis', con piumaggio chiaro fin dal primo abito e zampe carnicino anziché nero. Dal mese di giugno il gruppo si spostò in altra zona della laguna, al di fuori dell'oasi, in località detta della 'Secca di Muzzana' dove prese a frequentare le adiacenze di un appostamento di caccia. L'appostamento in questione è del tutto simile a molti altri esistenti in laguna ed è situato nel medesimo punto da moltissimi anni. La zona circostante è tipicamente a 'velma', con acque mediamente poco profonde, al punto che il fondo emerge in buona parte in occasione delle basse maree. Nei dintorni esistono inoltre alcune 'barene', in buona parte ricoperte da *Phragmites australis* che qui prospera, anche a causa della bassa salinità dell'acqua.

Nel settembre 1982, dapprima la femmina adulta e successivamente una femmina giovane di Cigno dimostrarono chiari segni di debilitazione non reagendo più con la fuga all'avvicinarsi delle imbarcazioni dei pescatori entro una decina di metri e lasciandosi catturare facilmente con le mani. La femmina adulta, trasportata a terra il 17 settembre, presentava la cera del becco, di norma di colore arancio carico, di tinte decisamente sbiadite; riusciva a stento a sollevare il capo da terra e i movimenti del collo apparivano limitati a brevi spostamenti laterali (Fig. 1). Il soggetto, raccolto in laguna alle ore 8.30, morì nel giro di 2-3 ore. La femmina giovane (forma 'immu-

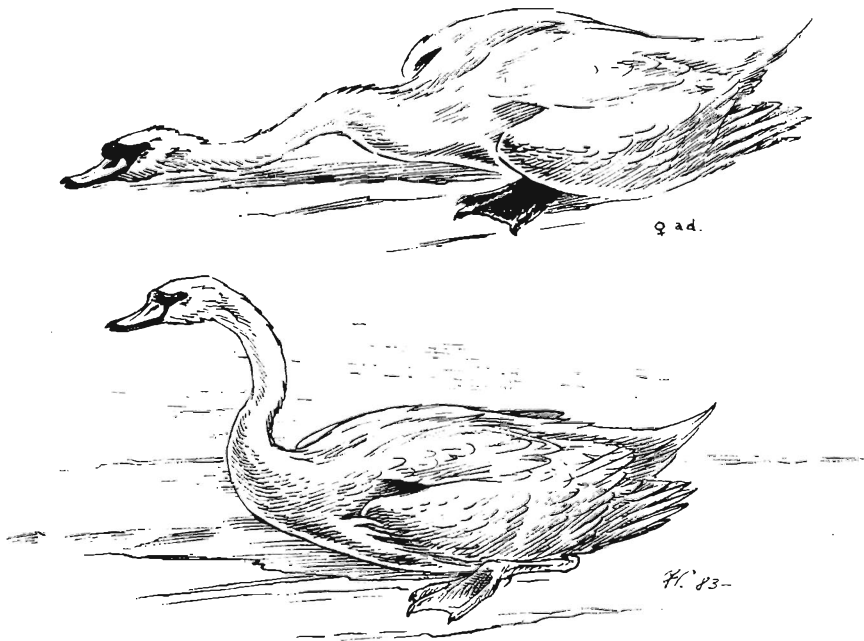


FIGURA 1. Postura dei due cigni raccolti rispettivamente il 17/9/1982 e il 23/9/1982 nella laguna di Marano e successivamente deceduti. (ricostruzione grafica sulla base delle descrizioni di Paolo Utmar).

tabilis'), raccolta in laguna il 23 settembre, presentava quasi i medesimi sintomi sebbene fosse ancora in grado di sollevare il capo e di appoggiarlo di tanto in tanto al dorso. Anche questo soggetto, pur dimostrando all'inizio una certa vitalità, non era in grado tuttavia di reggersi bene in piedi ed i suoi movimenti erano limitati a qualche metro percorsi quasi strisciando sull'addome e con andatura barcollante. Anch'esso morì nell'arco di 24 ore nonostante i tentativi di salvarlo.

Ambedue i cigni apparivano al momento della cattura particolarmente magri al tatto, soprattutto la femmina adulta, tanto da suggerire uno stato di debilitazione per fame. Tuttavia il cibo offerto veniva rifiutato dai soggetti.

METODI ANALITICI

Nell'Istituto Zooprofilattico delle Venezie (Sezione Friuli, Basadella di Campoformido) sono stati effettuati rilievi necroscopici ed esami microscopici e colturali sui due Cigni subito dopo la loro morte.

Nell'Istituto di Biologia Ambientale dell'Università di Siena sono state condotte analisi relative ai più diffusi contaminanti quali Hg, Cd, Pb, Cu, e Zn fra i metalli in tracce ed esaclorobenzene (HCB), DDT e derivati e policlorobifenili (PCB) fra gli idrocarburi clorurati.

Le analisi sono state effettuate su materiale liofilizzato e i risultati sono espressi in mg/kg di peso secco.

I metalli sono stati analizzati previa mineralizzazione del materiale liofilizzato in bomba di teflon (Stoeppler & Backaus 1978) seguita da lettura in AAS (spettrofotometro Perkin-Elmer mod. 300 S). Il Hg è stato determinato con la cella fredda in corrente d'aria previa riduzione con SnCl_2 ; Cd e Pb sono stati determinati su fornetto di grafite HGA-500; lo Zn è stato determinato con atomizzatore a fiamma aria-acetilene.

Per la determinazione degli idrocarburi clorurati il materiale è stato estratto in Soxhlet con n-esano, purificato con H_2SO_4 (Murphy 1972) e cromatografato su Florisil. L'eluato è stato sottoposto a cromatografia su gel di silice per separare i PCB dal DDT e derivati (Snyder & Reinert 1971). Le analisi sono state eseguite su gascromatografi Perkin-Elmer (F22 e Sigma-3) provvisti di rivelatore a cattura di elettroni (Ni 63) e di integratore automatico di aree (Sigma 10), utilizzando colonne in vetro (2m di lunghezza) riempite con DC 200 (10%) su Gas Chrom Q BW-DMCS e con QF 1 (5%) su Chromosorb AW-DMCS e una colonna capillare SE-54 di 60m (Supelco). Il gas di trasporto era Argon con il 5% di Metano. I lipidi sono stati determinati secondo la procedura indicata da Kates (1972). I pesticidi sono stati valutati mediante confronto con i rispettivi standards, i policlorobifenili mediante confronto con il preparato commerciale Aroclor 1260.

RISULTATI DELLE ANALISI

I rilievi necroscopici hanno messo in evidenza un grave intasamento da erbe nel tratto gastro-duodenale e la presenza di numerosissimi pallini da caccia in tutto l'intestino. Tali pallini risultavano variamente conformati e con la superficie più o meno rugosa (Fig. 2). Gli esami microscopici e colturali sono risultati negativi per malattie infettive, batteriche e parassitarie.

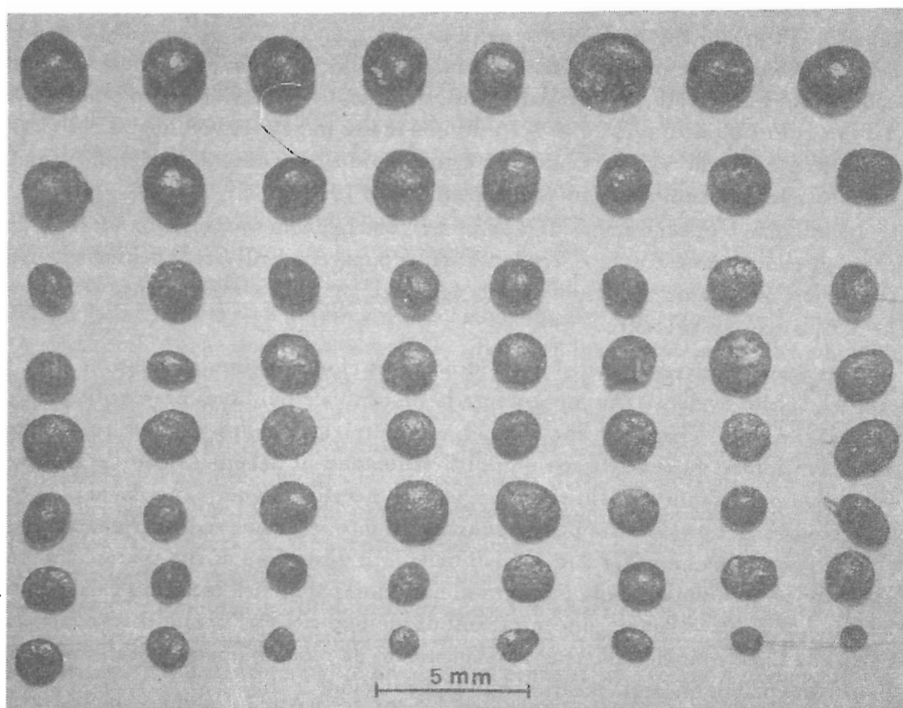


FIGURA 2. Pallini di piombo rinvenuti all'interno del canale digerente di uno dei due cigni.

I risultati delle analisi dei metalli sono riportati in Tab. I. Lo zinco presenta concentrazioni simili a quelle riportate per specie analoghe (Hutton 1981). Dei tre metalli non essenziali, mercurio e cadmio presentano valori uguali o inferiori a quelli riportati per altre specie di uccelli (Stoneburner 1980). I dati sul piombo rivelano invece la presenza di elevate quantità del metallo in gran parte del materiale esa-

TABELLA I. Metalli in tracce (mg/kg p.s.) nei tessuti dei due Cigni

	Hg	Cd	Pb
<i>Cigno ♀ adulta</i>			
muscolo pettorale	0.812	0.160	8.6
cuore	0.500	<0.005	2.9
rene	1.313	2.760	1500.0
osso	0.110	0.160	133.8
<i>Cigno ♀ giovane</i>			
muscolo pettorale	0.475	0.140	11.4
cuore	0.275	0.005	12.1
rene	1.125	0.380	1425.0
fegato	4.625	0.260	275.0

minato. Gli organi e i tessuti a disposizione non sono in numero tale da far dedurre un modello di distribuzione differenziata del metallo; tuttavia il rene presenta le concentrazioni più elevate, seguito dal fegato, dal tessuto osseo, dal muscolo pettorale e dal muscolo cardiaco, e ciò è in accordo con molte indicazioni bibliografiche (Longcore 1974). I livelli registrati risultano uguali o più elevati di quelli determinati in Cigni morti per saturnismo (Rindi & Buggiani Sivieri 1978).

Le altissime concentrazioni di piombo nel rene lasciano supporre un notevole processo di eliminazione, mentre le relativamente basse concentrazioni nel tessuto osseo sembrano indicare un accumulo appena agli inizi, per cui l'avvelenamento sembrerebbe di tipo acuto o subacuto.

I risultati relativi alle analisi degli idrocarburi clorurati sono riportate in Tab. II. Appare subito evidente che, nonostante la percentuale dei lipidi presenti nei singoli campioni non differisca nei due animali, concentrazioni molto più elevate sono presenti nell'adulta. Si è verificato quindi il fenomeno di accumulo con l'età. I livelli sono pressoché simili a quelli riportati per altri uccelli erbivori (Cottiglia *et al.* 1982) e non raggiungono valori ritenuti responsabili di intossicazione o di avvelenamento.

Dal comportamento dei due animali nelle loro ultime ore di vita (paresi, andatura barcollante, ipotermia), dalla presenza di numerosi pallini nell'intestino e dai risultati analitici delle elevatissime concentrazioni di piombo nei vari organi o tessuti, risulta che i due Cigni sono deceduti per avvelenamento da piombo liberatosi nell'intestino a partire dai pallini di caccia ingeriti con l'alimentazione.

TABELLA II. Idrocarburi clorurati (mg/kg p.s.) nei due Cigni.

	Lipidi %	HCB	pp'DDE	PCB
<i>Cigno ♀ adulta</i>				
muscolo pettorale	10.8	0.006	0.481	1.954
cuore	12.0	0.006	0.529	2.154
rene	11.6	0.005	0.385	1.327
osso	0.2	<0.001	0.061	0.256
<i>Cigno ♀ giovane</i>				
muscolo pettorale	10.1	0.003	0.120	0.271
cuore	10.9	0.002	0.102	0.154
rene	12.3	0.002	0.091	0.187
fegato	8.1	0.002	0.114	0.220

DISCUSSIONE

La tossicità dei pallini da caccia è stata messa più volte in evidenza da indagini sperimentali. In una di queste la somministrazione di 5 pallini (diametro 6 mm) ogni 7 giorni, risultava letale al 100% dei germani reali sottoposti a questo trattamento (Del Bono *et al.* 1971); nel nostro caso il peso complessivo dei pallini rinvenuti nell'intestino (fra l'altro in parte erosi) era molto vicino a tale dose.

E' accertato che i pallini da caccia subiscono una demolizione meccanica nello sto-

maco muscolare (Hovette 1972) e che l'ambiente acido di questo e dello stomaco ghiandolare rende possibile la solubilizzazione del piombo e successivamente il suo riassorbimento e passaggio nel circuito linfatico e sanguigno. La Fig. 2 mostra il processo di degradazione dei pallini rinvenuti nello stomaco e nell'intestino.

La laguna di Marano, come presumibilmente molte altre zone umide con sedimenti di natura simile, è prevalentemente melmosa e gli uccelli alla ricerca di cibo possono raccogliere sul fondo anche i pallini, che rappresentano per loro il materiale consistente (*grit*) utile per tritare le parti vegetali del cibo (Hoffmann 1960).

Il reperto dei due Cigni richiama ancora una volta l'attenzione sull'ennesimo pericolo cui vanno incontro gli uccelli acquatici con abitudini alimentari simili, quali molti Anseriformi. Anche se non sono molte le zone dove la concentrazione dei pallini da piombo usati per la caccia risulta elevata e se in alcune regioni è in atto una sostanziale diminuzione del numero di cacciatori (Renzoni 1983), è però purtroppo vero che, in Italia, non esiste alcuna specifica misura di salvaguardia dal pericolo di avvelenamento da piombo. Inoltre gli appostamenti di caccia in laguna e nelle 'valli' ('botti', 'covegie', ecc.) vengono posti in genere proprio in corrispondenza dei principali siti di alimentazione, frequentati dagli anatidi per lo più di notte, aumentando così in modo notevole le possibilità di intossicazione.

Inoltre difficilmente casi di saturnismo possono essere rilevati in specie selvatiche meno appariscenti dei Cigni e di dimensioni inferiori. Infatti è probabile che i soggetti intossicati vengano prontamente eliminati ai primi segni di debilitazione da predatori quali ad esempio il Falco di palude (*Circus aeruginosus*) ed il Gabbiano reale (*Larus argentatus*). Nella laguna di Marano un altro predatore può essere il Mugnaiaccio (*Larus marinus*), del quale sono note le abitudini predatorie. La presenza di Mugnaiacci è stata rilevata ripetutamente nei mesi invernali presso le principali rimesse diurne di anatre e i grandi assembramenti di Folasche. Esperienze comprovanti tali abitudini predatorie dei grandi gabbiani sono state condotte nella Camargue da Tamisier (1970). La stessa attività venatoria inoltre contribuisce ad eliminare per primi i soggetti già parzialmente debilitati.

Negli Stati Uniti d'America, ove questo problema è stato dibattuto dal 1901, gli ultimi decenni hanno visto un susseguirsi di ricerche condotte ora dalle autorità venatorie, ora promosse anche da fabbricanti di armi e munizioni. Nel 1950 furono intraprese ricerche per sostituire il piombo dei pallini da caccia con altro metallo di pari efficienza (vedi Longcore *et al.* 1978). Nel 1966 l'Associazione Americana Produttori di Munizioni sovvenzionò, con un forte impegno finanziario, un Istituto di Ricerche Tecnologiche per uno studio della possibilità di produrre pallini da caccia efficienti senza piombo. Vennero indicati come possibili sostituti i pallini d'acciaio, ma l'idea incontrò la resistenza dei cacciatori titubanti sulla forza di penetrazione di questi. Ricerche inquadrare in un programma nazionale furono allora prese di comune accordo fra autorità venatorie, cacciatori e ricercatori; queste indicarono che le differenze fra i due tipi di pallini erano minime (Humburg *et al.* 1982; Mikula *et al.* 1982). In seguito a questi risultati venne introdotto l'uso di pallini d'acciaio in alcune zone di caccia ad uccelli acquatici di vari Stati nord-americani. In altri Stati tale uso venne reso obbligatorio, seppure limitatamente ad alcune aree particolarmente frequentate da cacciatori. Da una verifica effettuata contando i pallini presenti nello stomaco di anatidi

uccisi in azioni di caccia, risultò che il numero di quelli in acciaio era notevolmente superiore a quello dei pallini di piombo (White & Stendell 1977). Ciò dimostrò sia la validità delle ricerche precedentemente svolte, sia la corretta applicazione della legge, ma mostrò anche che i pallini di piombo usati negli anni precedenti si erano interrati e non rappresentavano più un pericolo per gli animali. Altri espedienti, di minore efficacia, sono elencati da Thomas (1980).

Quanto descritto non vuole condannare l'attività venatoria in quanto responsabile di questo fenomeno di tossicità nell'ambiente acquatico; vuole però portare all'attenzione dei cacciatori, autorità del settore venatorio e fabbricanti di munizioni, i pericoli cui si va incontro riversando nell'ambiente grandi quantità di pallini di piombo. Misure per introdurre pallini di materiale diverso (come negli Stati Uniti o forse contenenti quantità inferiori di piombo) debbono essere urgentemente valutate anche nel nostro Paese ed eventualmente messe in opera; una riduzione controllata dell'attività venatoria appare inoltre, in linea generale, più che necessaria.

Ci sembra che l'obiettivo finale debba rimanere quello di un corretto utilizzo del patrimonio faunistico sulla base di una più cosciente visione globale della delicatezza degli equilibri naturali in generale, ma con particolare riguardo a quelli caratterizzanti gli ecosistemi lagunari che appaiono oggi particolarmente fragili e minacciati.

Ringraziamenti. Si ringraziano vivamente i Sigg.: Dott. F. Lenardi (Amministrazione Provinciale Udine), Dott. D. Zuliani ed i Sigg. D. Raddi, A. Raddi, M. Caretti e P. Utmar, per avere in vario modo contribuito alla presente ricerca.

SUMMARY

LEAD POISONING IN TWO MUTE SWANS OF THE LAGOON OF MARANO (NORTH-EASTERN ITALY)

- In the lagoon of Marano (North-East Italy) two specimens of Mute Swan *Cygnus olor* were found in bad health. They died within a few hours after having been taken ashore.
- At the autopsy they were found to be extremely emaciated and a large number of lead shots was found in the lumen of the gastroenteric tract together with a large amount of grass. Atomic Absorption Spectrophotometric analyses revealed high levels of lead in the kidney and liver.
- The shots were at different stages of erosion. They had most likely been picked up by the two birds while feeding on the lagoon and eroded by the grinding action of small stones under the action of the gizzard muscle. Evidently this process gradually removed small particles of lead, which the digestive action of the gastro-enteric fluid rendered partially absorbable.
- The conditions of the birds, the many lead pellets in the gastro-enteric tract and the high levels of lead in the kidney and liver led us to conclude that the two swans died of plumbism (lead poisoning).

FIG. 1. Sketch of the two swans found dying in the lagoon of Marano.

FIG. 2. Lead shots found in the gastro-intestinal tract.

TAB. I. Trace metals in tissues of the two Swans (mg/kg d.w.).

TAB. II. Chlorinated hydrocarbons in tissues of the two swans (mg/kg d.w.).

RESUME'

EMPOISONNEMENT DE PLOMB DE DEUX CYGNES DANS LA LAGUNE DE MARANO (ITALIE DU NORD-OUEST)

— Pendant le printemps 1983, dans une zone ouverte à la chasse dans la lagune de Marano, deux Cygnes *Cygnus olor* furent reprôchés. Ils présentaient des signes de grande débilitation (maigreur, ipotermie). Ils moururent en 24 h.

— L'exames necroscopique mis en évidence dans l'intestin, gravement bouché par des herbes, la présence d'un grand nombre de plombs de cartouches de chasse. Parmi les contaminants examinés dans les tissus et dans les organes des deux animaux, le plomb a été retrouvé en concentration très élevée, en particulier dans le rein et le foie.

— Les plombs présents dans l'intestin étaient particulièrement érodés, ceci était dû à l'action mécanique de l'estomac et de ses sucs digestifs.

— Les données necroscopiques et analytiques ont démontré que le plomb absorbé par le canal digestif a porté les deux Cignes à la mort par saturnisme (empoisonnement de plomb).

FIG. 1. Posture des deux Cygnes relevés dans la lagune et successivement décédés.

FIG. 2. Plombs retrouvés à l'intérieur du tube digestif d'un des deux Cygnes.

BIBLIOGRAFIA

- ADLER, F. 1944. Chemical analysis of organs from lead poisoned Canada geese. *J. Wildl. Manage.* 8: 83-85.
- ANDERSON, W.L. 1975. Lead poisoning in waterfowl at Rice Lake, Illinois. *J. Wildl. Manage.* 39: 264-270.
- BAGLEY, G.E. & NOCHE, L.M. 1967. The occurrence of lead in tissues of wild birds. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 2: 297-305.
- BELROSE, F. 1982. Impact of ingested lead pellets on waterfowl. In "Waterfowl ecology and management: selected readings", RATTI, J.T., FLAKE, L.D. & WENTZ, W.A. Eds., Allen Press Publ., Lawrence, Kansas, pp. 633-641.
- CLAUSEN, A.B., DALSGAARD, H. & WOLSTRUP, C. 1975. Udbrud af blyforgif tning blandt danske Knopsvaner (*Cygnus olor*). *Dansk. Vet. Tidsskr.*, 21: 843-847.
- COTTIGLIA, M., FOCARDI, S., LEONZIO, C., MASCIA, C., FOSSI, C. & RENZONI, A. 1982. Contaminants in tissues of shore-birds from a polluted lagoon of the Sardinia Island. VI ICSEM/IOC/UNEP Workshop on pollution on Mediterranean, Cannes, 2-4 dicembre.
- DANELL, K., ANDERSON, A. & MARESTROM, V. 1977. Lead shot pellets dispersed by hunters ingested by ducks. *Ambio* 6: 235-237.

- DEL BONO, G. 1970. Il saturnismo degli uccelli acquatici. Ann. Fac. Med. Vet. Univ. Pisa 23: 102-151.
- DEL BONO, G., BRACA, G., RINDI, S. & SIVIERI, S. 1971. Saturnismo sperimentale in anatidi domestici e selvatici. Ann. Fac. Med. Vet. Univ. Pisa 24: 79-158.
- HOFFMANN, L. 1960. Le saturnisme, fleau de la sauvagine en Camargue. Terre et Vie 2: 120-131.
- HOVETTE, C. 1972. Le saturnisme des anatides en Camargue. Alauda 40: 1-17.
- HULSE, M., MAHONEY, J.G., SCHROEDER, G.D., HACKER, C.S. & PIER, S.M. 1980. Environmental acquired lead, cadmium and manganese in the cattle egret (*Bubulcus ibis*) and the laughing gull (*Larus atricilla*). Arch. Environ. Contam. Toxicol. 9: 65-78.
- HUMBURG, D.D., SHERIFF, S.L., GEISSLER, P.H. & ROSTER, T. 1982. Shotgun and shooter effectiveness: lead vs. steel shot for duck hunting. Wildl. Soc. Bull. 10: 121-126.
- HUTTON, M. 1981. Accumulation of heavy metals and selenium in three seabird species from the United Kingdom. Environ. Pollut. Ser. A 26: 129-145.
- JORDAN, J.G. & BELROSE, F.C. 1951. Lead poisoning in wild waterfowl. Ill. St. Nat. Hist. Surv. Biol. Notes n. 26.
- KATES, M. 1972. The ether bond in lipids. F. SNYDER (Ed.). Academic Press, New York: 351-398.
- LONGCORE, J.R., LOCKE, L.N., BAGLEY, G.E. & ANDREWS, R. 1974. Significance of lead residues in mallard tissues. Spec. Scient. Rep. Wildlife n. 182, 1-24.
- LONGCORE, J.R., SPENCER Jr., H.E. & CORR, P. 1978. Steel shot/lead shot. Maine Fish and Wildlife 20: 6-7.
- LONGCORE, J.R., CORR, P.O. & SPENCER Jr., H.E. 1982. Lead shot incidence in sediments and waterfowl gizzards from Merrymeeting Bay, Maine. Wildl. Soc. Bull. 10: 3-10.
- MAEDGEN, J.L., HACKER, C.S., SCHROEDER, G.D. & WEIR W. 1982. Bioaccumulation of lead and cadmium in the royal tern and sandwich tern. Arch. Environ. Contam. Toxicol. 11: 99-102.
- MIKULA, E.G., MARTZ, G.F. & RYEL, L.A. 1982. A comparison of lead and steel shot for waterfowl hunting. In "Waterfowl Ecology and Management: Selected Readings", RATTI, J.T., FLAKE, L.D. & WENTZ, W.A. Eds., Allen Press Publ., Lawrence, Kansas, pp. 487-492.
- MURPHY, P.G. 1972. Sulfuric acid for the cleanup of animal tissues for analysis of acid-stable chlorinated hydrocarbons residues. J.A.O.A.C. 55: 1360-1362.
- PARSLOW, J.L.F., THOMAS, G.J. & WILLIAMS, T.D. 1982. Heavy metals in the livers of waterfowl from the Ouse Washes, England. Environ. Pollut. Ser. A 29: 317-327.
- RENZONI, A. 1983. Efficient measures to reduce the hunting activity in Italy. Environ. Cons. 10: 162-164.
- RINDI, S. & BUGGIANI SIVIERI, S.S. 1978. Avvelenamento da piombo in uccelli acquatici allevati in semicattività ed effetti del trattamento con CaNa_2EDTA nelle diverse specie. Ann. Fac. Med. Vet., Univ. Pisa 31: 127-131.
- SHILLINGER, J.E. & COTTAM, C.C. 1982. The importance of lead poisoning in waterfowl. In "Waterfowl Ecology and Management: Selected Readings", RATTI, J.T., FLAKE, L.D. & WENTZ, W.A. Eds., Allen Press Publ., Lawrence, Kansas, pp. 628-632.
- SIMPSON, V.R., HUNT, A.E. & FRENCH, M.C. 1979. Chronic lead poisoning in a herd of mute swans. Environ. Pollut. 18: 187-202.

- SNYDER, D. & REINERT, R. 1971. Rapid separation of polychlorinated biphenyls from DDT and its analogues on silica gel. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 6: 385-390.
- STOEPLER, M. & BACKAUS, F. 1978. Pretreatment studies with biological and environmental materials. I. System for pressurized multisample decomposition. *Fresenius Z. Anal. Chem.* 291: 116-120.
- STONEBURNER, D.L., PATTY, P.C. & ROBERTSON, W.B. 1980. Evidence of heavy metal accumulations in sooty terns. *Sci. Total Environ.* 14: 147-152.
- SZYMCZAK, M.R. & ADRIAN, W.J. 1979. Lead poisoning in Canada geese in Southeast Colorado. *J. Wildl. Manage.* 42: 299-306.
- TAMISIER, A. 1970. Signification du gregarisme diurne et de l'alimentation nocturne des Sarcelles d'hiver. *Terre et Vie* 25: 344-347.
- THOMAS, G. 1980. Review of ingested lead poisoning in waterfowl. *Bull. I.W.R.B.* 46: 43-60.
- TRAINER, D.O. & HUNT, R.A. 1965. Lead poisoning of waterfowl in Wisconsin. *J. Wildl. Manage.* 29: 95-103.
- WHITE, D.H. & STENDELL, R.C. 1977. Waterfowl exposure to lead and steel shot on selected hunting areas. *J. Wildl. Manage.* 41: 469-475.

Ricevuto il 27 giugno 1983