ISTITUTO ZOOPROFILATTICO SPERIMENTALE DELLA LOMBARDIA E DELL'EMILIA - BRESCIA
SPEDALI CIVILI - SERVIZIO DI FISICA SANITARIA - BRESCIA

LA NUBE DI CHERNOBYL SUL TERRITORIO BRESCIANO

TRE ANNI DI CONTROLLI (1986-1988)
CON PARTICOLARE RIGUARDO
AI RIFLESSI SUGLI ALIMENTI DI ORIGINE ANIMALE

27

EDITO A CURA DELLA
FONDAZIONE INIZIATIVE ZOOPROFILATTICHE E ZOOTECNICHE - BRESCIA

LA NUBE DI CHERNOBYL
SUL TERRITORIO BRESCIANO

Nella stessa collana sono stati pubblicati i seguenti volumi:

1 - 1979 Infezioni respiratorie del bovino
2 - 1980 L'oggi e il domani della sulfamidoterapia veterinaria
3 - 1980 Ormoni della riproduzione e Medicina veterinaria
4 - 1980 Gli antibiotici nella pratica veterinaria
5 - 1981 Le leucosi bovina enzootica
6 - 1981 La «Scuola per la Ricerca Scientifica» di Brescia
7 - 1982 Gli indicatori di Sanità Veterinaria nel Servizio Sanitario Nazionale
8 - 1982 Le elmintiasi nell'allevamento intensivo del bovino
9 - 1983 Zoonosi ed animali da compagnia
10 - 1983 Le infezioni da «Escherichia coli» degli animali
11 - 1983 Immunogenetica animale e immunopatologia veterinaria
12 - 1984 Il controllo delle affezioni respiratorie del cavallo
13 - 1984 1° Simposio Internazionale di Medicina veterinaria sul cavallo da competizione
14 - 1985 5° Simposio Nazionale Associazione Scientifica di Produzione Animale
15 - 1985 La malattia di Aujeszky. Attualità e prospettive di profilassi nell'allevamento suino
16 - 1986 Immunologia comparata della malattia neoplastica
17 - 1986 6° Congresso Nazionale Associazione Scientifica di Produzione Animale
18 - 1987 Embryo transfer oggi: problemi biologici e tecnici aperti e prospettive
19 - 1987 Coniglicoltura: tecniche di gestione, ecopatologia e marketing
20 - 1988 Trentennale della Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche di Brescia, 1956-1986.
21 - 1989 Le infezioni erpetiche del bovino e del suino
22 - 1989 Nuove frontiere della diagnostica nelle scienze veterinarie
23 - 1989 La rabbia silvestre: risultati e prospettive della vaccinazione orale in Europa
24 - 1989 «Chick anemia» ed infezioni enteriche virali nei volatili
25 - 1990 Mappaggio del genoma bovino
26 - 1990 Riproduzione nella specie suina

Boni P.
Istituto Zooprofilattico
Sperimentale della Lombardia e
dell'Emilia - Brescia

(Direttore Prof. G. F. Panina)

Mascaro L.
Albini E. e Belletti S.
Spedali Civili, Brescia
Servizio di Fisica Sanitaria

(Direttore Prof. S. Belletti)

LA NUBE DI CHERNOBYL SUL TERRITORIO BRESCIANO

TRE ANNI DI CONTROLLI (1986-1988) CON PARTICOLARE RIGUARDO AI RIFLESSI SUGLI ALIMENTI DI ORIGINE ANIMALE

EDITO A CURA DELLA

FONDAZIONE INIZIATIVE ZOOPROFILATTICHE
E ZOOTECNICHE
Via A. Bianchi 1, 25125 Brescia

© 1990 - Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche - Brescia
Finito di stampare da La Nuova Cartografica S.p.A. - Brescia, luglio 1990

INDICE

Introduzione	p.	7
Descrizione degli strumenti		15
Risultati e discussione		19
Appendice		45
Conclusioni		51

INTRODUZIONE

Un evento quale l'incidente di Chernobyl, così carico di conseguenze, anche solo potenziali, per la salute pubblica e l'economia di intere province o nazioni, ha imposto l'impiego di ogni risorsa disponibile per controllare e gestire gli effetti della radiocontaminazione ambientale. A tale impegno sono state chiamate, nella provincia di Brescia, strutture di Sanità Pubblica quali Istituto Zooprofilattico, Servizio di Fisica Sanitaria, UU.SS.LL., ma anche enti privati quali il Centro Miglioramento Latte che svolge la propria attività di consulenza tecnica agli allevatori di bovine da latte, finalizzata al miglioramento del reddito dei produttori, delle rese dei trasformatori, della qualità merceologica e igienico sanitaria dei prodotti che giungono al consumatore.

La continua e piena collaborazione tra questi enti ha consentito la gestione della emergenza Chernobyl sul territorio bresciano, operando controlli sistematici a vari livelli lungo la catena alimentare con particolare riferimento alla produzione delle materie prime, latte in primo luogo.

Gli esiti analitici hanno reso possibili e pertinenti le decisioni in numerose situazioni, costituendo nel contempo una banca dati utile per un confronto con modelli matematici di trasferimento attraverso gli ecosistemi.

Dal momento della accertata contaminazione conseguente ai tragici eventi di Chernobyl, è iniziata la attività di campionamento e analisi delle diverse matrici ambientali.

L'improvvisa richiesta di analisi finalizzate al rilievo della radiocontaminazione soprattutto negli alimenti ha saturato le possibilità operative dei Presidi Multizonali di Igiene e Profilassi, per altro già impegnati nei programmi di rilevazione impostati a livello nazionale dall'ENEA-DISP.

Istituto Zooprofilattico e Servizio di Fisica Sanitaria hanno in questo momento iniziato quella fattiva collaborazione che ha reso possibile soddisfare le richieste non solo delle USSL, ma anche delle

strutture inserite nel sistema agroalimentare, a partire dalle aziende zootecniche il cui prodotto veniva rifiutato dalle industrie se non soddisfacente i requisiti di ridotta contaminazione imposta dalle normative prima italiane e poi comunitarie emanate.

Il Centro per il Miglioramento Qualitativo del Latte di Brescia, struttura che garantisce l'assistenza tecnica a 4.213 aziende di bovine da latte sul territorio della intera provincia, tramite il proprio staff costituito da 2 veterinari, 13 tecnici e 7 prelevatori, ha consentito di pianificare interventi sistematici.

È stato in tal modo possibile eseguire un costante monitoraggio del latte prodotto, dei foraggi e alimenti in genere acquistati, raccolti o comunque somministrati, della dinamica di contaminazione ed escrezione con le feci e le urine dei radionuclidi da parte degli animali allevati. Il collegamento con le strutture di trasformazione cooperative e private presenti in provincia ha permesso infine di verificare il grado di contaminazione dei prodotti lattiero caseari, operando anche precise scelte tecnologiche in ordine alla presenza di radionuclidi nel latte conferito.

Caratterizzazione orografico-zootecnica della provincia di Brescia

La provincia di Brescia (fig.1) si estende per 4.777,49 Kmq dei quali il 55,5% altimetricamente definibili come montagna, il 15,7% collina e il 28,8% pianura. La parte montagnosa, solcata dalle tre valli principali: Val Trompia, Val Sabbia, Val Camonica, confina la pianura nella porzione meridionale del territorio provinciale.

È caratteristica della parte montagnosa la presenza, tra gli altri, dei laghi di Garda e Idro nella Val Sabbia, e del lago d'Iseo nella Valle Camonica. Questa particolare orografia condiziona situazioni meteorologiche differenziate per quanto riguarda direzione dei venti e piovosità locale, ciò che ha determinato un diverso grado di deposizione al suolo del pulviscolo radioattivo e quindi della radiocontaminazione ambientale e degli alimenti.

La superficie territoriale complessiva ammonta a 478.271 ha dei quali 100.000 improduttivi, 125.900 boschivi, 63.350 adibiti a coltivazioni foraggere avvicendate, 59.950 a erbai, 32.100 a prati perma-

nenti, 47.500 a pascoli. In totale 204.900 ha del territorio costituiscono superfici investite a colture foraggere (847.748 nell'intera Lombardia), principalmente finalizzate all'allevamento degli animali di interesse zootecnico, bovini da latte in primo luogo. 452 ha sono impiegati a coltivazioni orticole, 260 ha a orti familiari, 60.000 ha a cereali, 751 ha a frutteti.

In conseguenza dell'assetto territoriale le attività produttive in genere, zootecniche e del settore agroalimentare in particolare, sono concentrate nella porzione pianeggiante e fertilissima della provincia.

Con una popolazione di poco superiore al milione di abitanti (1.017.093 dei quali meno del 9% occupati in agricoltura), Brescia è rinomata, oltre che per le industrie siderurgiche e il turismo, soprattutto per la spiccata vocazione zootecnica. Sono infatti allevati in provincia 484.500 bovini di cui 168.000 bovine da latte, 635.000 suini, 28.000 ovicaprini, 6.500 equini, 135.000 vitelli a carne bianca, 77.000 vitelloni, 1.620.000 ovaiole, 67.000.000 di polli da carne, 350.000 tacchini e un milione e mezzo di conigli.

Sono operanti in provincia 23 stabilimenti di macellazione pubblici, 220 privati e 17 stabilimenti di trasformazione delle carni. Per quanto riguarda il settore lattiero caseario, Brescia vanta il primato nazionale della produzione lattea con 9,5 milioni di quintali annui (33 in Lombardia e 99 in Italia). È per conseguenza altrettanto attiva l'industria di trasformazione con 22 caseifici cooperativi e 44 stabilimenti privati.

Dei 7.267 allevamenti di bovine da latte censiti in provincia il 53,2% è caratterizzato da una consistenza compresa tra 1 e 9 lattifere, il 38,8% tra 10 e 49, il 6,4% tra 50 e 99, l'1,6% da oltre 100 bovine in produzione.

L'assetto territoriale, e quindi la disponibilità di foraggi, fa sì che la quasi totalità delle aziende con ridotto effettivo animale sia ubicata nelle zone montane. Per conseguenza, produzione lattea e trasformazioni casearie sono concentrate prevalentemente in pianura.

Dei 9,5 milioni di quintali di latte prodotti annualmente, 1,6 sono destinati al consumo diretto (pasteurizzato e sterilizzato) mentre 7,9 vengono caseificati, derivandone 100.000 q.li di burro, 122.000 q.li di formaggio Grana, 52.200 q.li di formaggi a pasta semidura, 412.000 q.li a pasta molle e 168.000 q.li di formaggi freschi. Da

ricordare inoltre che al settore lattiero-caseario è strettamente collegato l'allevamento suino all'ingrasso che utilizza il siero di latte, residuo delle trasformazioni casearie.

Per quanto concerne le carni, se ne producono in provincia annualmente: 277.000 q.li di vacca, 310.000 q.li di vitello a carne bianca, oltre 400.000 di vitellone, 877.000 q.li di suino, 13.500 di ovaiole, 1.435.000 di pollo da carne, 37.000 q.li di tacchino.

Dagli allevamenti avicoli bresciani vengono annualmente prodotti 870.000.000 di uova. Sono da ultimo presenti sul territorio provinciale 10.306 arnie di api che forniscono annualmente a 7.630 apicoltori bresciani 1.144,5 q.li di miele.

Dinamica della contaminazione da radionuclidi della catena alimentare

In seguito ad incidente nucleare con emissione di radionuclidi nell'atmosfera, la popolazione può essere esposta alle radiazioni in modo diretto (contatto e inalazione), ma la principale fonte di contaminazione è rappresentata per quantità e continuità dalla assunzione di alimenti e bevande. Secondo dinamiche teorizzate e verificate sia in condizioni sperimentali controllate che nella pratica, gli alimenti sono forieri di quattro principali radionuclidi: 131-I, 134-Cs, 137-Cs e 90-Sr. Ciascuno di questi ha caratteristiche chimico-fisiche che ne favoriscono l'accumulo negli organi e tessuti in modo differenziato.

La contaminazione degli alimenti avviene in un primo momento per deposizione del pulviscolo radioattivo. In questo caso i vegetali ingeriti costituiscono meramente un veicolo passivo.

La caduta al suolo del pulviscolo direttamente o per dilavaggio delle piante comporta un assorbimento dei radionuclidi presenti nel terreno da parte degli apparati radicali delle piante attraverso i processi metabolico-assimilativi. Questo quadro generale è necessariamente semplificato e semplicistico, essendo numerosi i fattori, insiti nella anatomo-fisiologia delle singole specie vegetali e nella interazione tra radionuclidi e terreno, capaci di modulare la velocità ed entità dell'assorbimento.

Iodio 131

Rispetto ad un tempo di dimezzamento fisico di 8,04 giorni, il dimezzamento biologico dello iodio 131 assunto dagli animali è variabile con la specie e quindi con le caratteristiche metaboliche: 14 gg nella pecora, 16 nel bovino, 30 nel suino. La via digerente è la sola attrverso la quale si ha ingestione dello iodio radioattivo da parte degli animali nella pratica.

A partire dagli alimenti contaminati, 131-I viene integralmente assorbito nel tubo digerente e veicolato dal sangue a tutti i tessuti ed organi. Mentre tuttavia la tiroide capta selettivamente il 25-30% della quota assorbita, la rimanente parte, per il sostanziale equilibrio esistente tra comparto intra- ed extra-cellulare, viene eliminata attraverso gli emuntori (feci 25%, urine 35%) ivi inclusa la mammella (10-15% con il latte). Per i notevoli riflessi pratici sulle trasformazioni, si deve ricordare che la velocità di escrezione dello iodio 131 nel latte, a parità di assunzione, varia da specie a specie; il bovino infatti presenta una concentrazione di poco superiore a quella del sangue, mentre pecora e capra fanno registrare nel latte quote di iodio radioattivo fino a cento volte superiori al tasso ematico.

Stronzio 90

È uno dei radionuclidi più persistenti in considerazione dei lunghi tempi di dimezzamento fisico (29,1 anni) e biologico (10,8 anni). Per la stretta analogia e biocompetitività con il calcio, il radiostronzio ha una permanenza superiore a quella della carriera produttiva degli animali, fissandosi in prevalenza nel tessuto osseo, soprattutto nelle zone di recente formazione. Per tale motivo si accumula maggiormente negli animali giovani (70%) che in quelli maturi (4%). Il 90-Sr, assunto dagli animali con gli alimenti contaminati, viene assorbito nel tratto digerente nella quota del 3-7% . La parte assimilata viene quindi eliminata con feci e urine per il 93-97% e con il latte nella proporzione, per ogni litro, dello 0,05-0,07% della dose giornaliera.

Considerata la elevata presenza di calcio nel latte e la biocompetizione dello stronzio verso questo elemento, un animale in lattazione

elimina tanto più radiostronzio quanto maggiore è la produzione lattea.

Stronzio 89

Ha lo stesso comportamento metabolico di 90-Sr ad eccezione del tempo di dimezzamento fisico (50 giorni) che si ripercuote anche sul tempo di dimezzamento biologico. Presenza e rapporto tra 90-Sr e 89-Sr nei tessuti permettono di verificare se la contaminazione si debba far risalire a fall-out recente o remoto.

Cesio 134 e Cesio 137

I radiocesii costituiscono, per persistenza e biocompetitività nei riguardi del potassio, i principali radionuclidi presenti negli alimenti.

Rispetto ai 30 anni di dimezzamento fisico del 137 Cs, il 134 Cssi dimezza n 2,06 anni. Il tempo di dimezzamento biologico, identico per i due radionuclidi in virtù di una uguale competizione col potassio, varia da specie a specie in base alle caratteristiche metaboliche: pecora 17 giorni, suino 18, bovino 30, capra 31 giorni. Pur essendo possibile una assunzione per via inalatoria e cutanea, la sola modalità di contaminazione degli animali nella pratica è data dalla via digerente.

La somministrazione agli animali di alimenti contaminati dal pulviscolo o dal radiocesio riassorbito dal terreno comporta l'assimilazione di una quota variabile dal 40 al 80% in rapporto alle caratteristiche digestive dell'animale per quanto concerne velocità di transito, quantità di fibra grezza, ciecotrofismo notturno (nei lagomorfi), pH del mezzo.

La quota assorbita si distribuisce rapidamente nei tessuti ma vi permane in modo differenziato in relazione al contenuto di potassio: maggiore nel muscolo, nel miocardio (circa un terzo in meno rispetto alla muscolatura scheletrica), in fegato, rene, rumine e mammella. La escrezione dei radiocesii è completa (entro i tempi di dimezzamento biologico citati) e avviene, in condizioni sperimentali controllate,

approssimativamente per il 60% con le feci, 30% con le urine e 10% attraverso il latte. Questo comportamento del Cesio nei tessuti e liquidi edibili ne giustifica le attenzioni in campo sanitario quali fonti di contaminazione dell'uomo.

Ricaduta radioattiva sulla provincia di Brescia

La nube radioattiva è giunta sui cieli della Lombardia nella notte fra il 30 Aprile e il 1 Maggio 1986, sostandovi in seguito per alcuni giorni. Nella prima settimana di maggio una massa di aria calda mediterranea si è scontrata con il flusso di aria fredda di origine orientale. Si sono avute per conseguenza condizioni di cielo coperto.

La piovosità non è stata tuttavia uniforme sul Nord Italia e sulla Lombardia in particolare. Nelle stesse zone alpine si sono alternate condizioni di piovosità continua e battente ad altre di assenza completa di precipitazioni. Direzione dei venti e presenza o meno della pioggia hanno determinato una deposizione al suolo del pulviscolo radioattivo estremamente variabile. Nello stesso arco alpino, caratterizzato per la configurazione geografica da condizioni meteorologiche mutevoli e differenziate da vallata a vallata, si è registrata una ricaduta molto variabile che ha dato luogo ad una contaminazione non uniforme del suolo e delle acque (cosiddetta a pelle di leopardo). Per quanto riguarda specificatamente la provincia di Brescia si è ad esempio registrata una deposizione al suolo di 26.600 Bq/mq a Ghedi, 51.000 Bq/mq a Boario Terme, 19.700 Bq/mq a Ponte di Legno.

Per la dinamica non prevedibile di deposizione al suolo del pulviscolo e in mancanza di sufficienti e precise rilevazioni sulle matrici ambientali atte a delimitare le zone maggiormente colpite, si è pertanto dovuto procedere ad esami finalizzati a verificare il tasso di contaminazione di ogni alimento.

Modalità operative

L'incidente di Chernobyl ha colto sostanzialmente impreparate le strutture sanitarie nazionali se non altro per le improvvise e pressanti

richieste di analisi, riscontri obiettivi, modalità di comportamento. Saturate le possibilità operative della rete di rilevazione nazionale facente capo alla ENEA e basata sui laboratori dei PMIP, ogni richiesta si è riversata sulle restanti strutture sanitarie, universitarie, private, in grado di accertare strumentalmente il tasso di contaminazione degli alimenti e per conseguenza licenziarli o meno al libero consumo.

Al di là delle psicosi collettive generatesi nelle prime fasi della emergenza, le proibizioni per quanto riguardava il consumo di taluni alimenti (ad esempio verdure, ma anche latte fresco, carni di coniglio ed ovicaprine) hanno posto alle strutture di trasformazione l'esigenza di operare scelte prioritarie sulle materie prime da acquistare, garantirsi certificazioni sulle merci importate ed esportate, attivare provvedimenti per la selezione dei fornitori di materie prime o mutare radicalmente le trasformazioni.

Direttamente o per tramite delle USSL, l'Istituto Zooprofilattico il Servizio di Fisica Sanitaria dell'Ospedale Civile di Brescia, hanno intrapreso l'esame delle differenti matrici ambientali, soprattutto alimentari, che prima caoticamente, poi in modo sempre più organizzato e capillare hanno consentito di gestire i controlli e pianificare gli interventi.

DESCRIZIONE DEGLI STRUMENTI

Materiali e metodi

Il Servizio di Fisica Sanitaria disponeva, all'epoca dell'incidente, di due rivelatori:

- uno a NaI (Tl) 2x2" collegato a un analizzatore multicanale;
- uno a Ge(Li) di 70 cc di volume totale, con un'efficienza relativa del 10.3 % e una risoluzione in energia di 1.97 KeV (FWHM), per il picco a 1-332 kaV del 60-Co, collegato a un analizzatore multicanale e con la possibilità di elaborazione dei risultati tramite calcolatore collegato on line.

Dall'agosto 1986 si è impiegato un rivelatore a Germanio intrinseco, (HPGe), caratterizzato da volume totale di 65 cc, efficienza del 15.2% e risoluzione di 1.84 KeV, collegato a un MCA Cicero Silena in grado di effettuare la ricerca automatica dei picchi, il loro riconoscimento e il calcolo dell'attività o, in caso di picchi non significativi, della minima attività rivelabile (fig. A).

Presso l'Istituto Zooprofilattico è stato invece utilizzato, a partire dal settembre 1986, un rivelatore HPGe di 150 cc di volume totale, con una efficienza del 29.8% e una risoluzione di 2.02 KeV. Anche questo rivelatore è direttamente collegato a un analizzatore in grado di effettuare l'elaborazione quantitativa degli spettri acquisiti (fig. B).

A parte il rivelatore NaI (Tl), le calibrazioni in efficienza ed energia sono state effettuate presso i due istituti con le stesse sorgenti (multigamma QCY44 Amersham) e nelle stesse geometrie: in contenitori Marinelli da 1 e 0.5 l per la maggior parte dei campioni, con geometria "a disco" per i soli campioni d'acqua trattati con resine.

A titolo di intercalibrazione, sono state eseguite su alcuni campioni determinazioni incrociate tra le strumentazioni in uso presso i due laboratori e il PMIP di Piacenza, riscontrando sempre valori delle misure in ottimo accordo.

Preparazione dei campioni

Il prelievo veniva realizzato in modo che i campioni raccolti fossero rappresentativi dell'area in esame sia per qualità che per quantità. La preparazione dei campioni veniva eseguita in modo da garantire condizioni di omogeneità e uniformità, cercando di separare i singoli elementi di campioni compositi: nel caso della carne, ad esempio, si sono separati i diversi tessuti e si è considerata la sola parte edibile omogeneizzata (fig. 2).

Nel caso di campioni di acqua, l'entità della massa trattata (per ogni prelievo erano necessari circa 100 litri per raggiungere una sufficiente sensibilità di misura) ha richiesto di effettuare una concentrazione su colonna di resina a scambio ionico selettiva per il Cesio. L'attività presente nell'acqua veniva poi ricavata da una misura dell'attività fissata sulla resina, avendo in precedenza determinato l'efficienza di scambio della resina stessa. Le modalità di prelievo e di preparazione delle principali matrici considerate sono riportate in tab. 1.

Fonti di errore

L'errore totale sul valore dell'attività misurata deriva dalle modalità di preparazione del campione, dalla procedura di calibrazione dello spettrometro, dalla statistica di conteggio.

L'errore associato alla preparazione dei campioni varia dall'1.5 al 3% a seconda della matrice considerata ed è soprattutto dipendente dalla valutazione del volume o della massa di materiale in esame. La calibrazione dello spettrometro, effettuata con una sorgente tarata al 3%, comporta un contributo del 4% all'incertezza totale, mentre l'errore statistico, inversamente proporzionale al grado di contaminazione, risulta inferiore al 5% per i campioni più contaminati (fieno maggengo, alcune carni bovine e di coniglio) e inferiore al 20% in tutti gli altri campioni.

Attività svolta

Nel periodo 10 maggio 1986 - 31 dicembre 1988 sono state eseguite 11.656 determinazioni su matrici, in prevalenza alimentari (tab. 2), prelevate da operatori del Servizio Sanitario Nazionale, Veterinari di Confine e Liberi Professionisti, Servizi Ambientali della Amministrazione Provinciale, presso aziende agricole, allevamenti zootecnici, stabilimenti di trasformazione e commercializzazione, acque interne e ambiente silvano. La maggior parte dei controlli è stata tuttavia eseguita su campioni provenienti dalle aziende agricole di bovine da latte alle quali forniscono assistenza i Veterinari e i tecnici del Centro Miglioramento Latte. Prelevando campioni dei foraggi sfalciati o sul campo, di mangimi e insilati, di latte, di feci degli animali, si è potuto tracciare un quadro preciso della contaminazione sul territorio.

Sulla base dei risultati è stato inoltre possibile escludere dalla somministrazione agli animali gli alimenti contaminati riformulando le razioni, verificare la dinamica di eliminazione dei radionuclidi, operare la selezione del latte consegnato ai caseifici destinando le partite non contaminate alla produzione di latte alimentare e formaggi a rapido consumo, quelle contaminate all'ammasso AIMA o direttamente alla distruzione. (*)

La stessa modalità operativa è stata attuata nel settore dell'allevamento cunicolo, dell'equino da carne, della produzione di latte e formaggi ovi-caprini. Nei casi di forte contaminazione, sotto il controllo delle UU.SS.LL., è stata verificata la dinamica di eliminazione fino a livelli tali da consentire la macellazione degli animali o la libera commercializzazione di carni e latticini.

(*) La normativa vigente (italiana e comunitaria) stabilisce una tolleranza massima di radiocontaminazione da 134 Cs + 137 Cs pari a 370 Bq/kg per gli alimenti destinati all'infanzia e 600 q/kg per tutti gli altri prodotti alimentari. Il Becquerel (Bq) è l'unità di misura internazionale della radioattività e corrisponde ad una disintegraziuone al secondo.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Foraggi. L'andamento meteorologico-climatico della primavera/estate del 1986 è risultato particolarmente favorevole per le produzioni foraggere utilizzate nell'allevamento zootecnico. Basti dire che la produzione provinciale è stata di 65,9 milioni di quintali contro 59,1 del 1985 e 60,5 del 1987, con eguale andamento per tutte le categorie di foraggi considerati: prati avvicendati e permanenti, erbai, pascoli.

L'allevamento di bovine da latte in montagna fa ricorso al pascolo dalla tarda primavera all'autunno, con ampie variazioni in ordine all'andamento meteorologico. Durante la cattiva stagione gli animali ricevono foraggi conservati (fieno e insilati d'erba e di mais). Nelle aziende di pianura è prevista la somministrazione, quando disponibili, di foraggi verdi freschi (erbe sfalciate e distribuite alla stalla) ma soprattutto di foraggi conservati (fieni e insilati) in modo ampiamente variabile in base alle disponibilità aziendali. Tanto negli allevamenti di pianura quanto in quelli di montagna la quota foraggera viene integrata durante tutto l'anno con una quota variabile di fieno e mangimi concentrati (farine animali e di semi vegetali contenenti anche sali minerali e vitamine), distribuiti in quantità variabili a seconda della produttività lattea del singolo animale.

Erba. Sono stati esaminati 65 campioni di erba prelevati in campo prima della raccolta o del libero accesso per gli animali. In 7 casi si sono riscontrati elevati tassi di contaminazione che hanno indotto a proibirne l'utilizzo fino all'abbattimento della contaminazione ad opera del dilavaggio conseguente a pioggia naturale o artificiale.

Insilato di mais. Le partite preparate nell'autunno 1985 hanno rappresentato la concreta possibilità per numerose aziende bresciane di consegnare un prodotto esente da contaminazione che ha garantito produzione e commercializzazione di latte e latticini ineccepibili anche nel momento di maggiore allarme.

Per quanto riguarda gli insilati prodotti nell'autunno del 1986, sono state controllate 52 partite rilevando un tasso massimo di radiocontaminazione di 14,2 Bq/Kg, a dimostrazione dello scarso assorbimento di radionuclidi dal terreno da parte degli apparati radicali.

Fieno. La ricaduta radioattiva è avvenuta proprio nel momento in cui le piante foraggere erano pronte a sfalcio e fienagione.

Sono così risultate contaminate numerose produzioni aziendali raccolte prima o nonostante lo specifico divieto. Se da un lato il ritardato sfalcio avrebbe alterato le caratteristiche delle piante, divenute più mature, con conseguente necessità di apportare notevoli adeguamenti ai bilanciamenti delle razioni, d'altro canto la pioggia spontanea o provocata con le irrigazioni avrebbe potuto abbattere fino quasi ad annullare il grado di contaminazione rendendo utilizzabili i fieni.

Conferiti dai Servizi Veterinari delle UU.SS.LL. o prelevati in seguito al riscontro di elevati tassi di contaminazione del latte o delle feci, sono stati esaminati in totale 796 campioni di fieno.

A titolo indicativo dei contraccolpi subiti dalla zootecnia bresciana in conseguenza dell'evento Chernobyl, basti dire che a fronte del 27% dei campioni risultati contaminati da meno di 50 Bq/Kg, il 21% dei fieni esaminati, tutti di maggengo, hanno presentato una contaminazione da solo radiocesio superiore a 10.000 Bq/Kg con un massimo di 28.344 Bq/Kg. La media di contaminazione dei 796 campioni esaminati è risultata pari a 5.395 Bq/Kg. Tale situazione ha imposto il sequestro e la distruzione da parte delle UU.SS.LL. di numerose partite.

Sulla base dei campioni esaminati è stato possibile tracciare una mappa delle zone più colpite dalla ricaduta, precisando, nell'ambito della nota variabilità di deposizione del pulviscolo (a pelle di leopardo), la maggior contaminazione per frequenza e intensità degli appezzamenti siti in zone montane e collinari, senza che per altro siano stati risparmiati appezzamenti di pianura.

È stato così possibile confermare, oltre alla nota variabilità della radiocontaminazione tra un punto e l'altro di uno stesso prato per la presenza di barriere più o meno estese (filari di piante o pareti

rocciose) che si contrappongono alla direzione dei venti e delle piogge, un identico comportamento di contaminazione differenziata tra le porzioni di fieno prelevate nel medesimo appezzamento sprovvisto di qualsiasi tipo di impedimento alla libera caduta del pulviscolo. In seguito al sequestro e distruzione (per interramento) delle partite di fieno contaminato, è stato possibile acquisire la intera produzione di un'azienda, consistente in 213 balle che, sottoposte singolarmente ad esame, hanno mostrato una variabilità di radiocontaminazione (da 7.900 a 19.000 Bq/Kg), ben superiore al 20-30% di differenza ritenuto normale tra i campioni di una stessa partita.

È notevole inoltre riportare che, nel corso dei controlli effettuati dai Servizi Veterinari presso i mercati, ancora nell'autunno del 1987 sia stata sequestrata una partita di fieno, proveniente da fuori provincia, posta in vendita e risultata contaminata da oltre 10.000 Bq/Kg.

Alimenti semplici. Sono definiti come alimenti semplici tutte le materie prime che vengono impiegate in alimentazione animale singolarmente (erba, fieno, trinciato di mais, ecc.) oppure concorrono alla formulazione dei mangimi composti. Tra gli innumerevoli prodotti passibili di essere impiegati in zootecnia, sono stati oggetto di controlli quelli maggiormente utilizzati negli allevamenti, prelevati per lo più da forti stocks importati o comunque oggetto di compravendita da parte delle industrie mangimistiche o di singoli produttori zootecnici. Tolti i campioni di fieno, erba e insilato di mais, pur appartenenti alla categoria dei mangimi semplici ma trattati a parte, sono state esaminate in complesso 275 matrici, comprendenti paglie, farina di erba medica, farine di carne, pesce e ossa, crusche, granelle di mais, orzo e frumento, barbabietole esauste disidratate, soia in farina e granella, panello di lino e di colza.

Come prevedibile, non hanno presentato alcun problema di radiocontaminazione prodotti di provenienza americana e sud americana quali soia e derivati, farina di pesce e carne.

Per quanto riguarda i prodotti locali, sono risultati maggiormente contaminati, seppure in modo differenziato da partita a partita, soprattutto le graminacee e l'erba medica, la cui epoca di raccolto è stata concomitante o di poco successiva alla deposizione al suolo del pulviscolo radioattivo.

In dettaglio la situazione per ciascun alimento è risultata la seguente:

Frumento: a fronte di una radiocontaminazione media di 67 Bq/Kg, la farina ha presentato un valore medio di 22 e massimo 89 Bq/Kg, contro una media di 169 e valore massimo di 435 Bq/Kg nei campioni di granella;

Mais: nelle matrici farinose e a fiocchi non sono stati riscontrati livelli superiori a 25 Bq/Kg, mentre la granella, anche se in un solo campione, ha presentato un tasso di radiocontaminazione di 204 Bq/Kg.
In ogni caso il mais in semi ha contribuito all'apporto di radiocesio con l'alimentazione per non oltre 20 Bq/Kg.

Crusca: in quanto residuo della parte esterna dei semi, la crusca ha presentato il valore medio più alto tra le matrici di graminacee esaminate (327 Bq/Kg) con un massimo di 1.867 Bq/Kg.

Bietole: tassi di contaminazione sempre inferiori a 2 Bq/Kg stanno ad indicare il mancato assorbimento di radionuclidi dal terreno o, qualora presenti, il loro dilavaggio durante i processi di lavorazione saccarifera.

Soia: in granella o farina, non sono stati riscontrati oltre 12 Bq/Kg di prodotto nazionale.

Medica: considerato il suo largo impiego nelle formulazioni alimentari di molte specie animali di interesse zootecnico (suini, pollame, bovini, conigli) e la probabile esposizione di numerose partite immesse sul mercato, la farina di erba medica, sfusa o in pellets, è stata una delle matrici più incriminate di apportare radionuclidi in diete altrimenti povere di alimenti radiocontaminati. Rispetto ai tagli precedenti il fall-out o raccolti in estate inoltrata (24-119 Bq/Kg) sono state infatti reperite partite contaminate da oltre 8.000 Bq/Kg.

Paglie: utilizzate per lo più come lettiera, ma comunque passibili

di essere assunte in quantità variabili dal bestiame sotto il quale vengono poste, nei 18 campioni di paglie di frumento, avena, orzo e segale sono stati riscontrati livelli di contaminazione variabili da poche decine a 1.602 Becquerels per chilogrammo.

In virtù della mietitura prossima all'epoca della ricaduta, la maggior parte dei campioni ha superato la soglia dei 600 con punte di diverse migliaia di Bq/Kg, come d'altronde deducibile dai tassi di contaminazione delle relative granelle e farine.

Farine animali: sono state controllate 42 partite di farina di carne, 16 di farina di pesce e 6 di farina di ossa senza rilevare in alcun caso un livello di contaminazione superiore a 40 Bq/Kg.

È stato in tal modo fugato il dubbio di una impropria trasformazione in farine animali quale via di eliminazione di carcasse animali e altre derrate alimentari di origine animale contaminate.

Concentrati: sui 211 campioni di mangimi composti provenienti da aziende zootecniche o da partite in compravendita è stata rilevata una contaminazione media di 102 Bq/Kg.

Tale apporto di radionuclidi con i concentrati è imputabile quasi esclusivamente a crusca e soprattutto erba medica.

La presenza di quest'ultima nelle formulazioni ha costantemente elevato i tassi di radiocontaminazione fino ad oltre 570 Bq/Kg senza che per altro sia in alcun caso stata superata la soglia di 600 Bq/Kg.

Latte in polvere per vitelli. Sono stati esaminati 81 campioni di latte in polvere, tutti di provenienza estera, in prevalenza francese e olandese, somministrato ai vitelli da ristallo in sostituzione del latte materno o per allevamento dei soggetti a carne bianca.

In un solo campione (luglio 1987) si è riscontrato un grado massimo di contaminazione di 227 Bq/Kg, tutti gli altri avendo presentato attività inferiori a 75 Bq/Kg, con una media complessiva di 22 Bq/Kg.

Si deve inoltre notare che, mentre le analisi sono state eseguite sul latte tal quale, la loro utilizzazione aziendale avviene previa diluizione in acqua (circa 10%), ciò che ha limitato ulteriormente l'apporto di radionuclidi agli animali.

Carni bovine. Il mercato delle carni bovine prevede tre principali vie di approvvigionamento: gli allevamenti di vitelli a carne bianca, quelli di vitelloni a carne rossa, le aziende di bovine da latte per quanto riguarda i soggetti riformati.

In considerazione della domanda interna superiore all'offerta, alla produzione locale e nazionale si deve aggiungere un forte flusso di carni da Paesi esteri, compresi quelli dell'Est Europeo.

I controlli, almeno inizialmente, hanno interessato tutte queste categorie. Sono stati pertanto eseguiti dalle UU.SS.LL. prelievi al momento della macellazione o dei controlli routinari sulle carni foranee.

In considerazione del fatto che il muscolo rappresenta un sito di accumulo del radiocesio senza significative differenze tra le diverse masse, è stato prelevato di preferenza il muscolo diaframmatico negli animali macellati e le parti di minor pregio merceologico da mezzene e quarti importati.

Non si sono riscontrati livelli di contaminazione degni di nota nelle masse muscolari dei vitelloni a carne rossa, allevati prevalentemente sulla base di mangimi composti, nè tantomeno nei vitelli a carne bianca la cui dieta prevede unicamente latte ricostituito.

Sono stati viceversa accentrati i controlli sui bovini riformati, la cui alimentazione a base di foraggi verdi (fieno in primo luogo) nelle aziende di origine può portare a forti accumuli di radionuclidi nelle carni.

Mentre la media ponderata di tutti i campioni esaminati (1.173) è risultata pari a 174,9 Bq/kg, indice di un limitato apporto di radionuclidi attraverso la dieta carnea, sono stati riscontrati 40 campioni contaminati al di sopra dei livelli di attenzione, con un massimo di 2.703 Bq/kg.

Nessuna delle carni di provenienza estera ha presentato livelli di radiocontaminazione superiore a pochi Becquerels, mentre nelle aziende di origine degli animali risultati più contaminati si è dovuto intervenire per rimuovere i foraggi incriminati, impedire di effettuare nuove macellazioni e, trattandosi di bovine da latte, controllare i tassi di contaminazione del latte consegnato.

Le carni contaminate, sequestrate dal mercato, sono state inumate o destinate alla alimentazione delle fiere.

Carni equine. Il consumo di carni equine in provincia, superiore alla capacità produttiva locale, impone un ampio ricorso a importazioni, prevalentemente da Paesi esteri, Polonia e Yugoslavia in primo luogo, sotto forma di animali vivi o carne in mezzene e quarti.

È stato controllato il tasso di contaminazione su complessivi 144 campioni prelevati al momento dello sdoganamento e visita ispettiva delle carni foranee o subito dopo la macellazione degli animali di importazione o produzione nazionale. Mentre non è stata rilevata una contaminazione superiore a pochi Becquerels nelle masse muscolari di equini importati, per i quali per altro è richiesto un certificato sanitario attestante la ridotta radiocontaminazione, sette animali allevati in aziende della provincia hanno presentato un grado di contaminazione superiore a 600 Bq/Kg, con un valore massimo di 816,2 Bq/Kg. In tali casi è stata proibita la macellazione dei restanti capi presenti nelle aziende di origine fino a trenta giorni dopo sottrazione degli alimenti contaminati ed esito favorevole all'esame sugli escreti.

Sulla base di tutti i campioni esaminati, la carne equina si è resa responsabile di un apporto medio di radionuclidi all'uomo pari a 128,8 Bq/Kg.

Carni ovicaprine. Al limitato patrimonio ovi-caprino provinciale corrisponde un altrettanto limitato consumo delle carni di queste due specie che sono richieste in periodi limitati dell'anno e non gradite da tutta la popolazione, particolarmente se caprine.

I pochi campioni di carne esaminati (12 di pecora e 4 di capra) hanno tuttavia confermato l'alta esposizione di queste specie alla ricaduta radioattiva per le caratteristiche di zootecnia prevalentemente svolta in transumanza.

Pur nella limitatezza delle misure effettuate, è indicativa della alimentazione su prati contaminati la media riscontrata di 524 Bq/Kg e, soprattutto, il rilievo di oltre 1.900 Bq/Kg nelle carni di 2 animali su 16 provenienti da greggi differenti.

Carni aviarie. Sono state controllate le carni di soggetti provenienti da 74 aziende. Considerate le modalità di allevamento di broilers, ovaiole e tacchini, soprattutto la somministrazione di alimenti in forma di mangimi preparati su base industriale a partire da materie

prime controllate alla fonte, non sono stati riscontrati livelli di contaminazione da radiocesio superiori a 40 Bq/Kg. Più esposti sono stati viceversa gli animali allevati in maniera rurale per finalità domestiche. Anche in questo caso tuttavia è stato riscontrato un solo campione eccedente 600 Bq/Kg.

Escluso questo, il complesso dei campioni esaminati ha fornito una media di radiocontaminazione di 12,2 Bq/Kg.

Carni di coniglio. Sono stati esaminati in totale 189 campioni prelevati dal commercio e in allevamenti rurali.

Mentre i soggetti provenienti da aziende di tipo industriale, alimentati prevalentemente a base di mangimi completi, non hanno mai rappresentato una fonte importante di radionuclidi, 11 animali di provenienza rurale e famigliare sono stati riscontrati contaminati oltre il limite di 600 Bq/Kg e fino ad un massimo di 2.285 Bq/Kg. L'utilizzo di cascami e soprattutto foraggi raccogliticci in questo tipo di allevamento, che comporta per conseguenza un elevato grado di trasferimento di radionuclidi alle carni, ha imposto il divieto di consumare carni cunicule in almeno 4 UU.SS.LL. della Lombardia. Negli allevamenti di provenienza degli animali riscontrati contaminati oltre il limite di attenzione è stato anche nella nostra provincia imposto dalle UU.SS.LL. il divieto di macellare e consumare carne di coniglio prima che fossero trascorsi almeno 30 giorni dal passaggio ad una razione priva di alimenti radiocontaminati. Compresi i 42 campioni, in prevalenza provenienti da allevamenti industriali, caratterizzati da attività inferiore a 19 Bq/Kg, la media ponderata di contaminazione tra tutti gli animali esaminati è risultata pari a 209,9 Bq/Kg.

Carni di lepre. Dal momento dell'apertura della caccia è stato possibile esaminare 21 lepri le cui carni hanno mostrato una contaminazione media di 35,4 Bq/Kg con un valore massimo di 188 Bq/Kg.

Gli almeno quattro mesi trascorsi dalla ricaduta radioattiva hanno pertanto permesso agli animali di eliminare i radionuclidi eventualmente assunti con gli alimenti rendendo le carni vettrici all'uomo di scarse quantità di radiocesio.

Carni suine. Il suino da carne viene allevato industrialmente con mangimi composti, in ambiente confinato.

La contaminazione da radionuclidi, una volta esclusa l'esposizione diretta per le condizioni di stabulazione, può avvenire con gli alimenti, ivi compreso il siero di latte che esita dalla caseificazione e che costituisce un ingrediente costante della razione anche in allevamenti non direttamente annessi ai caseifici.

Il siero di latte ha in effetti rappresentato la principale fonte di radiocesio per la carne suina unitamente ad alcuni casi di mangimi concentrati pellettati contenenti erba medica disidratata contaminata.

Sono stati esaminati in totale 165 campioni nessuno dei quali ha oltrepassato il limite di 600 Bq/Kg. Per effetto dei radionuclidi assunti con la dieta, siero di latte in primo luogo, la carne suina esaminata ha presentato una media complessiva di contaminazione pari a 100,6 Bq/Kg.

Miele. I 55 campioni relativi a miele prodotto in provincia di Brescia dopo l'incidente di Chernobyl hanno mostrato un grado di radiocontaminazione limitata, compresa tra 0 e 168 Bq/Kg come somma di 134-Cs + 137-Cs. Sebbene questi campioni fossero relativi a partite commercializzate dalla Associazione Provinciale degli Apicultori o destinate alle industrie dolciarie, non si può escludere che singole produzioni locali siano risultate più contaminate, in considerazione anche del fatto che su due campioni di polline e propoli esaminati, mentre uno è risultato scarsamente contaminato (18,8 Bq/Kg), l'altro ha mostrato una attività superiore a 5.000 Bq/Kg. Sono stati inoltre rilevati (dicembre '86) campioni di miele del commercio di provenienza yugoslava e veneta contenenti rispettivamente 220 e 413 Bq/Kg.

Uova. Su 42 partite di uova prodotte e commercializzate in provincia di Brescia non sono stati riscontrati casi di contaminazione superiori a 15 Bq/Kg, a dimostrazione della scarsa esposizione che subiscono gli animali allevati e alimentati in maniera industriale.

Considerata l'esigua produzione degli allevamenti rurali, tutta finalizzata al consumo interno, non è stato possibile verificare anche nelle uova di questi la presenza di eventuali tassi di contaminazione elevata quali dimostrati nella carne di un pollo proveniente da questi stessi allevamenti.

Insaccati. In seguito all'incidente di Chernobyl, nell'ambito degli scambi internazionali di derrate alimentari destinate all'uomo e agli animali è richiesta, da parte di un numero limitato di enti pubblici designati per ciasun Paese, la certificazione di analisi che attestino il tasso di radiocontaminazione. I livelli di accettazione delle merci, unici in ambito europeo, sono molto più restrittivi per taluni Paesi Orientali e Medio-Orientali, fino a richiedere in taluni casi «l'assenza totale di contaminazione da radionuclidi».

Oltre ai controlli sui prodotti di trasformazione carnea per il mercato interno, sono stati pertanto eseguiti numerosi esami su partite di insaccati destinate alla esportazione. Su un totale di 187 campioni provenienti da altrettante partite, sono stati riscontrati valori massimi di 25 Bq/kg nelle Mortadelle, 100 nei Salami, 25 in Wuerstel e Prosciutto cotto, 2 Bq/kg in Speck e Pancetta affumicata.

In generale comunque i prodotti destinati alla esportazione hanno presentato i livelli inferiori in considerazione dei controlli preliminari ai quali venivano sottoposte le materie prime: carni e grassi.

Per quanto riguarda i prosciutti, la stagionatura superiore ai 12 mesi ne prevede la commercializzazione in epoca molto posteriore alla macellazione degli animali. I controlli effettuati durante il secondo semestre del 1987 e il primo semestre del 1988 (epoca di immissione sul mercato dei prosciutti derivati dai suini allevati e macellati in epoca successiva all'incidente di Chernobyl) hanno consentito di riscontrare tassi di radiocontaminazione fino ad oltre 340 Bq/kg. Anche in ragione del ridotto numero di campioni esaminati (23) non è stato tuttavia possibile rilevare alcun campione dotato di contaminazione superiore ai limiti di attenzione, come invece accaduto in altre zone italiane.

Selvaggina. Oltre a 21 lepri, sono stati esaminati 77 campioni relativi a diverse specie selvatiche terrestri e volatili. In considerazione della limitatezza dei numeri esaminati non è possibile stabilire un valore di contaminazione per ciascuna delle specie elencate. Non sono stati tuttavia riscontrati campioni contaminati da 134-Cs e 137 Cs oltre il livello di attenzione, essendo stati registrati valori massimi di 158 Bq/Kg nei Daini, 336 nelle Volpi, 472 nei Sasselli, 275 nei Tordi, 166 nelle Folaghe, 110 Bq/Kg nelle Cesene.

Funghi. Sono stati esaminati 34 campioni di funghi prelevati al mercato ortofrutticolo o conferiti da privati cittadini.

Su 20 campioni di funghi freschi (*Boletus edulis, Armillaria mellea e Clavaria* sspp) è stato riscontrato un tasso medio di contaminazione di 101 Bq/Kg, con limiti compresi tra 34 e 648 Bq/Kg, essendo quest'ultimo dato riferito a un campione di funghi porcini.

Sono stati inoltre esaminati nel corso dei tre anni 14 campioni di funghi porcini essiccati, cinque dei quali hanno mostrato livelli di radiocontaminazione compresi tra 630 e 6.084 Bq/Kg. In considerazione del fatto che l'essiccazione comporta una perdita di acqua, reintegrabile al momento di cottura e consumo, pari a circa il 90% del peso originario, di questi campioni solo uno avrebbe superato di poco il livello di attenzione.

Acque. Sono stati esaminati 69 campioni di acqua di cui: di fontanili (12), pozzi artesiani (45), e superficiali di fiumi (7) e di lago (5).

Il valore massimo di contaminazione dei campioni di fontanili e pozzi, utilizzati per l'abbeverata animale, oltrechè umana, è risultato pari a 0,7 Bq/100 litri come somma dei due cesii. Mentre nell'acqua potabile in soli cinque campioni si è superata la soglia di rilevabilità, in 5 su 12 campioni di acque superficiali è stato possibile determinare il livello di contaminazione quantificabile,in particolare per i campioni del lago di Garda, in 1,2 (Sirmione) e 2,17 (Limone) Bq/100 l.

Latte bovino. Sono stati esaminati 5.749 campioni di latte di massa aziendale consegnati agli stabilimenti di lavorazione e destinati a produzioni casearie ampiamente differenziate: latte alimentare pasteurizzato e sterilizzato, Grana Padano, Provolone, burro, trecce, Crescenza, Quartirolo, Taleggio, ecc. Dopo uno screening iniziale delle stalle sotto controllo del Centro Miglioramento Latte, gli esiti analitici e la conoscenza dei tipi di alimenti somministrati ha consentito di restringere il campo degli interventi agli allevamenti presenti nelle zone maggiormente interessate dalla ricaduta radioattiva.

Particolarmente nel periodo immediatamente successivo al fall-out, è stato così possibile garantire la qualità del latte destinato al consumo diretto previa pasteurizzazione, ma anche alle trasformazioni casearie caratterizzate da breve e lunga stagionatura.

Anche se in un solo caso è stato superato il limite di 370 Bq/litro, sono state rilevate 3 altre aziende produttrici di latte contenente oltre 300 Bq/l, 25 con valori superiori a 250 Bq/l e 78 superiori a 200 Bq/l.

Il latte di tali aziende, in generale rifiutato dagli stabilimenti di trasformazione, è stato destinato a discariche o centri di stoccaggio autorizzati.

Le modalità di razionamento delle bovine da latte a base di insilato di mais e fieno dell'anno precedente hanno garantito in molti casi la consegna di un latte esente da radiocontaminazione (inferiore a 2 Bq/Kg) fino al momento dell'utilizzo di nuovi foraggi scarsamente contaminati, raccolti in campo o acquistati sul mercato.

Solamente in poche aziende la indisponibilità di insilato (perchè terminate le scorte o proibito da alcuni caseifici che producono formaggio Grana), unitamente alla contaminazione dei foraggi e fieni aziendali, ha impedito la riconsegna del latte fino a reperimento sul mercato di alimenti non contaminati, in un periodo peraltro di scarsa offerta.

Il controllo del latte nell'arco dei tre anni considerati ha consentito di tanto in tanto di verificare la presenza di campioni di latte contaminati in maniera superiore alla media del periodo, risalendo in tal modo alle aziende che anche a due anni di distanza dalla ricaduta avevano introdotto nella razione delle bovine allevate una partita di fieno contaminato.

Il livello medio di contaminazione da radionuclidi del complesso di campioni di latte bovino esaminati (5.749) è risultato pari a 56,7 Bq/l.

Latte ovicaprino. Su 22 campioni di latte ovino analizzati, 10 hanno mostrato attività nettamente superiore a 370 Bq/l, fino ad un massimo di 520 Bq/l. Superiore a 600 Bq/l è stato riscontrato anche un campione di latte caprino.

In tutti i casi gli animali, allevati all'aperto in transumanza, sono stati posti a stabulazione fissa con alimentazione a base di fieno e mangime concentrato.

Tale provvedimento ha reso possibile il ritorno nel latte a livelli di radiocontaminazione contenuta già dopo tre settimane.

La stagionatura dei formaggi, prodotti dagli stessi allevatori durante il pascolo, ha consentito la riduzione del tasso di contaminazione, dovuto principalmente a 131-I, fino a un livello sottostante al limite di attenzione.

Prodotti lattiero-caseari. Oltre ai campioni di latte alimentare pasteurizzato e sterile delle categorie intero, magro e parzialmente scremato, sono state eseguite 152 analisi su prodotti della caseificazione (burro, formaggi e siero) derivati da latte bovino.

Per ogni singolo prodotto le campagne di campionamento sono state programmate in base alle caratteristiche di maturazione/stagionatura che ne dilazionano l'epoca di immissione sul mercato.

Per il burro e i vari tipi di latte alimentare, la commercializzazione è immediatamente successiva all'epoca di produzione del latte, mentre i formaggi freschi vengono immessi sul mercato dopo 3-30 giorni dal ritiro del latte, il Taleggio dopo 40 giorni, il Gorgonzola 2-3 mesi, il Fontal 3 mesi, il Provolone 3 mesi nel tipo dolce e 6-12 per quello da grattugia, il Grana Padano dopo 9 mesi (da pasto) oppure 12-18 mesi od oltre per il tipo da grattugia.

In conseguenza di tale gamma di produzioni, le partite di latte prodotto in uno stesso giorno vengono rinvenute sul mercato fino ad oltre un anno e mezzo dopo.

Per quanto concerne la contaminazione da radionuclidi, la loro presenza non appare uniforme nei diversi prodotti, condizionata come è, oltre che dalle caratteristiche fisiche e biologiche dei singoli radioelementi, dalla loro diversa ripartizione nei prodotti e sottoprodotti lattiero-caseari.

Mentre le caratteristiche di biocompetizione con il calcio rendono la presenza del radiostronzio nella cagliata e quindi nel formaggio pari ad oltre il 90% della quota contaminante il latte, il radiocesio, più che a fenomeni di concentrazione, va incontro in ambito di trasformazione ad una ripartizione differenziata in ragione delle componenti merceologiche prevalenti. Nel burro (contenente oltre 80% di grasso) permane una quota del 3-10% del radiocesio originale, nei formaggi stagionati una radiocontaminazione variabile dalla metà ad una volta e mezzo il livello presente nel latte di origine, nei

formaggi freschi una concentrazione pari a 1,5-6 volte quella originale.

Il siero di latte, trattenuto nei formaggi in quantità inversamente proporzionale al periodo di stagionatura, viene in prevalenza destinato alla alimentazione animale, suini in primo luogo, rendendosi in tal modo tramite di contaminazione delle carni suine.

In nessun caso si è riscontrato un tasso di contaminazione da radiocesii superiore ai livelli di attenzione. In particolare è stata riscontrata una attività massima di 66 Bq/Kg nel Provolone, 150 nei formaggi freschi, 81 nel Grana, 13 nelle Mozzarelle, 51 nel Taleggio, 6 Bq/Kg nel burro.

È stato da ultimo rilevato un valore massimo di radiocontaminazione di 149 Bq/l nel siero di latte. Questi dati, sicuramente indicatori di un trasferimento limitato di radionuclidi all'uomo tramite i latticini, denotano nondimeno la presenza di partite di latte contaminato, come d'altronde dimostrato dai valori rilevati su questa materia prima, diluito tuttavia nel corso delle lavorazioni che prevedono il cumulo del latte proveniente da diverse aziende.

Pesci. La contaminazione negli ambienti acquatici è correlata a numerosi fattori interdipendenti quali entità della ricaduta, volume e ricambio idrico, rapporti interspecifici nell'ambito delle catene alimentari.

Non essendo stati eseguiti controlli sistematici sugli ambienti acquatici per verificare il tasso dinamico di contaminazione nei singoli ecosistemi, l'esito delle analisi condotte su 138 campioni di pesci d'acqua dolce fornisce unicamente una indicazione, per altro approssimativa considerato il ridotto numero di campioni per ciascuna specie, dell'accumulo e quindi del trasferimento all'uomo con l'alimentazione dei radionuclidi ingeriti in seguito alle modalità di alimentazione planctoniche o carnivore. In conseguenza dei tassi di contaminazione delle acque verificati, il maggior numero di analisi ha riguardato il lago di Garda.

In generale si deve comunque rilevare che non si sono raggiunti gli elevati livelli di contaminazione riscontrati in altri bacini idrici (fino a 3.200 Bq/Kg di pesce nel lago di Como).

Nella parte edule delle specie esaminate sono stati infatti rilevati

tassi massimi di contaminazione da 134-Cs e 137-Cs (i radionuclidi di prevalente interesse nelle specie ittiche) di 673 Bq/Kg nei Cavedani, 323 nelle Trote, 184 nelle Alborelle, 166 in Carpe e Tinche, 758 nel Pesce Persico, 6 Bq/Kg nelle Anguille. Sono stati inoltre esaminati 18 campioni di specie ittiche marine venduti in provincia o destinati alla esportazione (Tonno, Sarde, Sardine) senza riscontrare contaminazioni da radiocesio superiori a 2 Bq/Kg.

Feci. Il controllo del tasso di escrezione di radionuclidi con le feci è stato utilizzato come metodo di screening rapido degli allevamenti in vista di ulteriori approfondimenti in caso di conteggi elevati.

La razione delle bovine da latte è infatti costituita da tutta una varietà di foraggi e alimenti il cui singolo controllo avrebbe limitato il numero delle aziende controllate, soprattutto nelle prime fasi dell'emergenza.

Sono state inoltre controllate le feci ogniqualvolta non fosse disponibile il latte al momento della visita aziendale (circa metà delle partite di latte prodotto in provincia prevede la consegna alla fine di ciascuna mungitura per le esigenze di caseificazione in formaggio Grana).

In totale sono state analizzate le feci di 1.799 bovini. Sono compresi in tale numero i campioni prelevati in aziende che, avendo presentato elevati tassi di contaminazione, venivano controllate dopo eliminazione dalla razione dei foraggi incriminati. Erano sistematicamente sottoposti a controllo radiospettrometrico anche i campioni recapitati ai laboratori dell'Istituto Zooprofilattico per altre ricerche (principalmente esami parassitologici).

È stato in tal modo possibile integrare ulteriormente il quadro derivante dai controlli sulle aziende sistematicamente visitate dai tecnici del Centro Miglioramento Latte.

Non esistono limiti legali di intervento per le escrezioni, ma il grado di radiocontaminazione, sulla base delle note relazioni con le percentuali di assimilazione dei singoli radionuclidi, ha consentito di determinare le priorità operative soprattutto nei primi mesi dopo il fall-out. Le necessità di approfondimento per identificare le matrici alimentari contaminate in caso di conteggi elevati nelle feci è stata pari al 30,4 % nel corso del 1986, con punte del 70 % durante il

mese di maggio. Si deve infatti ricordare che la programmazione foraggera negli allevamenti di bovini da latte viene fatta su base annuale attuando semine e raccolti in precise stagioni dell'anno.

Per conseguenza la sostituzione di erbe e fieni contaminati non è agevole se non si dispone di foraggi adeguati per quantità e qualità.

Fortunatamente, in molte aziende la disponibilità di adeguate provviste di insilato di mais, il cui utilizzo è osteggiato da molti caseifici nel corso dell'anno ed espressamente proibito durante l'estate, ha consentito in numerosi allevamenti bovini di continuare a consegnare un latte ineccepibile dal punto di vista della radiocontaminazione.

L'opera di sorveglianza tramite il controllo delle feci ha permesso di svelare l'utilizzo di fieno radiocontaminato ancora in 24 casi nel 1987 e 1 nel 1988.

Per quanto riguarda altre specie animali, la prassi di controllo delle feci è stata adottata in 37 casi di equini importati in Paesi dell'Est Europeo, esaminati prima della macellazione con esito favorevole.

Sono stati viceversa identificati due allevamenti bresciani di cavalli da carne che utilizzavano fieno radiocontaminato di produzione aziendale. In tali casi, dopo sequestro e distruzione del fieno, la macellazione degli animali è stata consentita dopo il ritorno a ridotti limiti di radiocontaminazione.

Urine. Sugli animali presenti in aziende di bovini ed equini riscontrati contaminati in seguito all'assunzione di foraggi esposti alla ricaduta radioattiva, sono stati controllati i tassi di escrezione dei radionuclidi nelle urine, fino al ritorno a livelli tali da consentirne la macellazione.

Sono stati a tal fine esaminati 168 campioni. È interessante notare come nelle urine degli animali esaminati, nel momento di massima escrezione siano stati rilevati fino a 3.168 Bq/l solo come somma di 134-Cs e 137-Cs.

Pasta alimentare. 31 campioni provenienti da altrettante partite di pasta all'uovo e con verdure destinate alla esportazione verso Paesi di Estremo e Medio Oriente hanno tutte mostrato ridotti livelli

di radiocontaminazione, essendo stata rilevata un' attività massima pari a 32,9 Bq/Kg.

* * *

Utilizzo di sostanze chelanti i radionuclidi

La presenza nelle aziende di partite di foraggi e mangimi fortemente inquinati da radionuclidi, Cesio in primo luogo, ha imposto anche sul nostro territorio la verifica di metodi atti a limitare l'assunzione dei radionuclidi da parte degli animali necessariamente alimentati con foraggi contaminati dal fall-out.

Tra i prodotti dotati di potere chelante nei riguardi del radiocesio, l'ammonio ferrico esacianoferrato (sale di Giese) si è imposto per efficacia tanto da venire impiegato su larga scala nei Paesi più colpiti dalla nube radioattiva scaturita dal reattore di Chernobyl.

Cosparso sul foraggio contaminato o integrato nei rulli di sali posti a disposizione degli animali a stabulazione libera, il sale di Giese si è dimostrato capace di abbattere di oltre l'80-90 % l'assorbimento del radiocesio rendendo edibili carni e latte degli animali trattati (ovi-caprini, bovini, suini, renne).

Tra le specie animali trattate in via sperimentale o nella pratica non era compreso il coniglio che viceversa, per le prevalenti modalità di conduzione famigliare a base di foraggi raccogliticci radiocontaminati, ha presentato in diverse zone italiane livelli di radionuclidi nelle carni tali da indurre le autorità sanitarie a proibirne la commercializzazione.

In tale specie è stato pertanto utilizzato sperimentalmente il sale di Giese che, somministrato nel concentrato o sparso sui foraggi in ragione di 0,15-0,30 g/capo/giorno è risultato in grado di limitare l'assorbimento intestinale dei radionuclidi, riducendone la presenza nelle carni rispettivamente del 75 e 86 % rispetto agli animali non trattati.

Il quadro prospettato fornisce un'analisi dell'attività svolta in senso generale e distintamente per categoria delle matrici, con riferimen-

to agli interventi effettuati nel tentativo di attenuare i danni derivanti dalla radiocontaminazione ambientale agli allevamenti, all'industria di trasformazione e al consumatore.

Stanti le difficoltà di rispondere adeguatamente alle richieste ben superiori alle potenzialità operative, non è stato possibile programmare una campagna di campionamenti nelle medesime aziende al fine di tracciare un quadro più preciso sulla dinamica della presenza dei radionuclidi ai vari livelli delle catene alimentari.

È questo d'altronde un compito che esula da organismi di intervento quali l'Istituto Zooprofilattico e il Servizio di Fisica Sanitaria, ma che è stato egregiamente svolto dagli Enti a ciò deputati facenti capo all'ENEA-DISP.

La disponibilità dei non pochi dati ottenuti in provincia di Brescia offre nondimeno l'opportunità di analizzare, per quanto possibile, tendenza e andamento della radiocontaminazione in alcune matrici esaminate, i cui esiti rappresentano una integrazione e un possibile confronto con gli studi precipui condotti sulla dinamica della radiocontaminazione in identiche matrici.

Considerazioni sulla cinetica della radiocontaminazione in alcune matrici ambientali/alimentari

FIENO

Nel maggio 1986, subito dopo l'arrivo della nube radioattiva sull'Italia, è stata condotta un'indagine a tappeto su numerose aziende, distribuite su tutta la provincia, per determinare la contaminazione da 137 Cs e 134 Cs del fieno sfalciato dopo la ricaduta. In figg. 3a e 3b sono rappresentate le distribuzioni geografiche dei due radionuclidi contenuti nel fieno maggengo, riferite a un totale di 190 campioni. L'attività è stata calcolata al 30 aprile 1986 e ciascun punto rappresenta la media di tutti i campioni analizzati nello stesso comune. Nonostante la presenza di una disomogeneità dei dati in conseguenza del differente grado di deposizione al suolo del pulviscolo, è possibile ravvisare chiaramente una maggiore concentrazione di

valori elevati (fino a 14.706 Bq/Kg per il 137 Cs e 8.027 Bq/Kg per il 134 Cs) nelle zone occidentali e settentrionali della provincia, con un progressivo decremento scendendo verso sud lungo la pianura, fino a valori minimi di circa 2.000 Bq/Kg come somma dei due cesii. Tra tutte le aziende controllate, in quella che presentava la più alta radiocontaminazione del fieno se ne sono misurati i valori in tutti i tagli successivi fino al maggio 1988 (fig. 4), verificando la caduta del tasso di radionuclidi già a partire dalle piante cresciute e sfalcite nel luglio-agosto 1986.

LATTE

Nel maggio 1987, a un anno di distanza dall'incidente, è stata condotta un'indagine sulla contaminazione del latte in alcune aziende di lattifere della provincia. In totale sono stati analizzati 158 campioni con prelievi multipli nello stesso comune. La distribuzione geografica della concentrazione del 137 Cs e del 134 Cs è riportata nelle figg. 5a e 5b. È interessante notare che, a distanza di un anno, la distribuzione geografica dei campioni di latte maggiormente contaminati corrisponde al quadro ottenuto con gli esami sul fieno maggengo del 1986. Si rileva infatti anche in questo caso un valore massimo nella parte nord-occidentale della provincia, con tassi di contaminazione fino a 209 Bq/Kg per il 137 Cs e di 81 Bq/Kg per il 134 Cs. Il grado di contaminazione del latte decresce quindi spostandosi nella parte meridionale della provincia, fino a valori inferiori al limite di rivelabilità dello strumento (1 Bq/Kg per entrambi gli isotopi). Lo stesso andamento è confermato in fig. 6, relativa alla distribuzione geografica (per il solo 137 Cs) ottenuta nel maggio dell'anno successivo (1988). Il confronto mostra che i campioni caratterizzati da una concentrazione ancora rivelabile sono prevalentemente situati nella zona a ovest di Brescia, la stessa che presentava i valori massimi di concentrazione nell'anno precedente.

Nel corso dello stesso anno si è voluta valutare la scomparsa del radiocesio dal latte bovino mediante analisi di 381 campioni prelevati presso le stalle della provincia controllate dall'Istituto Zooprofilattico. In fig. 7 è riportata la distribuzione nella presenza del radiocesio

nel latte bovino nel corso dell'intero anno 1987. Ciascun punto rappresenta la media di diversi prelievi effettuati in luoghi diversi e nello stesso giorno.

Ciascun punto rappresenta inoltre la media dei valori di concentrazione riscontrati nei 30 giorni precedenti, fornendo un'indicazione dell'andamento temporale con appiattimento dei valori estremi relativi a ciascun punto. Complessivamente si è rilevato un decremento della concentrazione totale fino a valori inferiori a 10 Bq/Kg per il 137 Cs e a 3 Bq/Kg per il 134 Cs a partire dalla metà di agosto. Si notino i picchi dei mesi di marzo (91 Bq/Kg per il 137 Cs e 35 Bq/Kg per il 134 Cs), maggio-giugno (57 Bq/Kg per il 137 Cs e 21 Bq/Kg per il 134 Cs) e luglio (42 Bq/Kg per il 137 Cs e 15 Bq/Kg per il 134 Cs) attribuibili alle variazioni quali-quantitative della razione alimentare, con specifico riferimento all'utilizzo del fieno.

LATTE ALIMENTARE

In un' altra indagine, è stata misurata la contaminazione presente nel latte distribuito dalla Centrale del Latte di Brescia: questa ricerca ha un particolare interesse in quanto il latte in esame è sia prodotto che consumato sul territorio provinciale e si è perciò in grado di valutarne direttamente l'effetto, in termini di dose, sulla popolazione consumatrice. L'analisi quantitativa dei dati (coefficienti di trasferimento e stima di dose alla popolazione) è riportata in appendice.

In fig. 8 è rappresentato il trend della concentrazione del 137 Cs nel periodo 13-6-86/16-6-88 relativamente ai campioni di latte provenienti dalla Centrale del Latte: in totale si sono analizzati 132 campioni rappresentativi ciascuno di una sola cisterna di raccolta, comprensiva cioè del prodotto di più aziende. Periodicamente si sono confrontati i valori di concentrazione delle quattro cisterne utilizzate senza mai riscontrare differenze significative. L'andamento rappresentato mostra notevoli picchi verso i mesi di luglio (89 Bq/Kg per 137 Cs e 40 Bq/Kg per 134 Cs) e novembre 1986 (103 Bq/Kg per 137 Cs e 45 Bq/Kg per 134 Cs) e successivamente un decremento fino a valori minimi, inferiori a 10 Bq/Kg, a partire dal mese di novembre 1987. È da notare la diminuzione del valore di concentra-

zione nel mese di maggio 87. Un'interpretazione più dettagliata e, ove possibile, quantitativa di questo andamento è presentata nell'Appendice.

DERIVATI DEL LATTE

Nel 1987 è stata condotta un'indagine su uno dei più grossi caseifici della provincia, che utilizza solo il latte di produzione locale, per valutare la comparsa della contaminazione da cesio nel Provolone prodotto con il latte raccolto da febbraio a luglio 1986. I risultati, presentati in fig. 9, rispecchiano in modo evidente l'effetto Chernobyl a partire dal mese di maggio con un picco di contaminazione di 17 Bq/Kg per il 137 Cs e 8 Bq/Kg per il 134 Cs, e una successiva decrescita.

È stata inoltre valutata la contaminazione in altri tipi di latticini e formaggi, per un totale di 45 campioni prelevati su tutto il territorio provinciale dall'ottobre '86 all'ottobre '87: in fig. 10 si riporta la concentrazione minima, media e massima di 137 Cs riscontrata nei diversi derivati del latte. Il Burro è risultato essere l'elemento meno contaminato, con un valore medio di 2.2 Bq/Kg. Il Taleggio è invece quello più contaminato, con un valore medio di 38.6 Bq/Kg. Questa distribuzione della contaminazione nei diversi tipi di latticini è strettamente legata al contenuto medio di acqua e di grassi di ciascuno: in tab.3 è presentata la composizione dei diversi latticini. Il cesio, essendo scarsamente liposolubile, non si concentra nel Burro, caratterizzato da un contenuto di grasso superiore all'80% e di acqua del 16%, mentre è maggiormente presente nel Taleggio, che presenta un contenuto di grasso del 26% sul prodotto tal quale e di acqua del 48% .

CARNE

Nel corso del 1987 sono state eseguite alcune campagne di misura della contaminazione in diversi tipi di carne prodotta o consumata nella provincia: si sono considerate carni bovine, di coniglio, suine

ed equine. Anche in questo caso si sono determinate sia le distribuzioni geografiche che le curve di andamento temporale.

CARNE BOVINA

In fig. 11 è rappresentata la curva di trend della carne bovina per l'anno 1987. L'analisi ha riguardato 338 campioni prelevati prevalentemente nei macelli comunali e nei singoli punti di vendita: considerata la complessità della rete di raccolta e distribuzione delle carni, che spesso provengono da oltre frontiera e sono destinate al consumo anche in altre regioni italiane e in parte esportate, questo tipo di indagine può fornire solo indicazioni generali e non consente di eseguire analisi neppur parzialmente quantitative. Per lo stesso motivo perde di significato la distribuzione geografica all'interno della provincia. L'andamento infatti, legato come è a modalità di alimentazione ampiamente differenziate tra le diverse categorie di allevamento, appare molto irregolare: dopo un'iniziale decrescita si ha un aumento continuo della concentrazione media nel mese di aprile, fino a raggiungere un valore massimo (osservato) di 117 Bq/Kg per il 134 Cs e di 333 Bq/Kg per il 137 Cs. Successivamente si ha un andamento complessivamente decrescente, tranne che per un modesto innalzamento nel mese di agosto.

CARNE DI CONIGLIO

Si riporta in fig. 12 la curva di trend della carne di coniglio per l'anno 1987, risultato di un'analisi su 114 campioni. L'andamento presenta due picchi nei mesi di giugno e luglio, con valori di trend simili, di circa 330 Bq/Kg per il 137 Cs e 120 Bq/Kg per il 134 Cs, e una concentrazione che decresce molto rapidamente a partire dal mese di agosto. I valori di trend si assestano successivamente attorno a 30 Bq/Kg per il 137 Cs e 10 Bq/Kg per il 134 Cs, con la presenza di due picchi a inizio ottobre e a fine novembre.

La distribuzione geografica da maggio ad agosto (74 campioni) è riportata in figg. 13/a e 13/b. Il valore massimo si presenta a ovest

di Brescia (Franciacorta), con una concentrazione media di 680 Bq/Kg per il 137 Cs e di 234 Bq/Kg per il 134 Cs.

È bene a tal proposito ricordare come l'allevamento del coniglio abbia carattere prevalentemente famigliare e quindi sia basato essenzialmente su foraggi verdi prodotti in azienda o raccogliticci, che pertanto riflettono sulla carne il grado di contaminazione riscontrato nelle matrici ambientali.

I picchi riscontrati nella curva di trend possono essere spiegati con una diversa alimentazione (fieno dell'anno 1986 per la carne prodotta fino all'agosto '87, erbe o fieno novello '87 per il periodo successivo).

CARNE SUINA

Un'indagine sulla carne suina è stata condotta da maggio a settembre. La curva di trend, risultato dell'analisi di 99 campioni, è riportata in fig. 14. L'andamento è complessivamente decrescente, con valori medi inferiori a 100 Bq/Kg per il 137 Cs e a 40 Bq/Kg per il 134 Cs. La distribuzione geografica, rappresentata in figg. 15/a e 15/b, relativa a 83 campioni prelevati tra i mesi di maggio e agosto 1987, mostra valori elevati, fino a 262 Bq/Kg per il 137 Cs e a 90 Bq/Kg per il 134 Cs nella parte nord-occidentale della provincia.

CARNE EQUINA

Da maggio a settembre è stata condotta un'indagine sulla carne equina. I risultati, da un'analisi su 65 campioni, sono riportati nelle figg. 16, 17/a e 17/b. La curva di trend mostra un andamento complessivamente decrescente, ma molto discontinuo. I valori di concentrazione media sono pari a 240 Bq/Kg per il 137 Cs e 90 Bq/Kg per il 134 Cs nel mese di aprile 1987 e decrescono fino a raggiungere valori inferiori a 20 Bq/Kg per il 137 Cs e 6 Bq/Kg per il 134 Cs nel mese di ottobre dello stesso anno.

La distribuzione geografica presenta i valori massimi, fino a 459 Bq/Kg per il 137 Cs e 165 Bq/Kg per il 134 Cs, nella parte meridionale della provincia.

Commento sui valori di contaminazione nei diversi tipi di carne

Un riassunto delle curve di trend sulle carni è mostrato in figg. 18/a e 18/b. La tendenza generale è di un aumento nei mesi primaverili seguito da una decrescita nei mesi estivi e quindi da un assestamento verso valori bassi.

Le carni di coniglio e di bovino sono risultate quelle più contaminate, in modo particolare quelle di coniglio, che presentano valori di concentrazione sul singolo campione, riscontrati nel mese di giugno 1987, superiori a 1600 Bq/Kg per il 137 Cs. La carne suina si è invece rivelata la più bassa ed è anche quella che presenta l'andamento più stabile.

Il differente comportamento tra le varie specie animali trova ampia giustificazione nelle diverse modalità di alimentazione che prevedono quantità vatriabili di foraggi verdi e di fieno somministrati, soprattutto i primi, in modo stagionalmente diversificato. Ciò giustifica la variabilità nel trend della carne bovina e di coniglio per l'utilizzo nei mesi invernali di fieno e, dato l'eccezionale raccolto del 1986, la permanenza di fieno maggengo a lungo nelle aziende, considerate le notevoli scorte accumulate, e il suo utilizzo in relazione alle disponibilità foraggere aziendali. L'alimentazione dei suini, allevati in modo intensivo sulla base prevalente di mangimi concentrati, ha comportato il riscontro di carni in prevalenza scarsamente contaminate.

VERDURA

Nei primi sei mesi dell'88 si è condotta un'indagine sulla contaminazione delle verdure prelevate nei mercati generali della provincia.

I risultati sono riportati in tab. 4. La concentrazione del cesio è risultata in quasi tutti i campioni inferiore al limite di rivelabilità dello strumento. Solo in pochissimi casi è stato possibile misurare la concentrazione del 137 Cs, risultata al massimo pari a 3.5 Bq/Kg in un campione di radicchio rosso proveniente dal comune di Collebeato.

MIELE

Per ragioni di completezza vengono anche presentati in tab. 5 i dati sul miele prelevato saltuariamente in località differenti dal novembre '86 all'aprile '88. Vale la pena di sottolineare l'ampio intervallo di variabilità nei risultati delle misure (da 0 a 129 Bq/Kg) e la presenza di campioni prelevati al consumo notevolmente contaminati anche a distanza di 2 anni: questo a differenza di altre matrici, nelle quali si è potuta osservare la quasi totale scomparsa già a fine '87.

APPENDICE

Valutazione di alcuni parametri quantitativi relativi al trasferimento di cesio nell'ambiente

La contaminazione da 134 Cs e 137 Cs nel latte vaccino è stata seguita nella sua evoluzione temporale, con rilievi frequenti e protratti, che sono iniziati subito dopo l'incidente e che sono tuttora in corso: è stato così possibile ricavare alcune relazioni quantitative tra le contaminazioni rilevate in matrici differenti o nella stessa matrice in tempi differenti.

Tali valori possono utilmente venire impiegati in modelli parametrici che consentono di stimare la dose assunta dall'uomo a seguito di introduzione di ulteriori radionuclidi nell'ambiente. In particolare risulta interessante poter disporre di dati locali, che consentono una valutazione su misura, senza dover ricorrere a valori tabulati, che spesso non rispecchiano la realtà del particolare ambiente in esame.

Metodo di analisi

I dati qui raccolti si riferiscono a due tipi di indagine: la prima, limitata nel tempo (primavera-estate '87) ha avuto come scopo di misurare e quantificare il trasferimento di cesio dal foraggio contaminato al latte e, in subordine, alle feci bovine. In quest'ambito non si è trascurata l'ipotesi di una possibile fonte di rischio per gli operatori agricoli costretti a costanti contatto e manipolazione di fieni utilizzati in azienda dotati di elevato grado di contaminazione e polverulenza.

La seconda indagine, iniziata subito dopo l'incidente e tuttora in corso, ha lo scopo di monitorare la contaminazione da cesio del latte distribuito dalla Centrale del Latte di Brescia: i dati finora raccolti consentono di valutare l'equivalente di dose efficace impegnato, individuale e collettivo, per i consumatori del latte di Centrale. Si sono potuti ricavare inoltre il tempo di dimezzamento effettivo del cesio nel latte, nonchè l'andamento temporale del rapporto 137 Cs / 134 Cs e per estrapolazione il valore alla data dell'incidente (assu-

mendo che i due cesii siano stati trasportati dalla nube in maniera sovrapponibile).

Coefficienti di trasferimento

Nell'anno '87 sono stati effettuati dei prelievi correlati di foraggio, feci bovine e latte bovino in 64 aziende della provincia (fig. 19), al fine di valutare la suddivisione nei compartimenti considerati (feci, latte) della contaminazione assunta giornalmente dalle bovine con la dieta abituale: non sono cioè state selezionate diete particolari, nè l'animale è stato posto in condizioni controllate.

In tab.6 sono mostrati alcuni schemi dietetici utilizzati nelle aziende sotto controllo. Si è ragionevolmente assunta l'esistenza di uno stato di regime per quanto riguarda l'ingresso/uscita della contaminazione, almeno sul breve periodo: appare perciò legittimo utilizzare un'ipotesi lineare per la determinazione dei fattori di trasferimento (Cassey, 1980).

Nota la composizione della dieta di un particolare animale, si è proceduto al prelievo di un campione per ciascun componente della dieta, nonchè di un campione di feci e uno di latte. I risultati delle misure, insieme con le rette di regressione, sono presentati nelle figure 20 e 21 e in tabb. 7/a e 7/b. I contributi dei due cesii sono stati in questo caso sommati: le relazioni trovate tra l'intake giornaliero di radiocesio e il valore di escrezione rispettivamente nel latte e nelle feci hanno fornito i seguenti coefficienti di trasferimento:

$$f_{latte} = (0.0017 + 0.03) \text{ giorno/litro}$$

$$f_{feci} = (0.0075 + 0.19) \text{ giorno/litro}$$

Si considera in generale che ogni lattifera produce mediamente 20-30 litri di latte al giorno. Per conseguenza, in condizioni di assunzione quali-quantitative della dieta caratterizzata da un grado di contaminazione uniforme, viene escreta giornalmente nel latte

una percentuale dei radionuclidi ingeriti dell'ordine del 3-5%. Tale percentuale si colloca al limite inferiore dei valori riportati in letteratura. Per controllare ulteriormente la legittimità dell'ipotesi quasi "stazionaria" si è verificato anche che esistesse una relazione lineare, senza sensibili effetti di disequilibrio, tra l'escrezione nel latte e quella nelle feci. Dalla fig. 22 (relativa a dati sperimentali con interpolazione lineare ai minimi quadrati) l'ipotesi appare sostanzialmente confermata.

In tab. 7/c sono riportati i parametri relativi alla regressione.

Scomparsa del radiocesio dal comportimento latte.

Un'altra serie di misure ha riguardato il latte pasteurizzato distribuito giornalmente dalla Centrale del Latte, latte che viene raccolto in un'area che coincide essenzialmente con quella dell'indagine precedente e che quindi rappresenta una "media" del latte delle varie aziende.

I valori di contaminazione da 137 Cs e 134 Cs sono stati misurati quasi senza interruzione dal giugno 1986 in poi: nelle figure 23 e 24 vengono riportati i dati dal giugno 1986 all'agosto 1988. Si osserva nel corso degli oltre due anni considerati un andamento irregolare, per il quale si può tuttavia dare un'interpretazione qualitativa e, per il tratto che va dall'aprile 1987 al gennaio 1988, anche quantitativa. Il primo tratto del grafico, relativo al periodo fino a fine settembre 1986, è costituito da dati molto dispersi, che suggeriscono varie modalità di alimentazione degli animali (insilato dei tagli pre-Chernobyl, erba contaminata da fall-out, erba fresca dopo il taglio maggengo, mangimi concentrati). Dopo un apparente calo tra ottobre e novembre 1986, si può individuare una risalita abbastanza netta, che si mantiene fin verso marzo dell'anno successivo, dovuta verosimilmente all' utilizzo di fieno direttamente contaminato dal fall-out per l'alimentazione autunno-primaverile degli animali; lo stesso andamento di risalita, anche se molto meno marcato in valori assoluti, si può osservare anche nell'inverno successivo, e precisamente verso il gennaio 1988, più marcato nella curva del 137 Cs, ma tuttavia riscontrabile anche in quella del 134 Cs. Il periodo

aprile-dicembre 1987 appare invece caratterizzato da una diminuzione di tipo esponenziale, che nell'ambito di un modello compartimentale si può interpretare come la graduale scomparsa a ritmo costante del contaminante dal compartimento in esame, una volta cessatane l'immissione. È infatti plausibile l'assunzione che a partire dall'aprile-maggio 1987 sia iniziata l'alimentazione delle bovine con foraggio fresco, ormai contaminato in maniera trascurabile. È sufficiente osservare la fig. 4, già considerata in precedenza, che riporta i valori di contaminazione dei tagli successivi nella stessa azienda: si può notare la considerevole riduzione della contaminazione tra il maggio 1986 e il maggio 1987, con valori finali dell'ordine di 100 Bq/Kg. In realtà si tratta ancora di un valore apprezzabile, anche se si deve ricordare che è stato considerato il dato più alto riscontrato nelle aziende prese in esame. Una valutazione prudenziale suggerisce quindi di considerare il tempo di scomparsa del cesio dal latte non solo come un parametro strettamente metabolico, ma anche comprensivo e influenzato dalla scomparsa ancora in atto del cesio dall'ambiente.

Interpolando il tratto considerato con una curva esponenziale si ottiene un tempo di dimezzamento effettivo del Cesio (sia 134 che 137) nel latte di circa 36 giorni (figg. 25 e 26; tab. 8/a).

Rapporto 134 Cs / 137 Cs

Dai dati relativi al monitoraggio sul latte della Centrale di Brescia si sono ricavati i rapporti tra i livelli di contaminazione da 134 Cs e 137 Cs. Il rapporto tra i due valori varia nel tempo a causa del diverso tempo di dimezzamento fisico dei due isotopi. Interpolando i dati su base esponenziale ed estrapolandoli alla data dell'incidente si ottiene un rapporto delle attività rilasciate dal reattore di 1:1.74, con un'incertezza di circa il 30%. Il valore del rapporto è in accordo con dati già pubblicati.

I risultati della valutazione del rapporto 137 Cs / 134 Cs relativamente al latte sono riportati in fig. 27 e in tab. 8/b. Valori simili si sono ottenuti anche dalle misure su campioni di fieno e di miele e vengono riportati nelle figg. 28 e 29.

Dose alla popolazione con il latte da bere

È stata limitata questa valutazione al solo contributo del latte alimentare (latte della Centrale di Brescia), della matrice cioè per la quale sono disponibili tanto analisi eseguite con regolarità quanto informazioni specifiche. Non sono stati pertanto fatti oggetto di valutazione i ben più numerosi dati, pure in possesso, sul latte prodotto da altre industrie per le quali tuttavia mancano precisi riscontri sull'ambito territoriale di distribuzione. Per il latte della Centrale di Brescia si conosce infatti, oltre al grado di radiocontaminazione, anche l'area di produzione precisa del latte così come entità e composizione della popolazione consumatrice. Questo dato risulta di particolare interesse perchè il passaggio della contaminazione attraverso la catena alimentare fino al gruppo critico è perfettamente noto nella sua entità concreta. Non così è stato per altre matrici, quali ad esempio la carne bovina, per la quale, data la complessità della rete di distribuzione, non è oggettivamente possibile stabilire un nesso neppure approsssimativo tra azienda di produzione e popolazione destinataria, considerata la complessa rete intermedia costituita da mediatori, luoghi di macellazione e strutture di trasformazione/distribuzione al dettaglio.

Nel caso del latte della Centrale, inoltre, può essere definita esattamente la caratterizzazione ambientale: coincidono infatti il bacino di produzione e quello di utenza, confinati entro uno stretto ambito geografico. Infatti il latte viene raccolto pressocchè esclusivamente dalle aziende delle zone pianeggianti e collinari della provincia circostanti la città e in tale zona rivenduto. In tab. 9/a e 9/b sono presentati i dati demografici della popolazione consumatrice, nonchè quelli della produzione per gli anni 1986 e 1987. Considerate le modeste variazioni dei valori, le stime di dose per l'anno 1988 sono state eseguite basandosi sui dati del 1987.

Relativamente al consumo di latte vaccino, è stata assimilata la classe d'età dei lattanti (0-1 anno) a quella dei bambini; si sono inoltre considerati bambini, dal punto di vista delle abitudini alimentari, i soggetti fino a 14 anni, perchè si è ritenuto valido che fino a questa età si possa conservare (a meno di ovvie fluttuazioni) lo schema alimentare proposto dalla famiglia.

Dai dati demografici e di produzione è stato ricavato il fattore ralativo al consumo mensile pro capite di latte alimentare per le due classi di età dividendo la quantità di latte prodotto per il numero dei consumatori, dopo aver pesato con un fattore di ponderazione 2 il consumo da parte dei bambini rispetto a quello degli adulti (tab. 9/c); da notare che il valore risultante non fa riferimento al consumo globale di latte, ma solo a quello (reale) di latte proveniente dalla Centrale del latte di Brescia, al quale dunque si deve attribuire il contributo alla dose totale.

Per quanto riguarda il fattore di conversione da attività ingerita a equivalente di dose efficace impegnato, si sono utilizzati i valori ufficiali ICRP e NRPB (vedi tab. 9/d), estendendo ai bambini il fattore utilizzato per i lattanti. I risultati sono presentati in tab.10 e figg. 30 e 31 e rappresentano le medie mensili (somma di 134 Cs e 137 Cs) di equivalente di dose efficace impegnato individualmente per bambini e adulti nel bacino di utenza della Centrale del Latte di Brescia, come andamento tanto differenziale quanto integrale.

CONCLUSIONI

Le conseguenze dell'incidente di Chernobyl sul territorio italiano e in particolare su quello bresciano interessato dal fall-out non sono quantificabili, per lo meno non nei termini in cui lo è ogni evento morboso e non caratterizzato da una immediatezza nel rapporto tra causa ed effetto.

Non è neppure pertinente la ricerca di una tela correlazione con gli scopi e finalità della ricerca intrapresa, anche se, per estensione di quanto osservato in corso di indagini epidemiologiche in Paesi viciniori all'Italia e maggiormente interessati dalla ricaduta radioattiva, non sembrano essere variati, rispetto al periodo immediatamente precedente Chernobyl, i parametri relativi a neonatalità che nella specie umana per primi risentono degli effetti derivanti da un maggior carico di radiazioni e radionuclidi. Questo evidentemente non è stato il caso di zone geografiche, anche ampie, pesantemente coinvolte dall'incidente perché prossime al reattore russo, nelle quali le alterazioni genetiche hanno comportato manifestazioni fenotipiche altrettanto evidenti tanto nelle specie animali quanto in quelle vegetali.

Per quanto concerne strettamente il problema degli alimenti, e quindi dei controlli effettuati a diversi livelli della catena alimentare, le prime ripercussioni della radiocontaminazione ambientale si sono avute, oltre che per l'impatto psicologico sulla popolazione, nella commercializzazione delle derrate, vincolate nella loro movimentazione a precisi requisiti di carattere sanitario riferiti a limitata contaminazione da radionuclidsi. In tale ambito, nella verifica cioè di una ridotta radiocontaminazione degli alimenti destinati al consumo umano in via diretta o indiretta, si sono mossi Istituto Zooprofilattico e Servizio di Fisica Sanitaria, eseguendo tra l'altro le analisi su matrici di varia natura conferite dal Servizio Sanitario Nazionale, ma anche da persone ed enti, quali il Centro Miglioramento Latte, la cui operatività prevede la consulenza ad allevatori e produttori di alimenti di origine animale.

In un momento di scarsa organizzazione, ed anzi di totale caos, quale quello dei giorni e dei mesi immediatamente seguenti l'evento Chernobyl, in provincia di Brescia si è potuto per lo meno costituire un preciso punto di riferimento per produttori e trasformatori, biso-

gnosi di riscontri obiettivi, in termini di esiti analitici, a conforto di scelte imprenditoriali che in taluni casi potevano compromettere la stessa sopravvivenza d'impresa.

È stato così possibile, operando una sforzo congiunto tra enti ed associazioni di diversa natura ed estrazione, attenuare l'impatto di una delle contingenze più drammatiche della storia recente.

Oltre 11.000 campioni esaminati, la precisa identificazione degli alimenti per il bestiame fortemente radiocontaminati, fieno in primo luogo, soprattutto il sistematico controllo di derrate destinate al consumo umano, a partire da carni, latte e rispettivi derivati, hanno consentito di gestire il periodo dell'emergenza e quelli seguenti, fino al momento attuale; anche oggi infatti, ad oltre tre anni dall'evento, non è completamente superata la esigenza di controlli per certificare il basso grado di radiocontaminazione, tanto sulle merci importate quanto sui prodotti esportati.

Al di là di qualunque opinione o convincimento personale, le ripercussioni imprevedibili e comunque traumatiche di ordine sociale, economico e sanitario conseguenti all'evento Chernobyl, hanno dimostrato una volta di più la generale impreparazione, non solo italiana, delle strutture pubbliche e private agli eventi catastrofici.

L'essere riusciti in provincia di Brescia a raggiungere un grado di aggregazione e organizzazione superiore a quanto possibile in altre zone e realtà, non può che sottolineare la necessità di non considerare quell'evento episodico e trascorso, ma solo uno dei tanti possibili che la nostra epoca può produrre e al quale dobbiamo essere doverosamente preparati e in grado di reagire in qualunque momento.

Le indagini eseguite ed evidenziate nel presente lavoro hanno comunque dimostrato che anche nel momento più critico (estate 1986) gli alimenti destinati all'alimentazione umana non hanno rappresentato nella nostra provincia alcun rischio per la popolazione.

* * *

Un particolare ringraziamento meritano: la D.ssa Maria Pilotelli Perini dell'Ufficio Statistica della Camera di Commercio, che ha cortesemente fornito i dati demografici e di produzione; il Dr. Farina

per la proficua collaborazione; i Sigg. Ugo Giugni e Massimiliano Benassa per la competente assistenza tecnica; il personale tutto del Centro Miglioramento Latte di Brescia.

Hanno collaborato: Gregorelli Marialuisa e Facchetti Fabio.

* * *

La presente pubblicazione è stata resa possibile grazie alla Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche di Brescia che gli Autori sentitamente ringraziano.

BIBLIOGRAFIA CONSULTATA

1) Lombardia Verde: l'agricoltura lombarda nel 1985. Regione Lombardia, settore Agricoltura, Foreste, Caccia e Pesca.
2) Lombardia Verde: l'agricoltura lombarda nel 1986. Regione Lombardia, settore Agricoltura, Foreste, Caccia e Pesca.
3) Lombardia Verde: l'agricoltura lombarda nel 1987. Regione Lombardia, settore Agricoltura, Foreste, Caccia e Pesca.
4) Unione Provinciale Agricoltori di Brescia. "Conoscere l'Agricoltura: relazione del Presidente all'assemblea generale, 25 Febbraio 1989".
5) F. Trenti. "Elementi di Medicina Nucleare e Radioprotezione Veterinaria". 1987, Ed. Esculapio, Bologna.
6) V. Prodi. "La contaminazione radioattiva: Chernobyl ieri oggi domani". Università degli Studi di Bologna, Collana di studi per l'igiene e la tutela dell'ambiente. 1988, Maggioli Editore.
7) "La radioattività ambientale in Lombardia dopo l'incidente di Chernobyl" Regione Lombardia, settore Sanità e Igiene. Notizie Sanità: 3-1988.
8) E. Lodetti. "Considerazioni sull'inquinamento da radionuclidi: dati relativi agli alimenti di origine animale". (1988) U.S.S.L. 41 (Brescia) Servizio di Medicina Veterinaria.
9) Lassey K.R. The usage of transfer coefficients to describe radionuclide transport from a cow's diet to its milk, Health Physics 39: 321-325.
10) International Commission on Radiological Protection, Limits for intakes of Radionuclides by Workers (1979) Pergamon Press, Oxford (ICRP Publication n. 30)
11) National Radiological Protection Board, Derived Emergency Reference Levels for the introduction of Countermeasures in the Early to Intermediate Phase of Emergencies Involving the Release of Radioactive Materials to Atmosphere, NRPB, Chilton, Didcot.
12) International Commission on Radiological Protection, Report of the Task Group on Reference Man, Pergamon Press, Oxford (ICRP Publication n. 23).

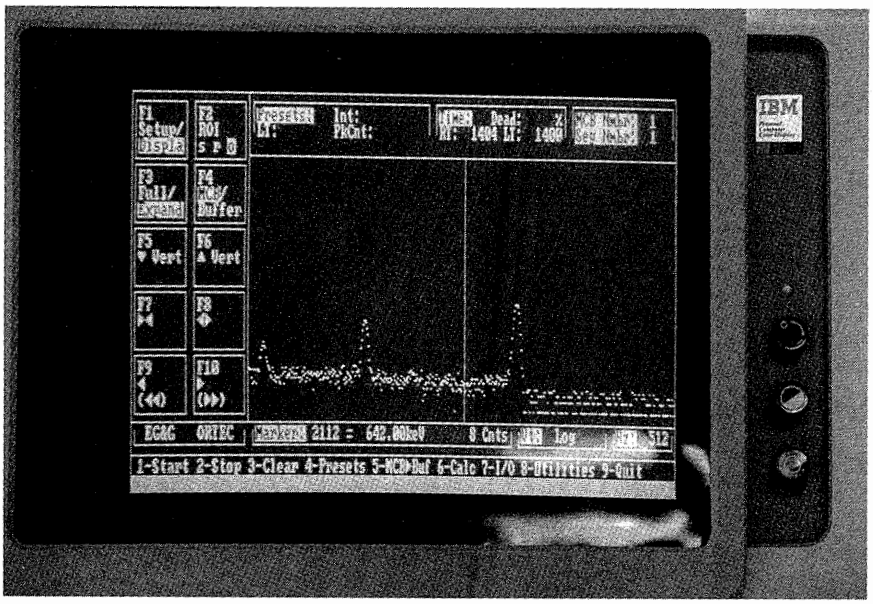

Fig. A - Visualizzazione dello spettro di acquisizione di un campione. Sono evidenti tre picchi relativi a 134 CS e 137 CS

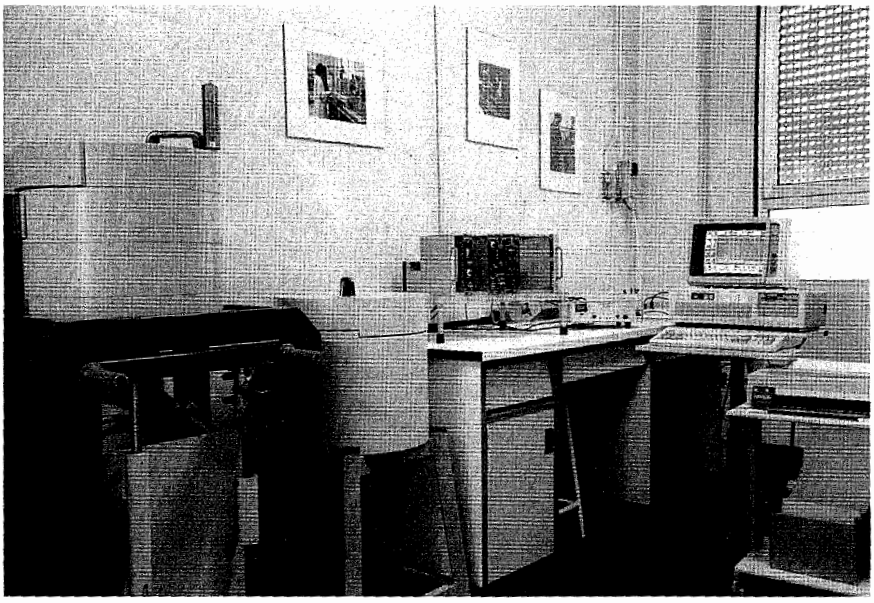

Fig. B - Catene analitiche dotate di rilevatori HPGe e NaI utilizzate presso l'Istituto Zooprofilattico di Brescia.

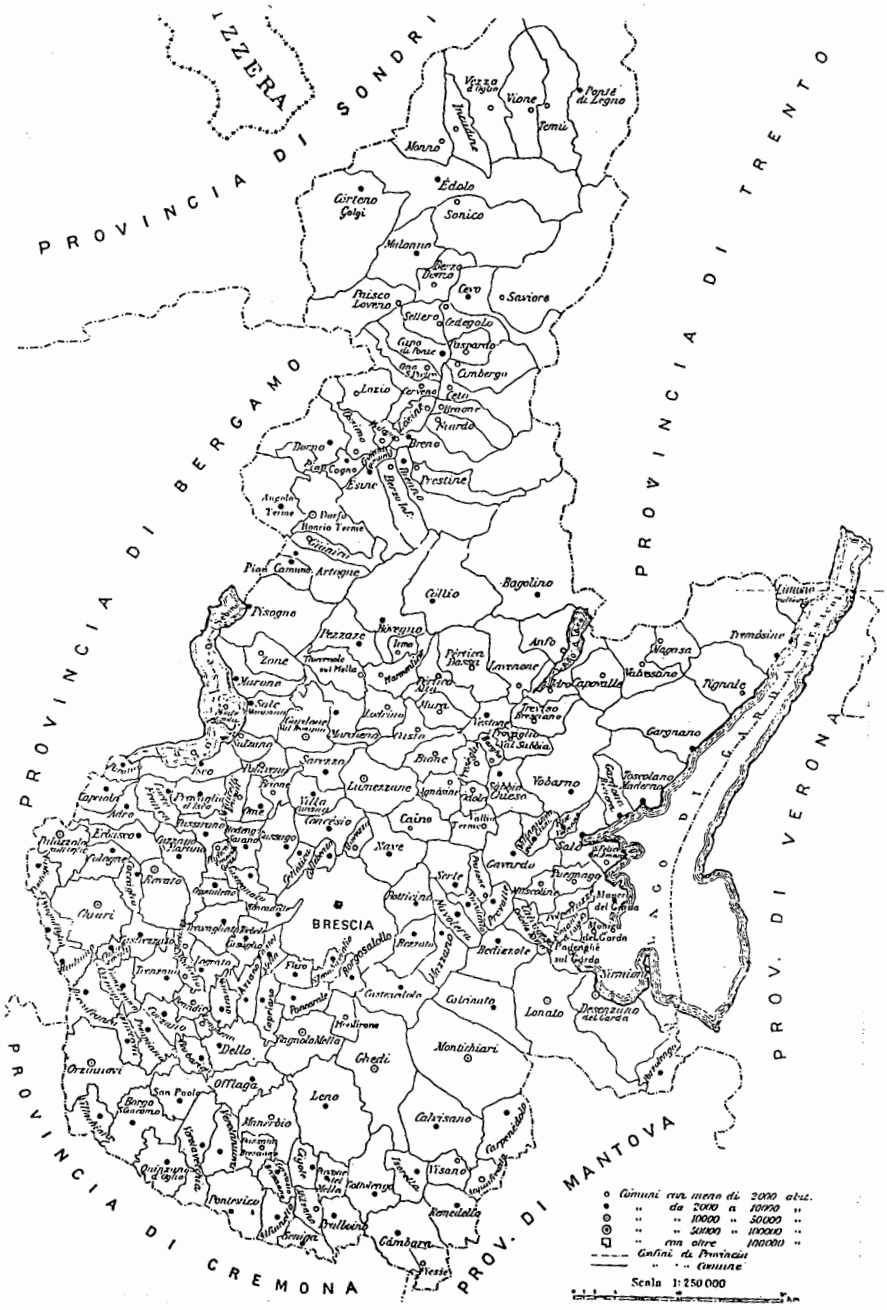

Fig. 1 - Territori della provincia di Brescia, suddiviso nei 206 ambiti comunali (12 USSL).

Fig. 2 - Vari tipi di matrici alimentari in contenitori Marinelli da 0,5 a 1,0 litri, pronti per l'analisi.

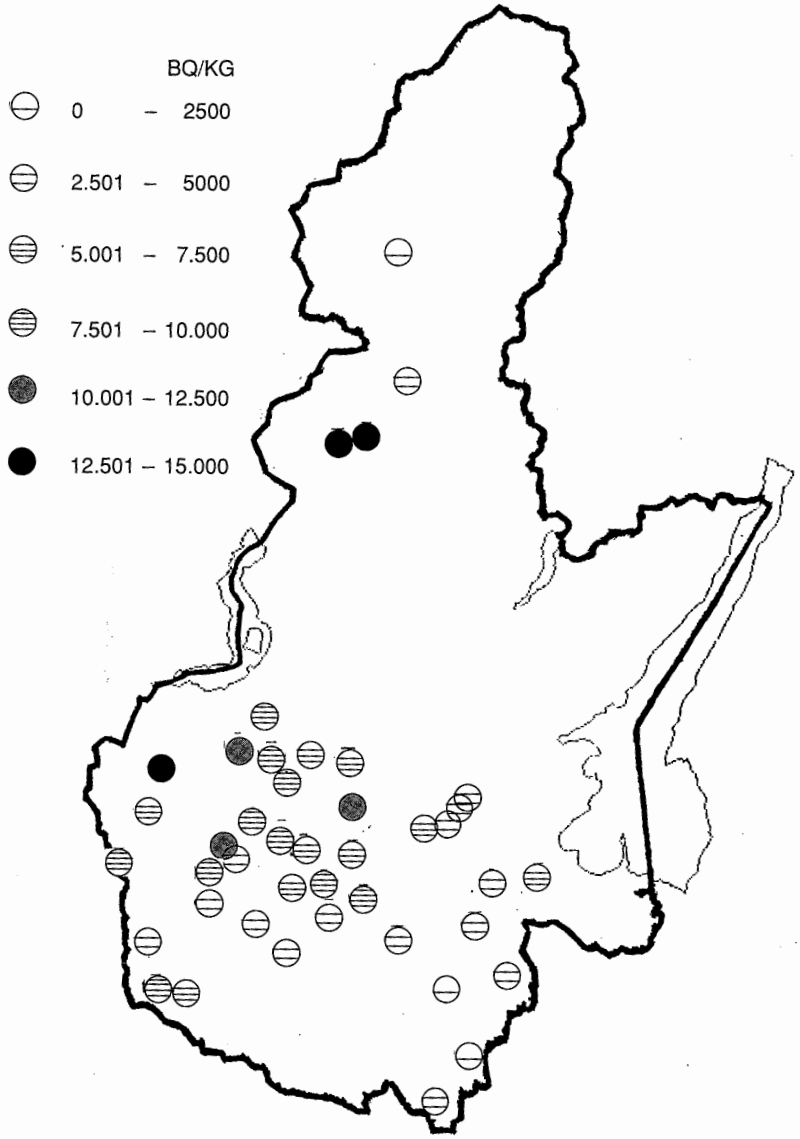

Fig. 3/A - Distribuzione geografica dei valori di 137 CS in campioni di fieno maggengo 1986

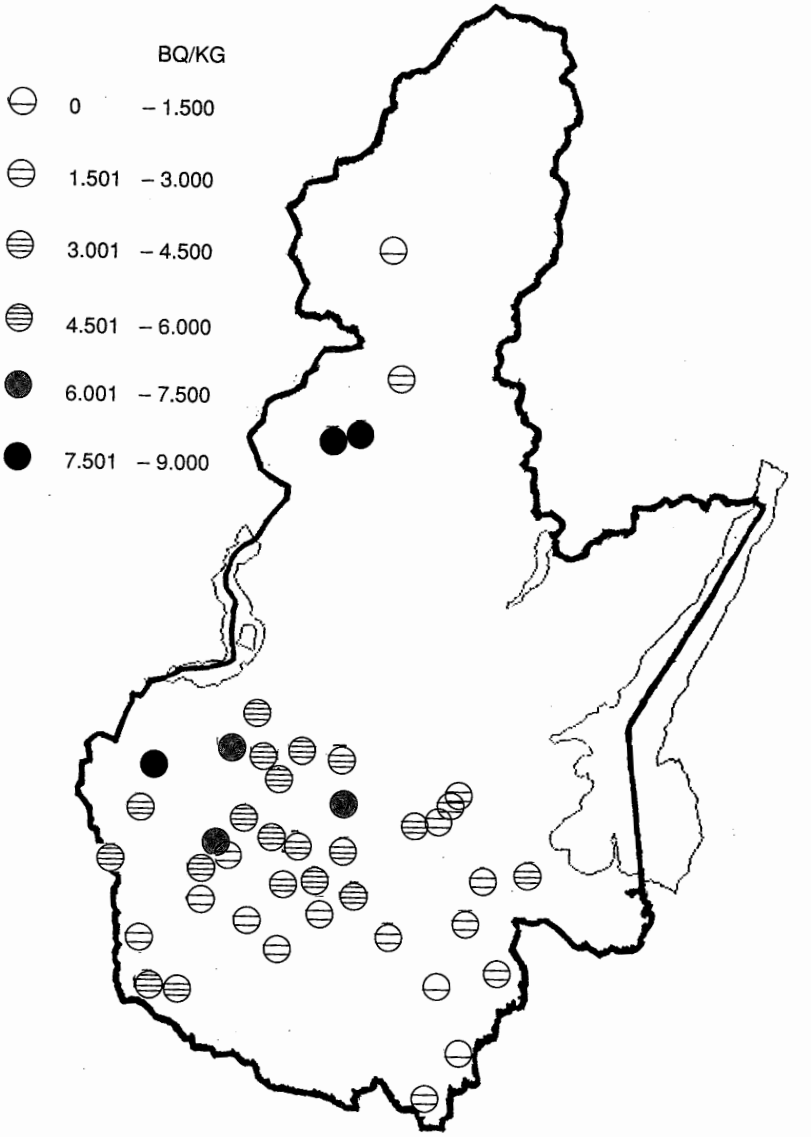

Fig. 3/B - Distribuzione geografica dei valori di 134 CS in campioni di fieno maggengo 1986

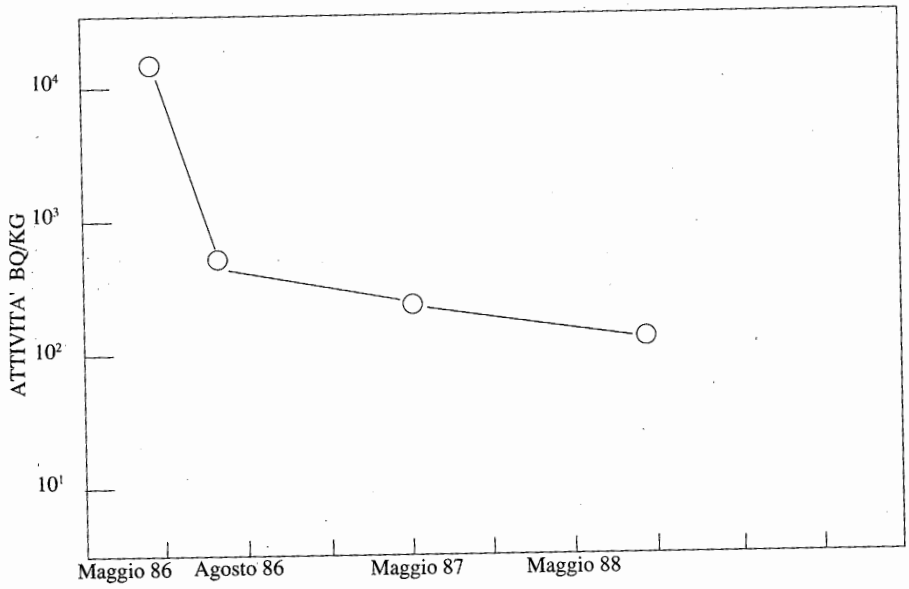

Fig. 4 - Andamento del 137 CS nel fieno di un'azienda campione per il periodo maggio 1986 - maggio 1988

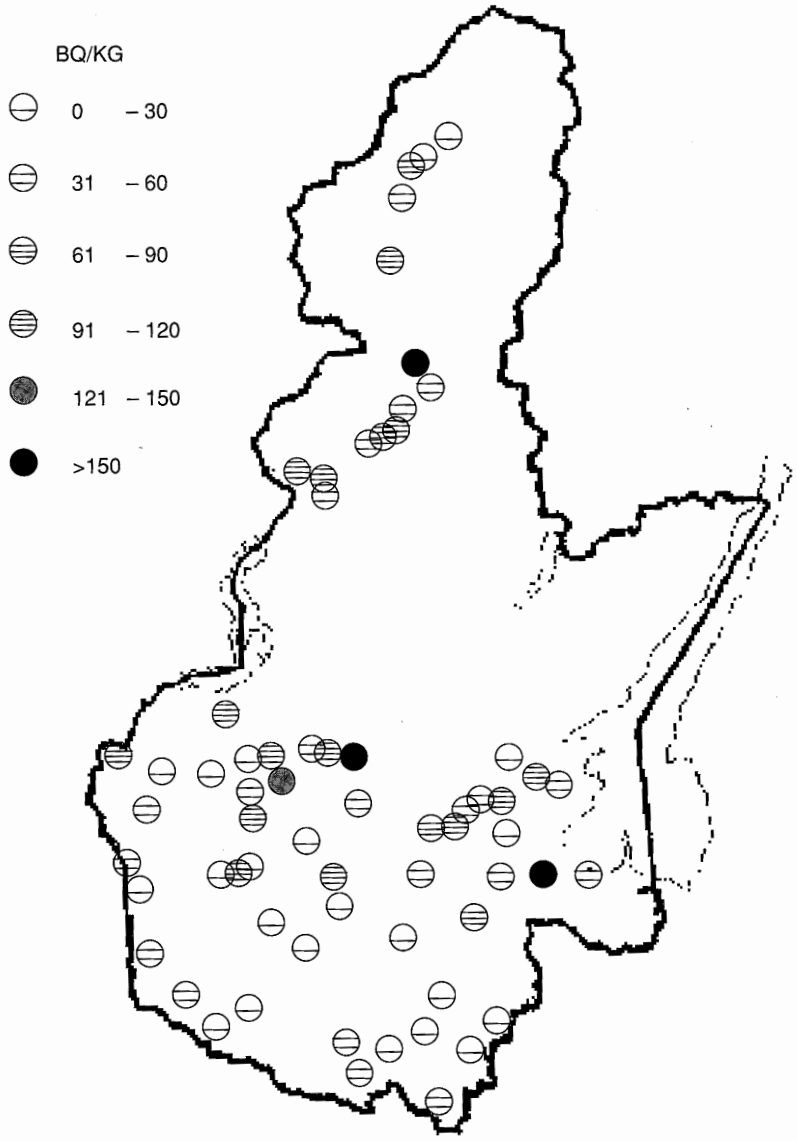

Fig. 5/A - Distribuzione geografica dei valori di 137 CS in campioni di latte bovino nel mese di maggio 1987

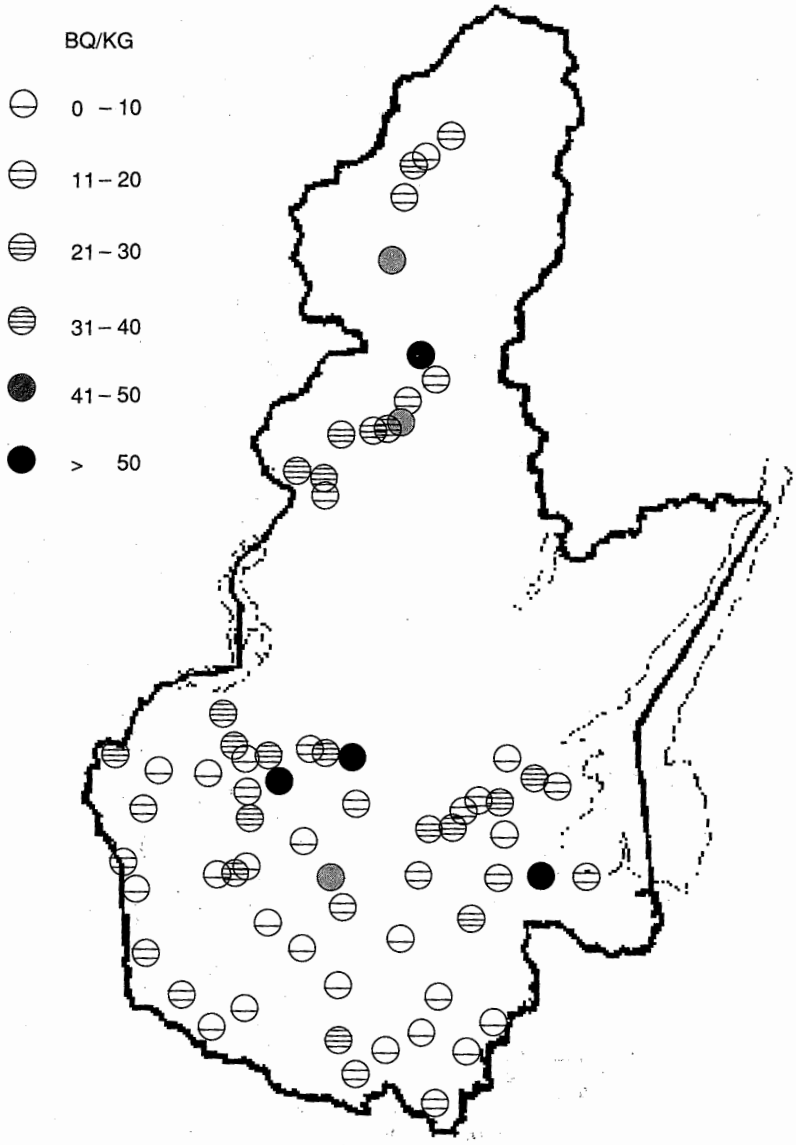

Fig. 5/B - Distribuzione geografica dei valori di 134 CS (BQ/KG) in campioni di latte bovino nel mese di maggio 1987

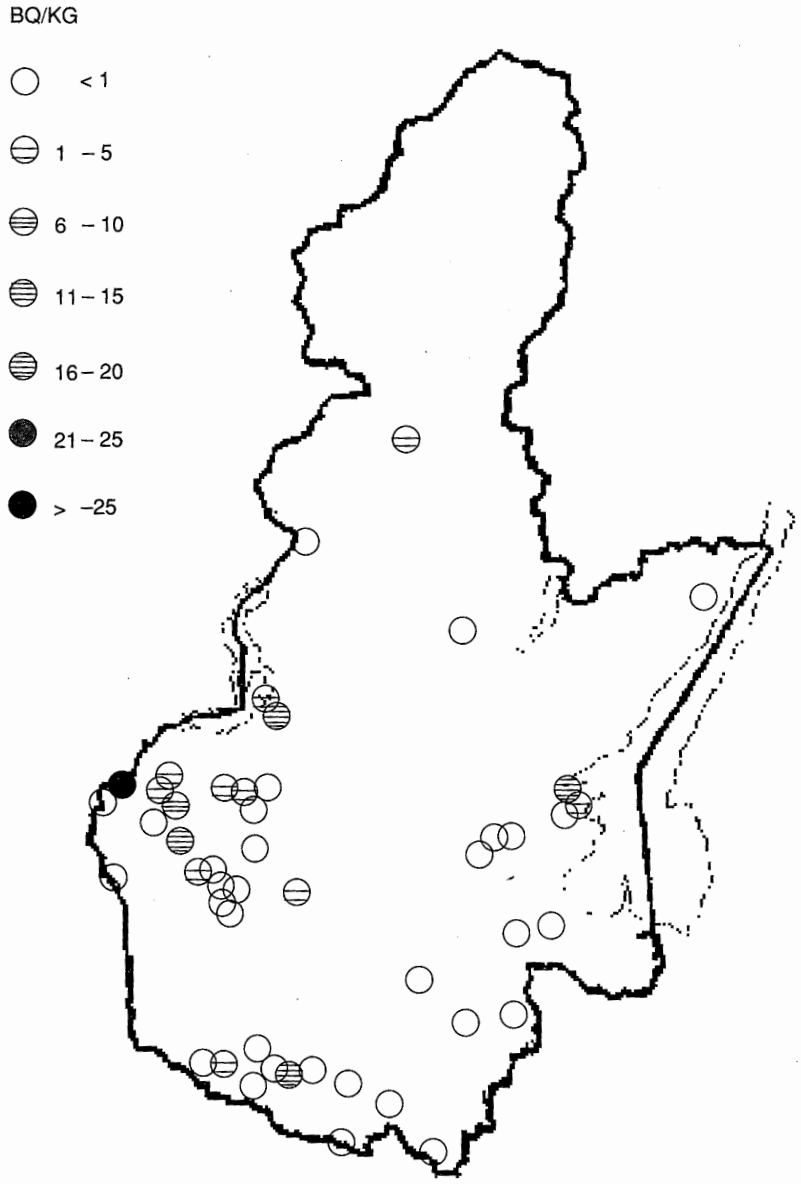

Fig. 6 - Distribuzione geografica dei valori di 137 CS (BQ/KG) in campioni di latte bovino nel mese di maggio 1988

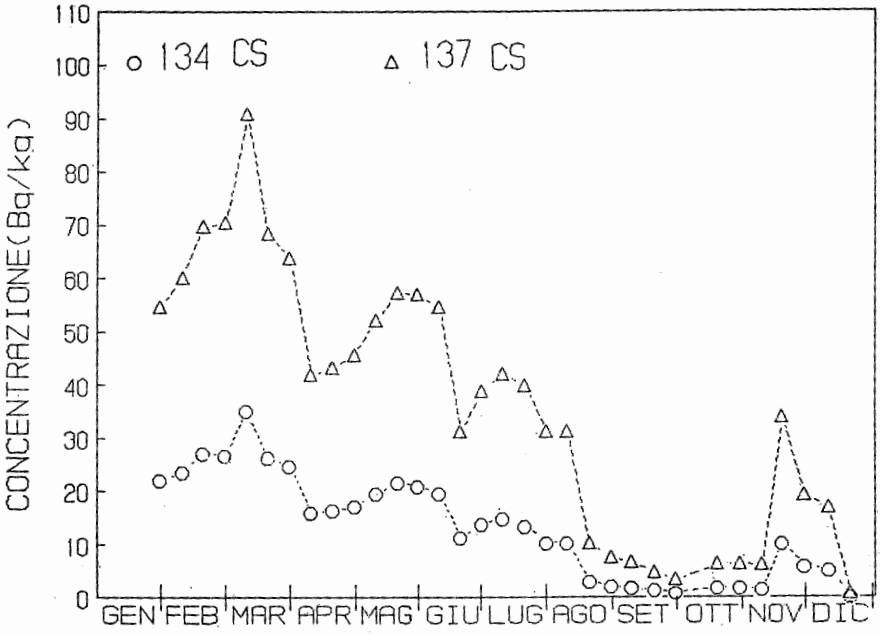

Fig. 7 - Trend del Cesio (BQ/KG) nel latte bovino prelevato in azienda relativo al 1987

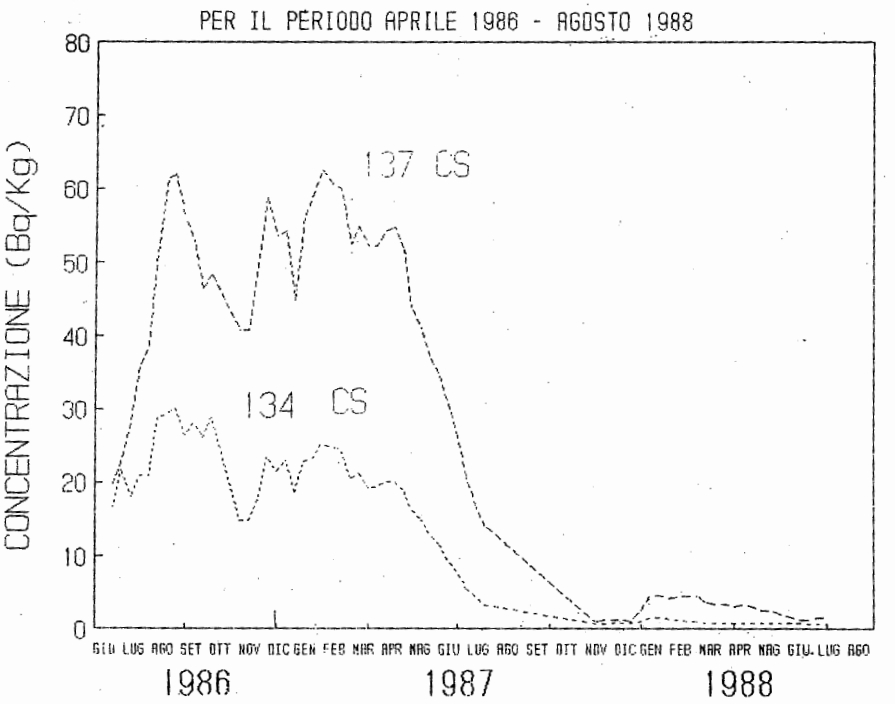

Fig. 8 - Trend del Cesio (BQ/KG) nel latte alimentare della Centrale del latte di Brescia

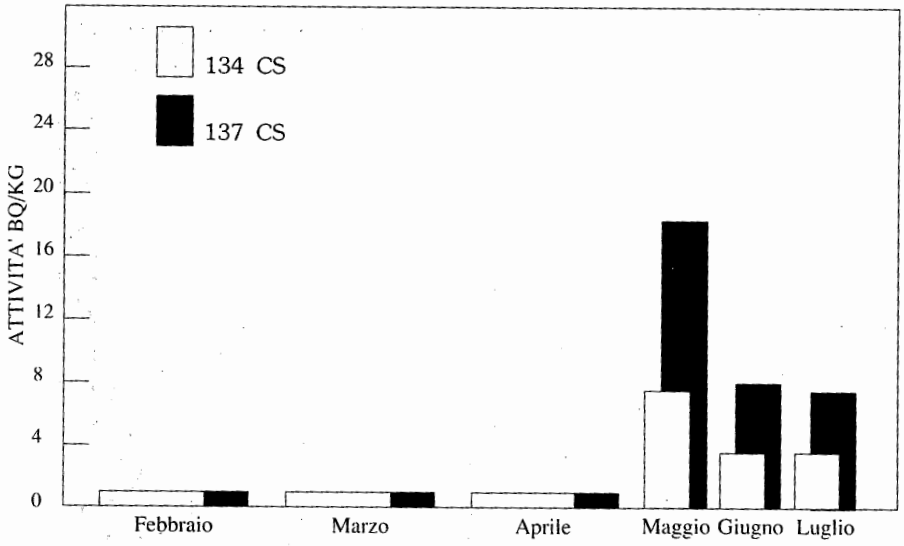

Fig. 9 - Attività del Cesio (BQ/KG) nel provolone per il periodo febbraio 1986 - luglio 1986

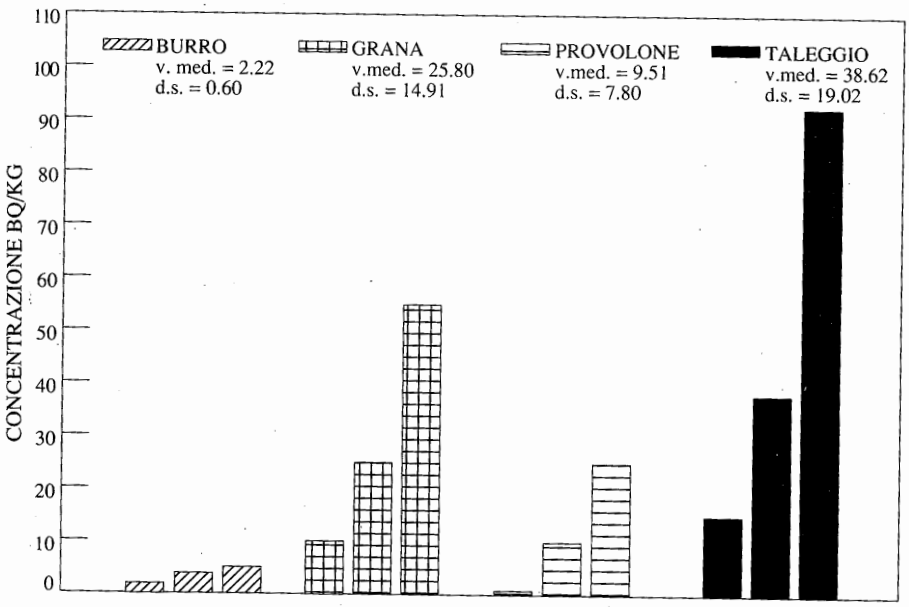

Fig. 10 - Attività minima - media - massima del 137 CS (BQ/KG) nei formaggi (ottobre 1986-ottobre 1987)

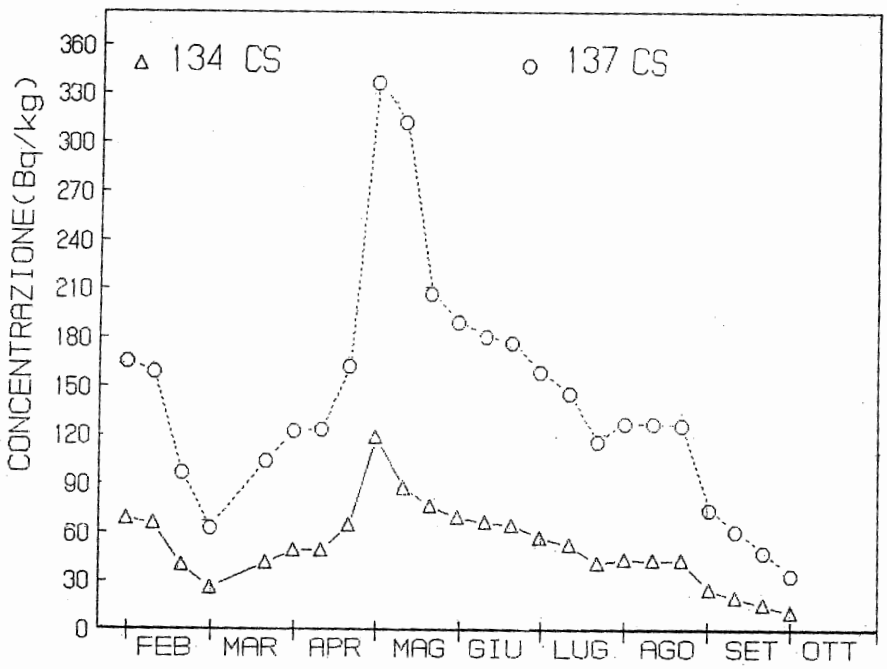

Fig. 11 - Trend del Cesio (BQ-KG) nella carne bovina nel 1987

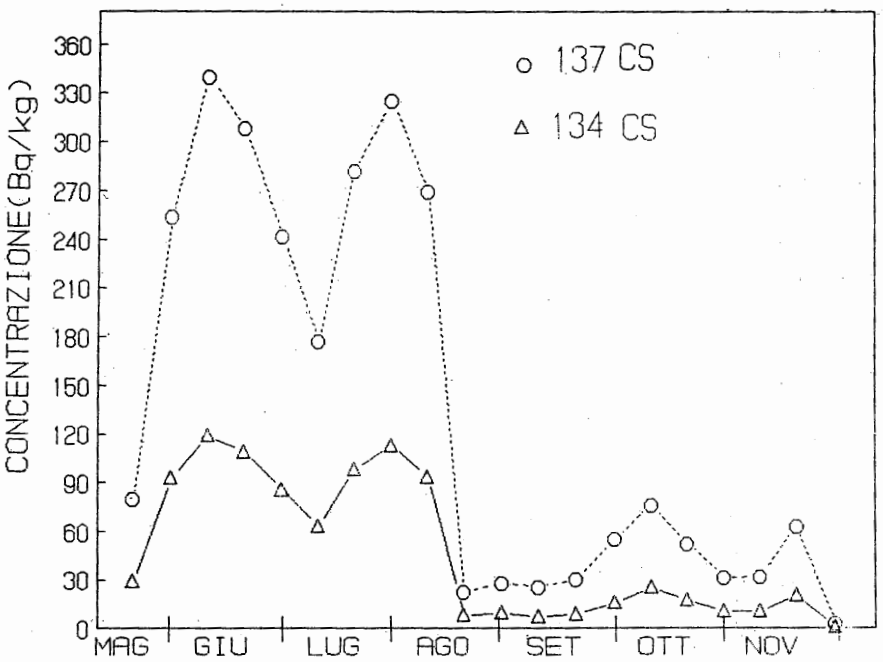

Fig. 12 - Trend del Cesio (BQ/KG) nella carne di coniglio nel 1987

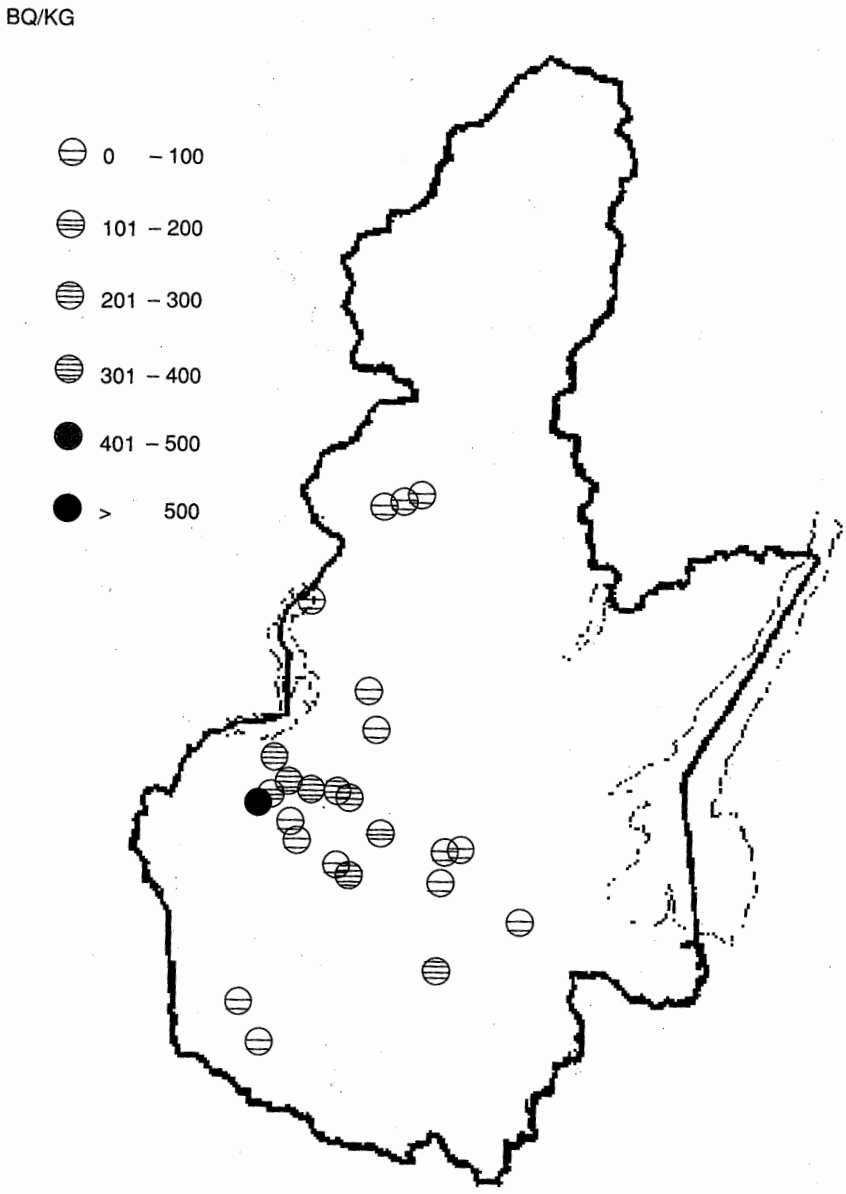

Fig. 13/A - Distribuzione geografica dei valori di 137 CS (BQ/KG) in campioni di carne di coniglio nel 1987

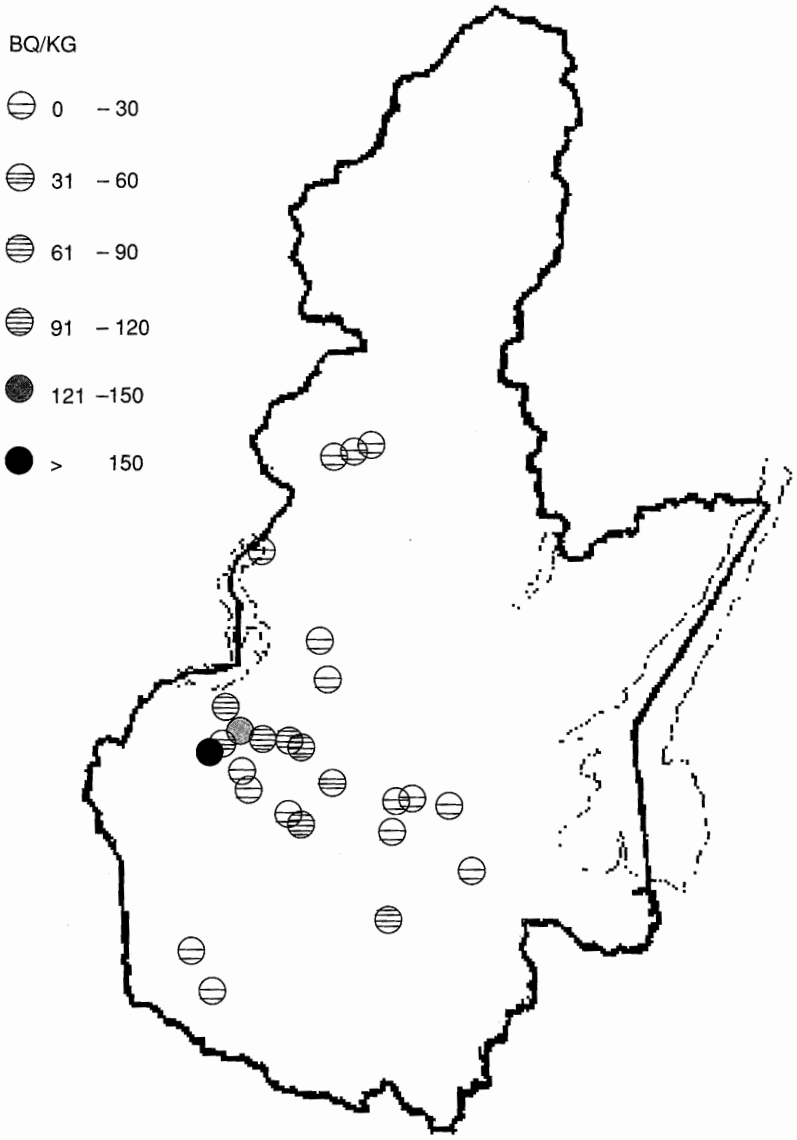

Fig. 13/B - Distribuzione geografica dei valori di 134 CS (BQ/KG) in campioni di carne di coniglio nel 1987

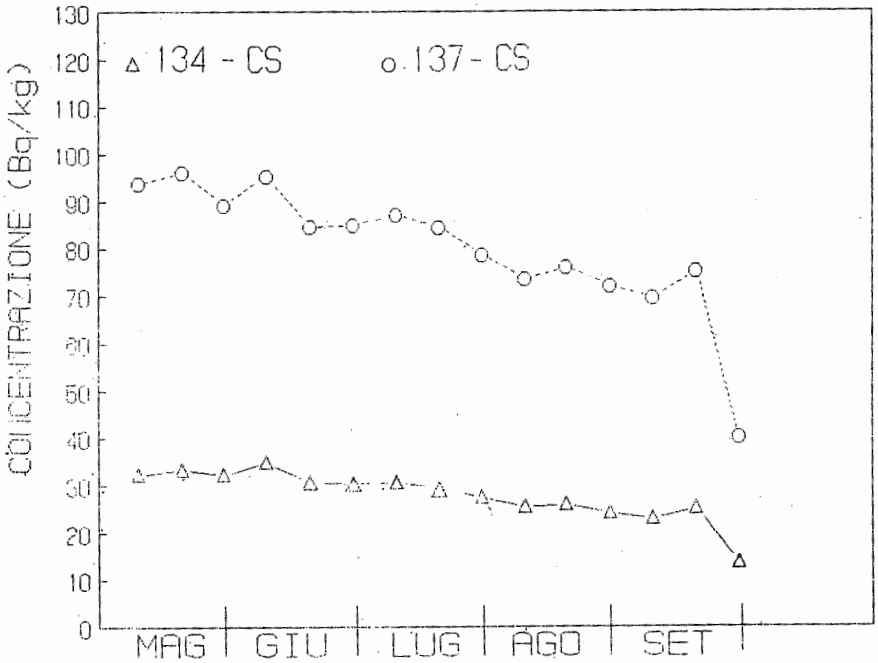

Fig. 14 - Trend del Cesio (BQ/KG) nella carne suina nel 1987

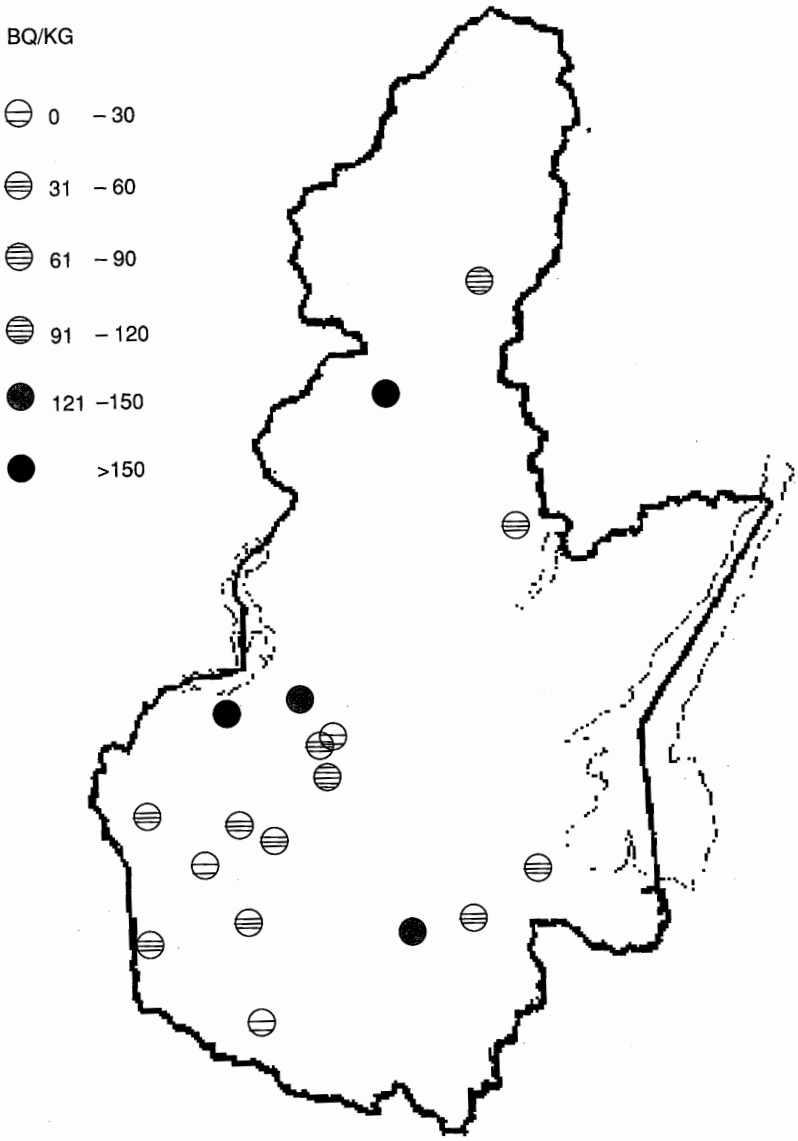

Fig. 15/A - Distribuzione geografica dei valori di 137 CS (BQ/KG) in campioni di carne suina da maggio ad agosto 1987

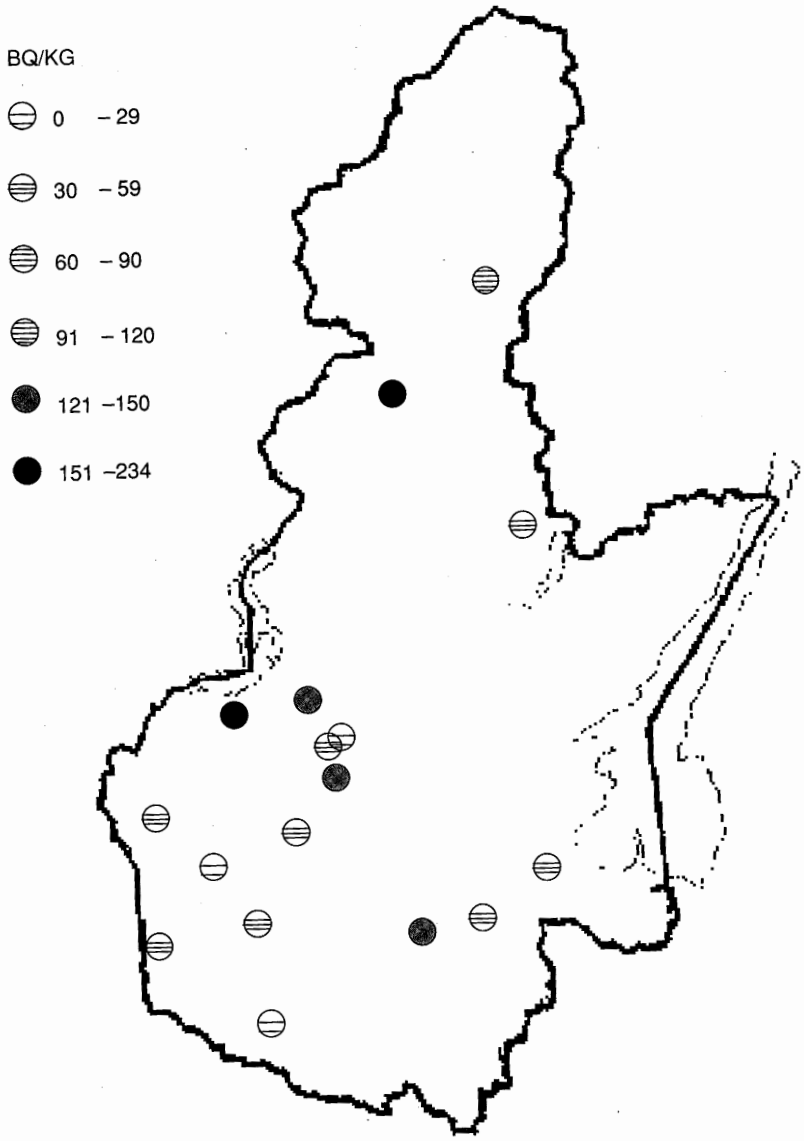

Fig. 15/B - Distribuzione geografica dei valori di CS-137 (BQ/KG) in campioni di carne suina da maggio ad agosto 1987

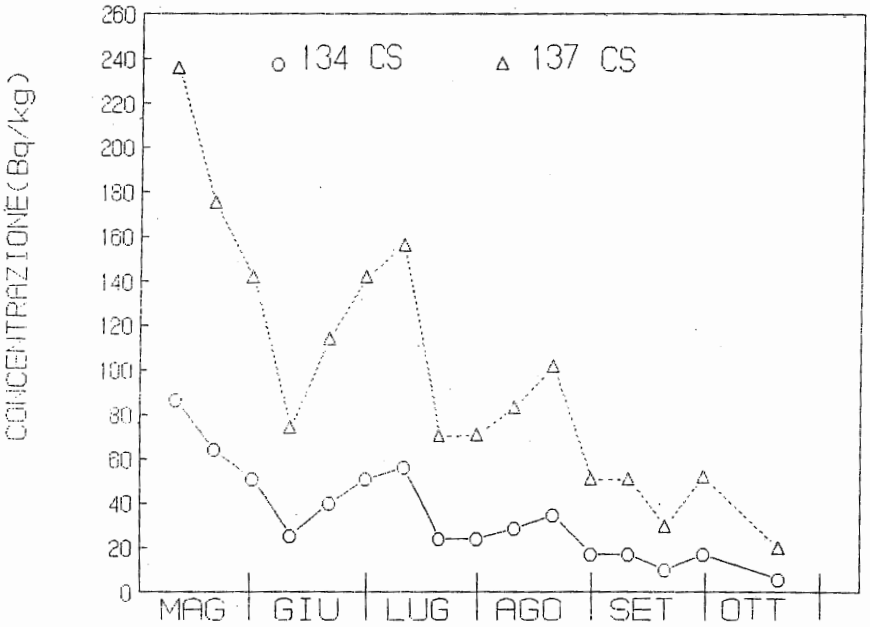

Fig. 16 - Trend del Cesio (BQ/KG) nella carne equina nel 1987

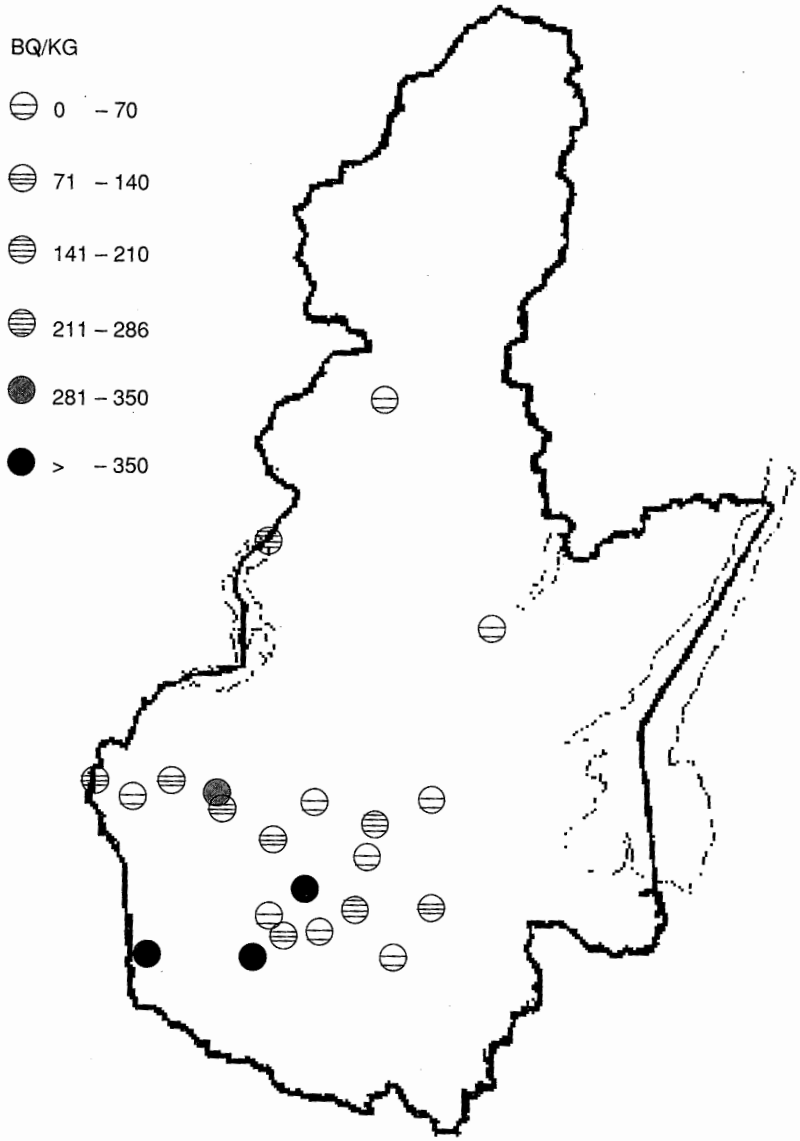

Fig. 17/A - Distribuzione geografica dei valori di 137 CS (BQ/KG) in campioni di carne equina da maggio ad agosto1987

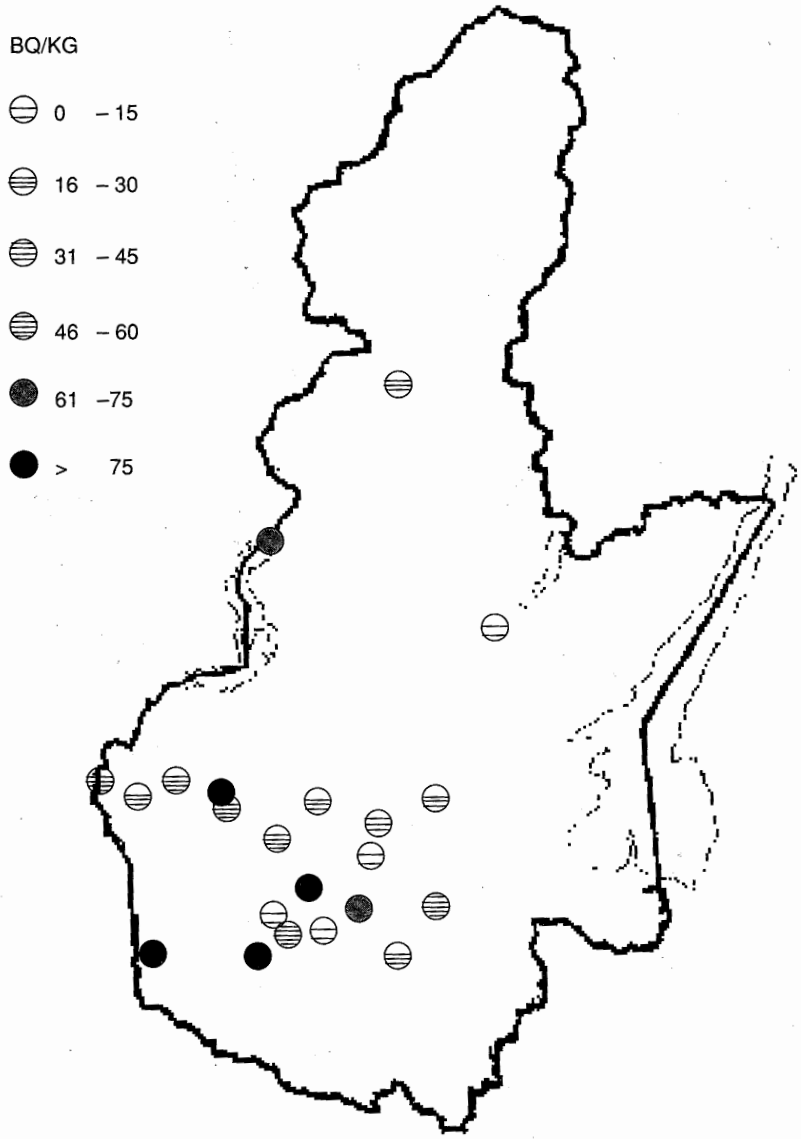

Fig. 17/B - Distribuzione geografica dei valori di 134 CS (BQ/KG) in campioni di carne equina da maggio ad agosto 1987

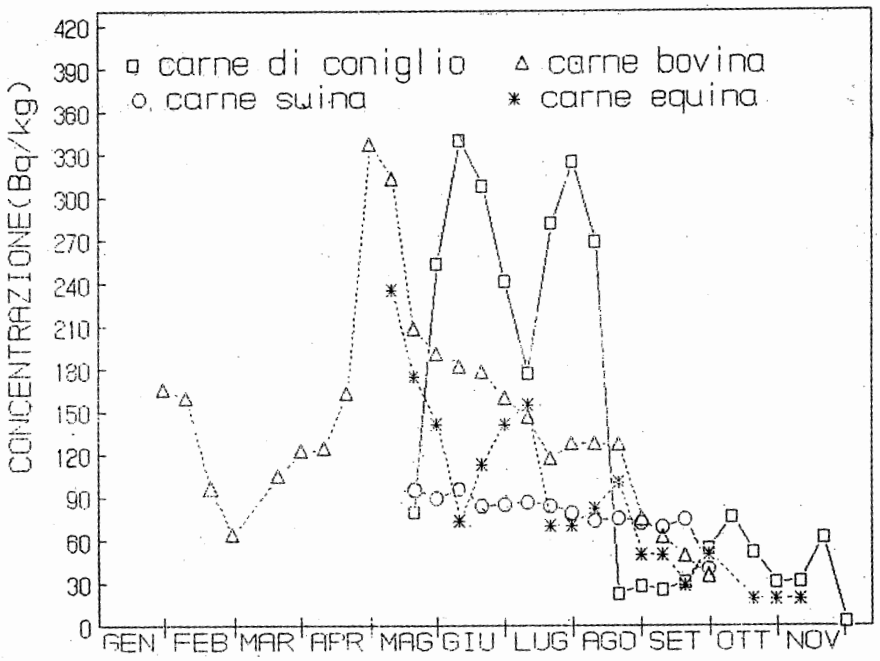

Fig. 18/a - Trend del 137 CS (BQ/KG) nella carne nel 1987

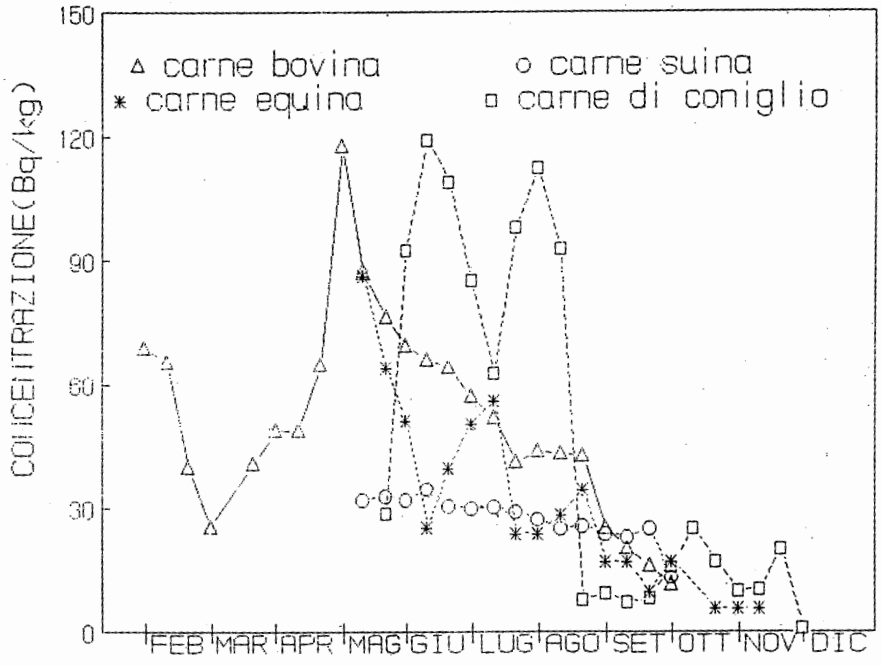

Fig. 18/b - Trend del 134 CS (BQ/KG) nella carne nel 1987

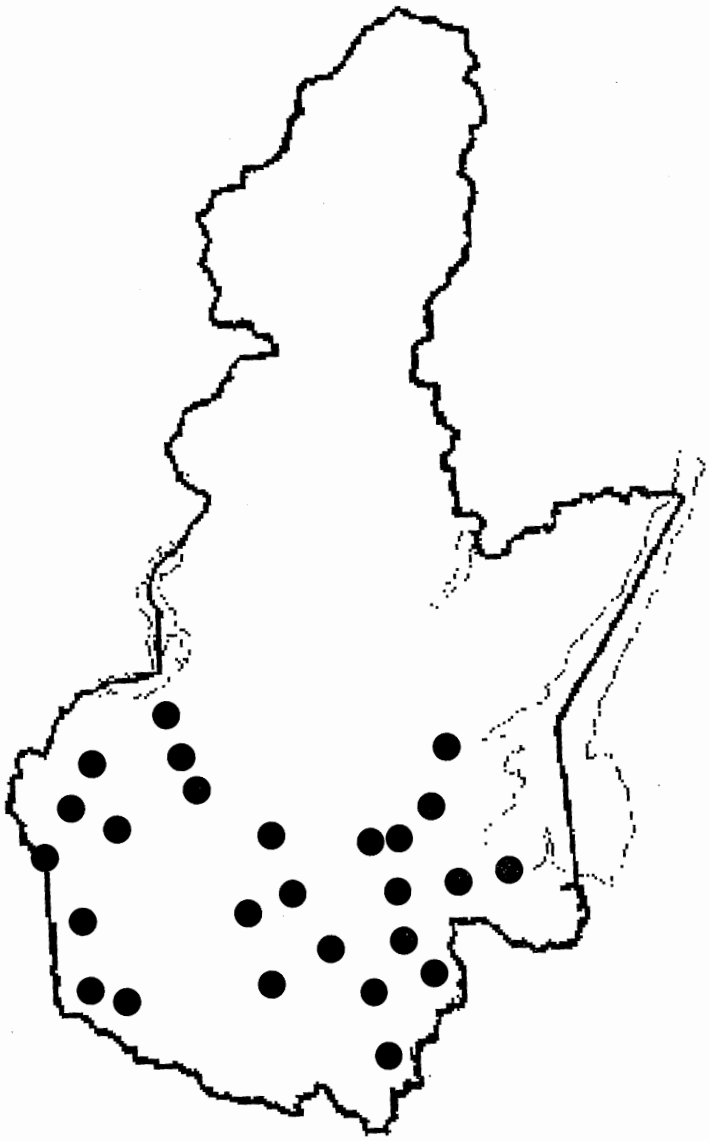

Fig. 19 - Distribuzione geografica dei punti di prelievo dei campioni di foraggio, feci e latte bovino nel 1987

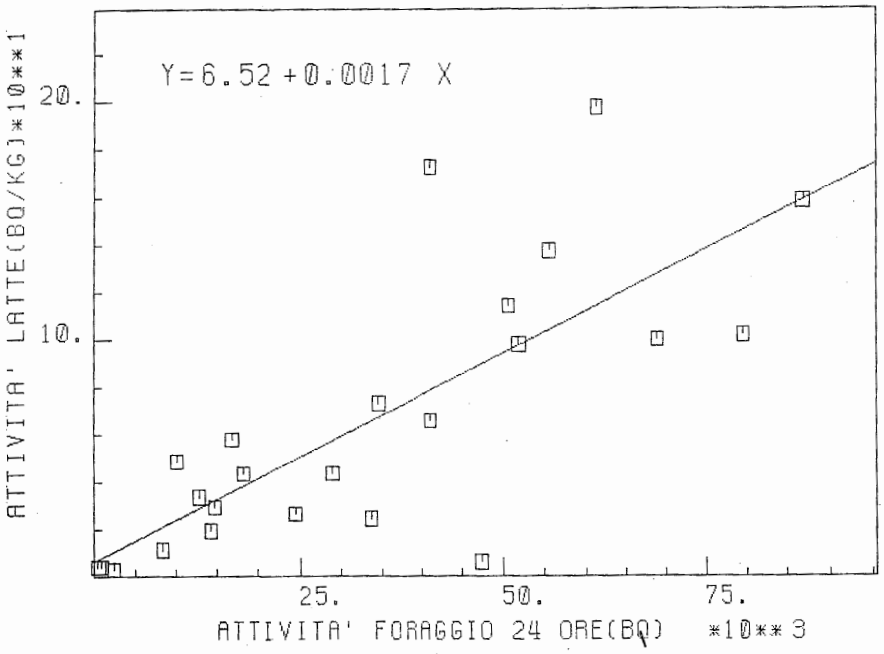

Fig. 20 - Trasferimento dieta-latte del Cesio

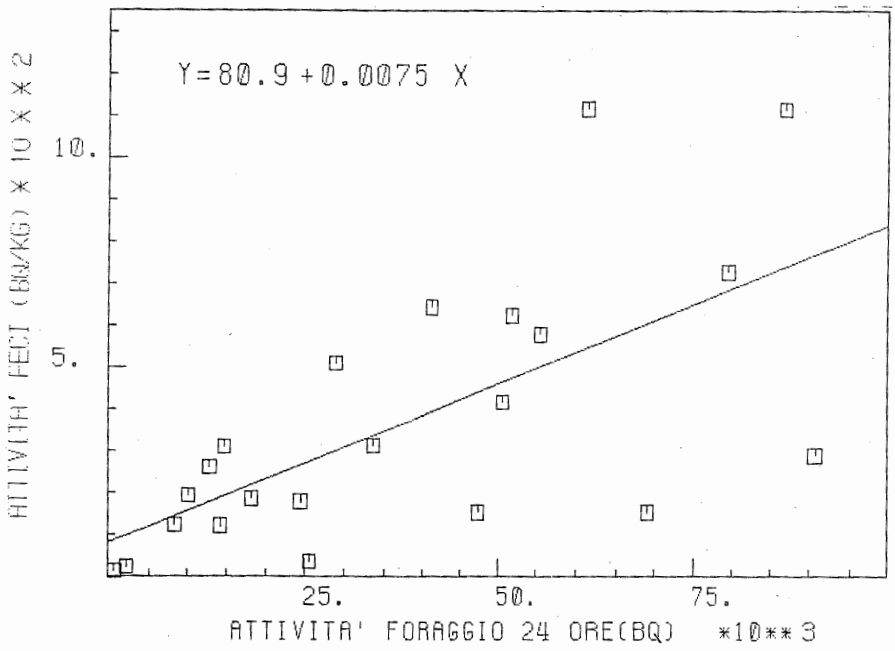

Fig. 21 - Trasferimento dieta-feci del Cesio

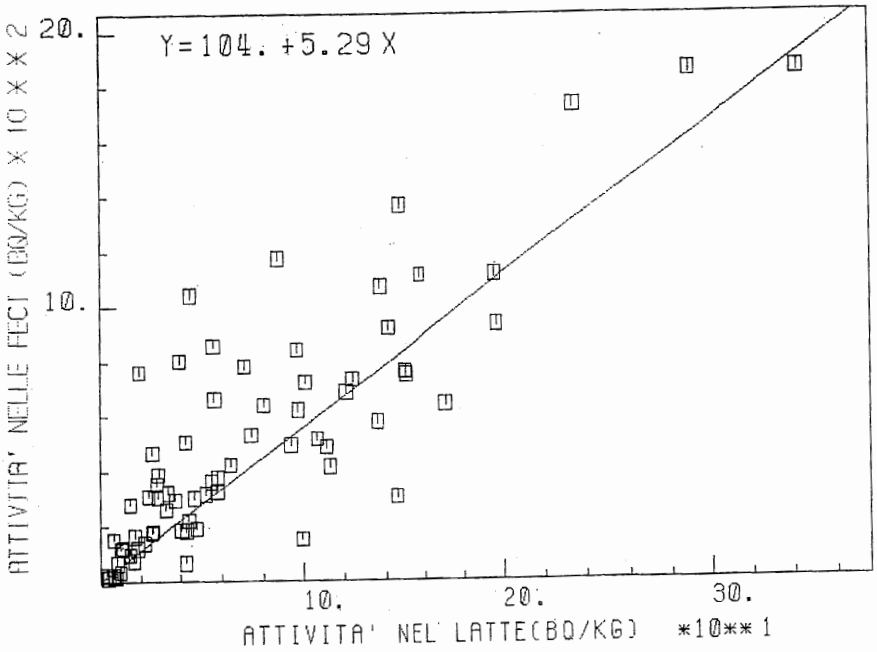

Fig. 22 - Ripartizione feci-latte del Cesio

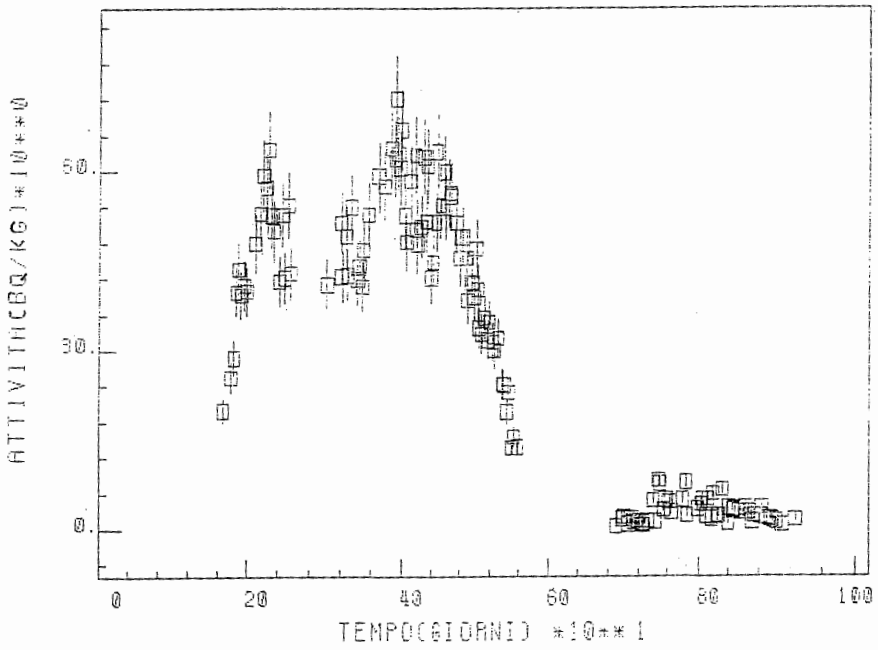

Fig. 23 - Emivita del 137 CS (BQ/KG) nel latte alimentare della Centrale del Latte di Brescia da giugno '86 ad agosto '88

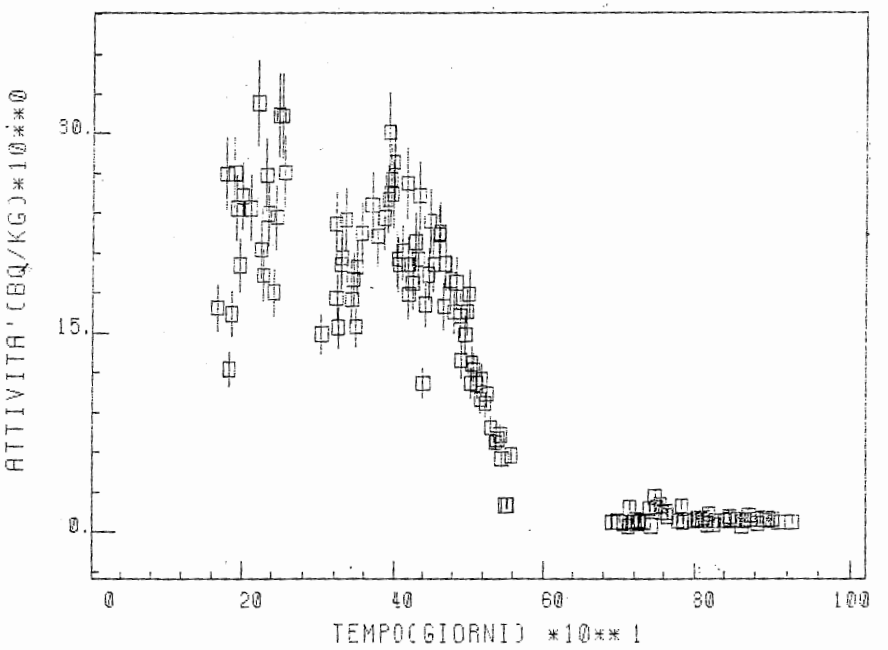

Fig. 24 - Emivita del 134 CS (BQ/KG) nel latte alimentare della Centrale del Latte di Brescia da giugno '86 ad agosto '88

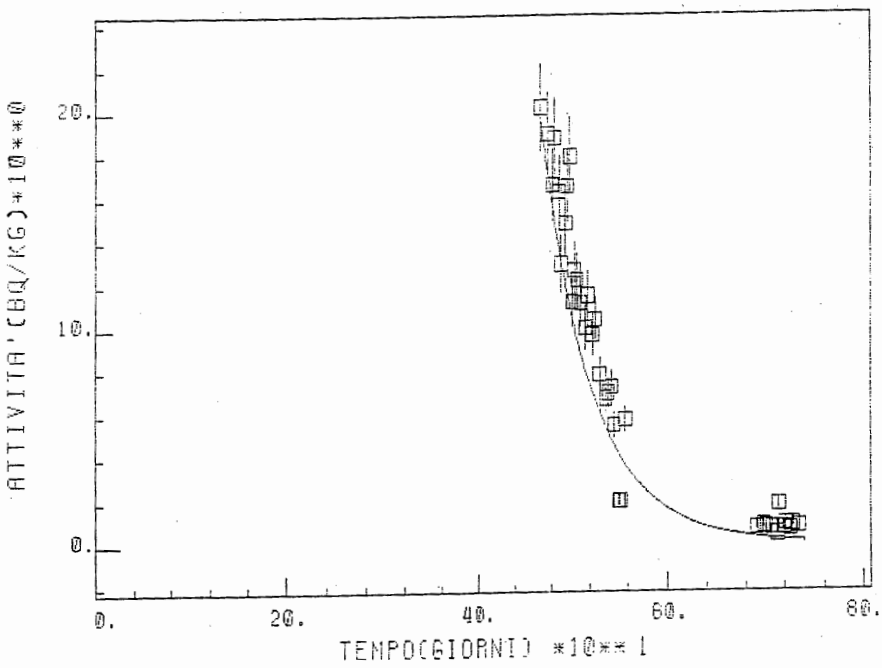

Fig. 25 - Emivita del 137 CS (BQ/KG) nel latte alimentare della Centrale del Latte di Brescia

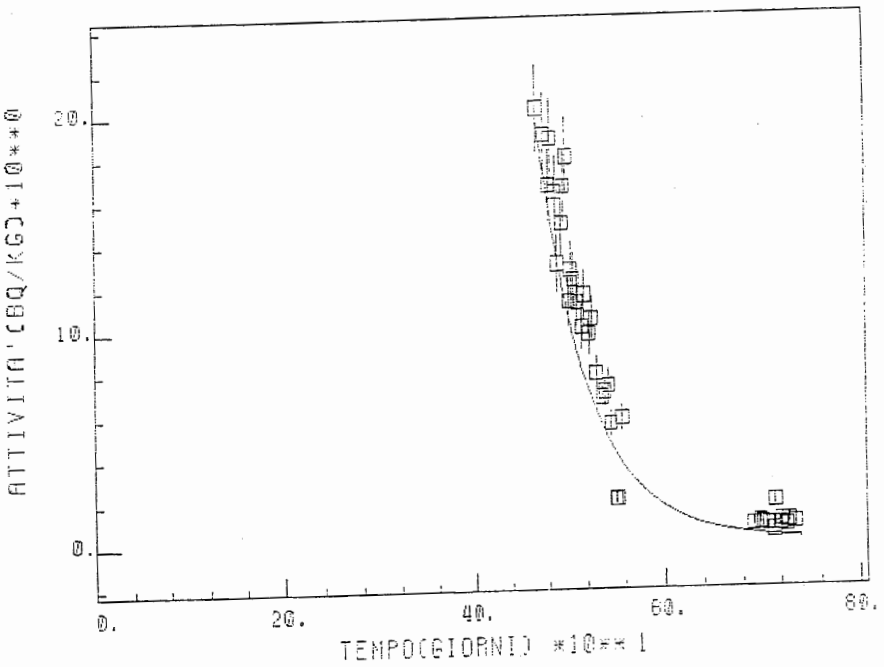

Fig. 26 - Emivita del 134 CS (BQ/KG) nel latte alimentare della Centrale del Latte di Brescia

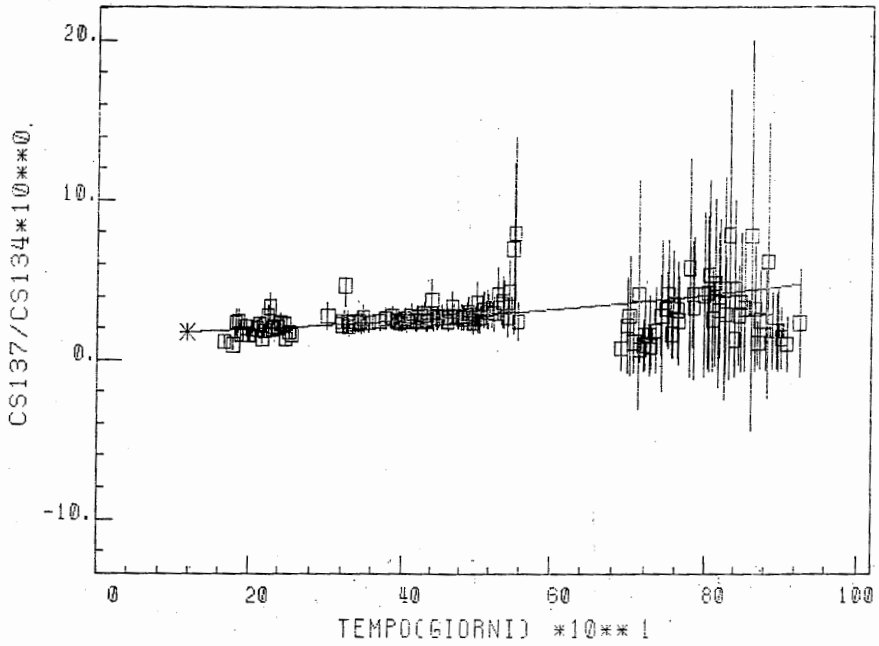

Fig. 27 - Rapporto 137 CS - 134 CS nel latte

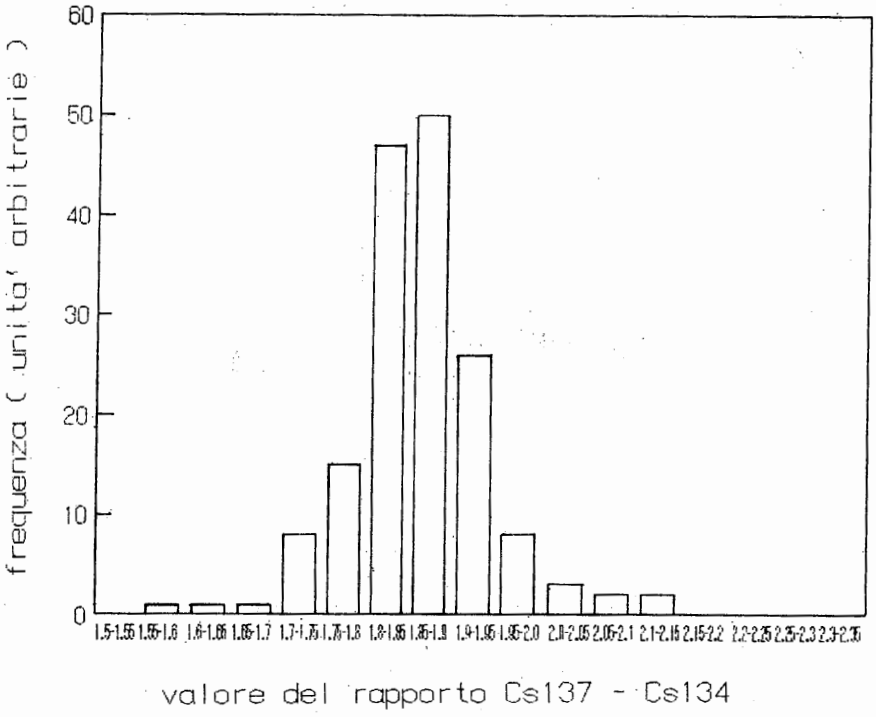

Fig. 28 - Distribuzione dei valori del rapporto 137 CS - 134 CS nel fieno di maggio 1986

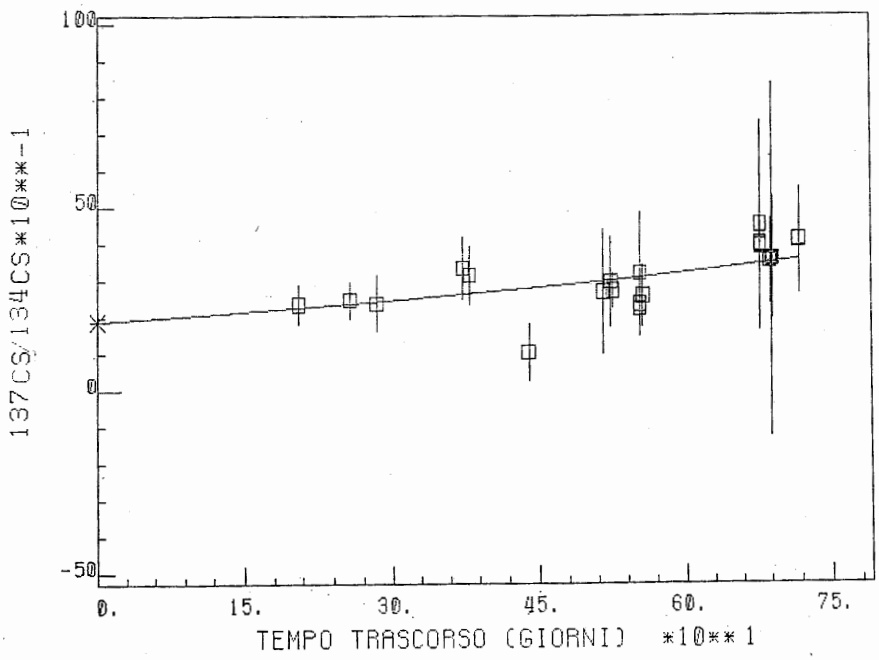

Fig. 29 - Rapporto 137 CS / 134 CS nel miele

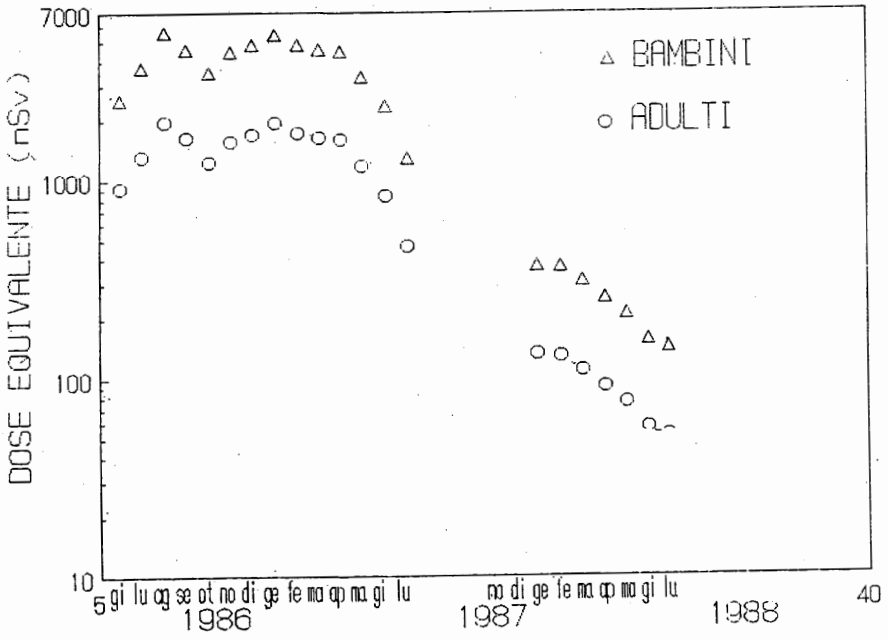

Fig. 30 - Equivalente di dose impegnato - giugno 1986 - luglio 1988

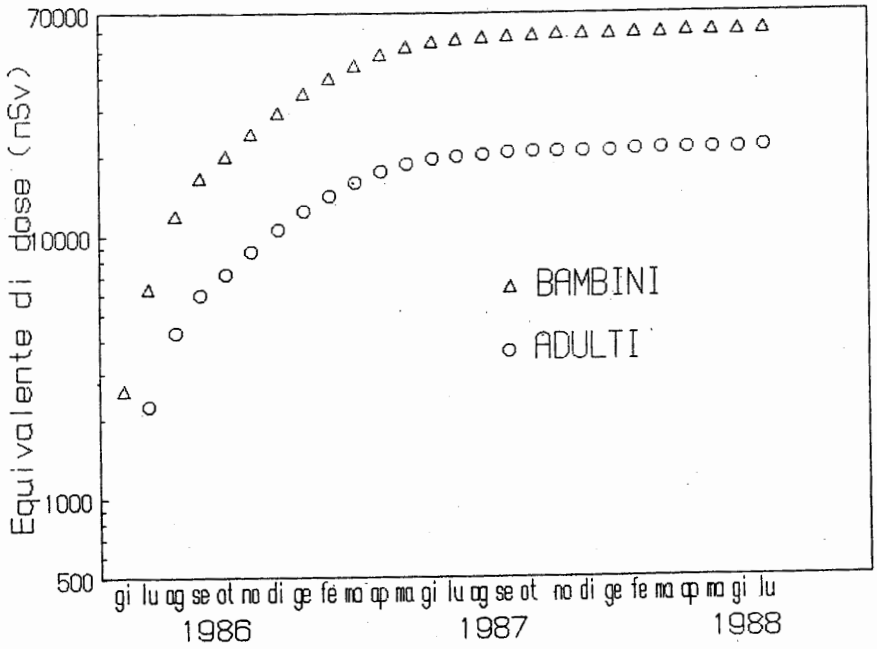

Fig. 31 - Equivalente di dose impegnato: andamento integrale giugno 86 - luglio 88

TABELLA 1 - MODALITÀ DI PRELIEVO E PREPARAZIONE DELLE PRINCIPALI MATRICI ANALIZZATE

Matrice	Prelievo	Preparazione
Carne	Masse muscolari	Solo le parti edibili macinate fino a completa omogeneità
Fieno	Mutiplo su ogni balla esaminata	Trinciato
Feci	Diretto dall'ampolla rettale	Tal quale
Mangimi	Multipli dalla massa	Tal quale
Insilato di mais	Multiplo sul fronte dell'insilato	Tal quale
Latte	- Unico dalla cisterna di refrigerazione dopo rimescolamento - Multiplo da più bidoni in assenza di cisterna	Tal quale
Acqua	Multiplo in più punti	Passaggio su resina NCFC supportata su gel di silice
Latticini	Singolo	Omogeneizzazione della parte edibile
Verdure	Multiplo dalla partita	Omogeneizzazione della parte edibile

TABELLA 2 - CAMPIONI DI MATRICI AMBIENTALI/ALIMENTARI ESAMINATI NEL PERIODO 1986-1988

Erba:	65
Insilato:	52
Fieno:	796
Altri alimenti semplici (mais, frumento, crusca, soia, ecc.):	275
Paglie:	18
Farina di carne:	42
Farina di pesce:	16
Farina di ossa:	6
Latte per uso zootecnico:	81
Carni bovine:	1.173
Carni equine:	144
Carni ovicaprine:	16
Carni aviarie:	74
Carni cunicole:	189
Carni di lepre:	21
Carni suine:	165
Miele:	55
Uova:	42
Insaccati:	187
Selvaggina:	77
Funghi:	34
Acqua:	69
Latte bovino:	5.749
Latte ovicaprino:	22
Latticini:	152
Pesci:	138
Feci:	1.799
Urine:	168
Paste alimentari:	31
	N. Totale: 11.656

TABELLA 3 - PARAMETRI MERCEOLOGICI DI ALCUNI DERIVATI DEL LATTE

Tipo	% Acqua	% Proteine	% Sali	% Grassi
Burro	16	2	2	82
Provolone	36-40	25-28	4.3-5	27
Grana	30	35-39	5-5.6	21-25
Taleggio	48	21-22	3.1-3.6	26

TABELLA 4 - RICERCA DI RADIONUCLIDI IN CAMPIONI DI VERDURA NELLA PROVINCIA DI BRESCIA

Località di prelievo	Tipo di verdura	Data del prelievo	Sigla azienda	Attività 134 CS BQ/KG	Attività 137 CS BQ/KG	Attività CS totale BQ/KG
Orzinuovi (Bs)	Aglio	21-6-88	C	0.9	1.02	1.92
Bagnolo Mella (Bs)	Cavolo cap.	21-6-88	F	0.4	0.5	0.9
Bagnolo Mella (Bs)	Zucca	21-6-88	F	0.28	0.33	0.61
Bagnolo Mella (Bs)	Zucchini	21-6-88	F	0.68	0.73	1.41
Bagnolo Mella (Bs)	Cornetti	21-6-88	F	0.52	0.62	1.4
Bagnolo Mella (Bs)	Radicchio	21-6-88	F	0.32	0.33	0.65
Bagnolo Mella (Bs)	Pomodori	21-6-88	F	0.7	0.7	1.41
Bagnolo Mella (Bs)	Radicchio verde	14-3-88	F	0.35	0.35	0.7
Bagnolo Mella (Bs)	Radicchio	5-5-88	F	0.4	0.4	0.8
Bagnolo Mella (Bs)	Valeriana	14-3-88	F	0.31	0.32	0.63
Bagnolo Mella (Bs)	Cetrioli	21-6-88	F	0.85	0.5	1.35
Bagnolo Mella (Bs)	Insalata	14-3-88	F	0.33	0.32	0.65
B. Poncarale (Bs)	Radicchio	21-6-88	E	0.46	0.48	0.94
B. Poncarale (Bs)	Radicchio	21-6-88	E	0.67	0.66	1.33
B. Poncarale (Bs)	Radicchio	14-3-88	E	0.30	0.30	0.6
B. Poncarale (Bs)	Radicchio	5-5-88	E	0.37	0.40	0.77
B. Poncarale (Bs)	Valeriana	14-3-88	E	0.34	0.35	0.69
B. Poncarale (Bs)	Cetrioli	21-6-88	E	0.3	0.32	0.62
BS S. Bartolomeo	Bietole	21-6-88	D	0.3	0.26	0.56
BS S. Bartolomeo	Barba dei frati	21-6-88	D	0.68	0.7	1.38
Collebeato (Bs)	Bieta coste	5-5-88	D	0.3	0.3	0.6
Collebeato (Bs)	Radicchio rosso	14-3-88	D	0.78	3.50	4.2
Collebeato (Bs)	Insalata riccia	21-6-88	D	1.07	1.2	2.27
Collebeato (Bs)	Cipolle	21-6-88	D	0.64	0.65	1.29
Collebeato (Bs)	Cavolo	21-6-88	D	0.82	0.94	2.76
Orzinuovi (Bs)	Radicchio/Insal.	5-5-88	C	0.34	0.32	0.66
Orzinuovi (Bs)	Insalata riccia	14-3-88	C	0.30	0.30	0.60
Orzinuovi (Bs)	Lattuga	21-6-88	C	0.72	0.78	1.50
Orzinuovi (Bs)	Insalata riccia	5-5-88	C	0.30	0.31	0.61
Orzinuovi (Bs)	Melone	21-6-88	C	0.33	0.34	0.67
Padenghe (Bs)	Patate	21-6-88	A	0.3	0.4	0.7
Padenghe (Bs)	Cornetti	21-6-88	A	0.6	0.67	1.27
Padenghe (Bs)	Bieta coste	21-6-88	A	0.38	0.5	0.88
Padenghe (Bs)	Insalata	21-6-88	A	0.67	0.78	1.45
Padenghe (Bs)	Peperoni	21-6-88	A	0.67	0.71	1.38
Padenghe (Bs)	Cipolle	21-6-88	A	0.8	0.9	1.7
Padenghe (Bs)	Pomodori	21-6-88	A	0.68	0.71	1.39
Padenghe (Bs)	Porri	14-3-88	A	0.66	0.66	1.32
Padenghe (Bs)	Insalata	5-5-88	A	0.30	0.33	0.63
Padenghe (Bs)	Melanzane	21-6-88	A	0.56	0.57	1.13
Padenghe (Bs)	Sedano	21-6-88	A	0.82	0.94	1.76
Padenghe (Bs)	Ravanelli	5-5-88	A	0.38	0.4	0.78
Padenghe (Bs)	Zucchine	21-6-88	A	0.32	0.33	0.65
Padenghe (Bs)	Verza	14-3-88	A	0.37	0.4	0.8
Pontevico (Bs)	Zucchine	21-6-88	B	0.9	0.87	1.77

Segue TABELLA 4

Località di prelievo	Tipo di verdura	Data del prelievo	Sigla azienda	Attività 134 CS BQ/KG	Attività 137 CS BQ/KG	Attività CS totale BQ/KG
Pontevico (Bs)	Sedano	21-6-88	B	0.78	1.11	1.89
Pontevico (Bs)	Radicchio rosso	14-3-88	B	0.36	0.69	1.0
Pontevico (Bs)	Insalata riccia	14-3-88	B	0.34	0.33	0.67
Pontevico (Bs)	Insalata riccia	5-5-88	B	0.35	0.35	0.7
Pontevico (Bs)	Insalata/radic.	5-5-88	B	0.4	1.56	2.0
Pontevico (Bs)	Melanzane	21-6-88	B	0.32	0.33	0.65
Pontevico (Bs)	Sedano	5-5-88	B	0.4	0.60	1.0
Pontevico (Bs)	Cornetti	21-6-88	B	0.56	0.60	1.16
Pontevico (Bs)	Cavolo cap.	21-6-88	B	0.54	0.56	1.1
Pontevico (Bs)	Patate	21-6-88	B	0.53	0.62	1.15
Pontevico (Bs)	Carote	21-6-88	B	0.71	0.65	1.36
Pontevico (Bs)	Pomodori	21-6-88	B	0.86	0.81	1.67
Pontevico (Bs)	Porri	14-3-88	B	0.35	0.59	1.0
Pontevico (Bs)	Bietola coste	5-5-88	B	0.4	0.3	0.7

TABELLA 5 - ATTIVITÀ DEL CESIO (BQ/KG) IN CAMPIONI DI MIELE NEL PERIODO NOVEMBRE 1986 - APRILE 1988

Località di prelievo	Data del prelievo	Tipo di miele	134 CS BO/KG	137 CS BQ/KG	CS Tot BQ/G
Polaveno	18-11-86		27.54	64.27	91.81
Botticino	8-1-87		33.92	83.10	117.02
Nave	4-2-87		14.34	33.82	48.16
Botticino	4-5-87		19.22	63.48	82.70
Brescia	11-5-87		20.28	63.05	83.33
Botticino	30-9-87		8.02	23.55	31.57
Chiari	9-10-87		0.00	0.00	0.00
Franciacorta	10-7-87	Miele d'acacia	3.40	3.48	6.88
Ospitaletto	10-7-87	Miele d'acacia	0.00	2.37	2.37
Orzivecchi	22-9-87	Miele d'acacia	3.55	9.44	12.99
Botticino	2-10-87	Miele millefiori	48.10	129.87	177.97
Lonato	31-10-87	Miele di robinia	4.74	14.91	19.65
Lonato	31-10-87	Miele millefiori	13.83	30.60	44.43
Lonato	31-10-87	Miele millefiori	36.19	84.36	120.55
Lonato	3-11-87	Miele millefiori	13.06	33.41	46.47
Ome	4-3-88	Millefiori prod. 87	14.19	55.93	70.12
Botticino	4-3-88	Zona produz. Bovegno	6.85	30.49	37.34
Brescia	14-3-88		12.26	42.71	54.97
Brescia	12-4-88	Miele Millefiori	10.01	40.57	50.58
Iseo	4-3-88	Castagno prod. 87	16.54	64.12	80.66
Botticino	31-3-88		0.00	5.60	5.60
Orzinuovi	14-3-88		0.70	2.46	3.16
Mazzano	4-3-88	Millefiori prod. 87	4.31	16.78	21.09
Brescia	4-3-88		3.05	13.58	16.63
Agnosine	31-3-88		0.00	0.00	0.00
Villa Carcina	31-3-88		0.00	3.90	3.90
Castegnato	15-3-88		6.11	21.80	27.91
Castegnato	12-4-88	Miele di castagno	17.36	70.55	87.91

TABELLA 6 - ESEMPIO DI ALIMENTAZIONE BOVINE IN LATTAZIONE

INVERNALE	
Insilato di mais	kg 10-15
Fieno di loietto	kg 4
Fieno di medica	kg 4
Mangime composto integrato al 16-18% di proteina grezza	kg 4-6 (in base alla produzione di latte della singola vacca)
Intregrazione minerale (Ca+P)	gr 60/capo/die

ESTIVA (di durata limitata l'uso dell'erba)	
Erba di ladino o di medica	kg 15-20
Fieno di loietto 1° sfalcio	kg 8
Insilato di mais	kg 10-15
Mangime composto integrato	kg 4-6

ESEMPIO DI UNIFEED

Razione base per una vacca di 6 quintali che produce kg 22 di latte al giorno al 3,7% di grasso

Insilato di mais	kg 14
Fieno di 1° sfalcio	kg 3,5
Fieno di medica 1° e 2° sfalcio	kg 2,5
Orzo	kg 1,0
Mais	kg 1,5
Polpe essiccate	kg 2,0
Milkcow base UF	kg 2,0
Tot.	26,50 kg/vacca + 4 litri di H_2O

+

Mangime composto integrato in pellet: 3 kg/litro latte in più prodotto oltre i 15 kg/die

TABELLA 7 - PARAMETRI DEI FIT LINEARI AI DATI RELATIVI AL TRASFERIMENTO DEL CESIO DALLA DIETA ANIMALE AD ALTRI COMPARTIMENTI

TABELLA 7/A - TRASFERIMENTO DIETA-LATTE DEL CESIO

Numero di punti: 24

	Parametro	Incertezza
Intercetta	0.652E+01	0.13E+02
Pendenza	0.174E–02	0.31E–03
Coefficiente di correlazione lineare		0.768
Valore di t per 22 gradi di libertà		5.630

TABELLA 7/B - TRASFERIMENTO DIETA-FECI DEL CESIO

Numero di punti: 22

	Parametro	Incertezza
Intercetta	0.809E+02	0.90E+02
Pendenza	0.752E–02	0.19E–02
Coefficiente di correlazione lineare		0.655
Valore di t per 20 gradi di libertà		3.878

TABELLA 7/C - RIPARTIZIONE LATTE-FECI DEL CESIO

Numero di punti: 75

	Parametro	Incertezza
Intercetta	0.104E+03	0.38E+02
Pendenza	0.529E+01	0.38E+00
Coefficiente di correlazione lineare		0.849
Valore di t per 73 gradi di libertà		13.746

TABELLA 8/A - TEMPO DI DIMEZZAMENTO EFFETTIVO DEL CESIO DAL COMPARTIMENTO LATTE

ISOTOPO	EMIVITA (GIORNI)
137 CS	36.5+0.15
134 CS	36.1+0.21

TABELLA 8/B - RAPPORTO 134 CS4 / 137 CS

Valore iniziale del rapporto	1:1.74
Tempo di dimezzamento del rapporto (giorni):	
Valore atteso:	1156.9
Valore interpolato:	1173.9

TABELLA 9/A - PRODUZIONE E CONSUMO DEL LATTE ALIMENTARE DELLA CENTRALE DEL LATTE NELLA PROVINCIA DI BRESCIA

ANNO 1986		ANNO 1987	
Q.li lavorati	Q.li consumati in provincia	Q.li lavorati	Q.li consumati in provincia
147.400	140.000	157.800	149.900

TABELLA 9/B - POPOLAZIONE DEL BACINO DI UTENZA DELLA CENTRALE DEL LATTE DI BRESCIA

ANNO 1986			ANNO 1987		
Bambini	Adulti	Totale	Bambini	Adulti	Totale
142.750	628.100	770.850	142.658	628.468	771.126

TABELLA 9/C - FATTORI D'USO MENSILI DI LATTE ALIMENTARE DELLA CENTRALE DEL LATTE (LITRI PRO CAPITE)

ANNO 1986		ANNO 1987	
Bambini	Adulti	Bambini	Adulti
1.26	2.52	1.35	2.70

TABELLA 9/D - FATTORI DI CONVERSIONE ATTIVITÀ INGERITA / EQUIVALENTE DI DOSE (nSv / Bq)

	Bambini	Adulti
134 Cs	30	20
137 Cs	20.4	13.6

TABELLA 10 - EQUIVALENTE DI DOSE EFFICACE IMPEGNATO PER BAMBINI ED ADULTI DEL BACINO DI UTENZA DELLA CENTRALE DEL LATTE DI BRESCIA (137 Cs + 134 Cs).

Periodo	Adulti	Bambini	Adulti	Bambini
	Dose mensile		Dose cumulativa (*)	
06-86	923.08	2545.30	923.08	2545.30
07-86	1348.40	3714.70	2271.50	6260.00
08-86	2029-80	5591.30	4301.28	11851.30
09-86	1664.60	4586.70	5965.88	16438.00
10-86	1268.10	3491.80	7233.98	19929.80
11-86	1601.20	4409.30	8835.18	24339.10
12-86	1748.50	4815.70	10583.68	29154.80
01-87	1986.00	5469.50	12569.68	34624.43
02-87	1762.50	4583.80	14332.18	39478.10
03-87	1658.20	4566.40	15990.38	44044.50
04-87	1644.10	4527.30	17634.48	48571.80
05-87	1208.20	3327.00	18842.68	51898.80
06-87	855.33	2354.90	19698.00	54253.70
07-87	473.61	1303.60	20171.62	55557.30
08-87			20420.46	56242.30
09-87			20669.30	56927.30
10-87			20918.40	57612.30
11-87	24.07	66.40	20942.20	57678.70
12-87	47.12	129.91	20989.33	57808.61
01-88	135.00	371.67	21124.33	58180.28
02-88	131.96	363.27	21256.29	58543.56
03-88	112.25	308.99	21368.54	58852.55
04-88	92.47	254.56	21461.01	59107.10
05-88	76.75	211.22	21537.76	59318.43
06-88	56.95	156.87	21594.71	59475.30
07-88	52.04	143.32	21646.75	59618.61

(*) Somma dei contributi fino al mese considerato.

Finito di stampare
da La Nuova Cartografica S.p.A. Brescia
nel Luglio 1990