



THE INTERNATIONAL
ASSOCIATION
OF LIONS CLUBS

L'UOMO E IL SUO AMBIENTE: UN RAPPORTO DIFFICILE



Quaderni
del Lionismo

83



We Serve
THE INTERNATIONAL ASSOCIATION OF LIONS CLUB
DISTRETTO 108 L I.T.A.L.Y.
CENTRO STUDI “ GIUSEPPE TARANTO”

Quaderno del Lionismo

83

L'uomo e il suo ambiente: un rapporto difficile

Direttore Editoriale

Giovanni Paolo Coppola, Governatore

Direttore Responsabile

Armando Di Giorgio

Redazione

Centro Studi “Giuseppe Taranto”

Gruppo di Lavoro “Area Ambiente”

Autori Mario Manganaro

Giuliana Coccia-Maria Sofia Cattaruzza

Rosalba Maria Farnesi

Sergio Fuselli

Luca Lucentini

Manlio Orlandi

Eleonora Beccaloni-Fabiana Vanni

Martino Grandolfo

Amedeo Calenzo

Rosanella Murgia

Anna Maria Galanti

Patrizia Gentilini

Alberto Mantovani

Paolo Scipio

Carlo Antellini-Emilio Gueneri

Roberto Defez

Agostino Macrì

Roma Aprile 2015

Publicazione edita dal Distretto 108 L
dell'Associazione Internazionale dei Lions Club
Centro Studi "Giuseppe Taranto"
nell'anno sociale 2014-2015

Governatore Giovanni Paolo Coppola

Direttore Responsabile Armando Di Giorgio
Autorizzazione del Tribunale di Roma n° 14457 del 17-3-1972
Stampa Industria Tipografica Laziale - Palestrina

Poste Italiane S.p.A.
Spedizione in a.p. 70% Roma - DCB Roma

Anno XLIV - n° 83 Aprile 2015
Periodico Quadrimestrale

PRESENTAZIONE

Giovanni Paolo Coppola
Governatore del Distretto Lions 108L

In quest'anno sociale il nostro Centro Studi ha inteso affrontare temi molto importanti e di grande attualità nel contesto di una società esterna in perenne e tumultuoso cambiamento.

A mio avviso, noi Lions non possiamo più limitarci ad osservare la realtà sociale che ci circonda, ma dobbiamo essere anche propositivi e divulgare alle persone appartenenti alle nostre comunità i risultati dei nostri studi e, se necessario, anche fornire qualche utile suggerimento.

Questo Quaderno del Lionismo fa una interessante analisi delle problematiche ambientali, oggi particolarmente attuali, e cerca di spiegare con linguaggio semplice, l'impatto che l'uomo ha avuto e che ha ancora oggi sull'ambiente, che lo circonda, soffermandosi sui danni, spesso irreparabili, prodotti nel tempo.

La pubblicazione si avvale di importanti contributi di esperti esterni, che, con rigore scientifico ma chiaro, illustrano le loro posizioni e le prospettive che ci attendono.

C'è anche un messaggio di speranza e qualche utile indicazione comportamentale, senza indulgere in un facile e dannoso allarmismo.

Ringrazio il gruppo di lavoro che con competenza e spirito di collaborazione si è prodigato nel tempo purtroppo limitato ad affrontare le problematiche suddette.

A loro va riconosciuta la determinazione nel rispettare il tema, ma soprattutto i tempi.

Spero che questo Quaderno possa essere di aiuto a tutti noi, Lions e non, rendendoci più edotti in una materia importante ma complessa che interessa trasversalmente tutta la società in cui viviamo.

Il Quaderno deve essere visto anche come stimolo alla discussione e quindi saranno benvenuti commenti e suggerimenti, che possano contribuire a meglio dibattere l'argomento.

PREFAZIONE

Naldo Anselmi
Delegato alla Presidenza del Centro Studi

Nell'annata lionistica 2014-2015, sentite le volontà del Presidente, il Governatore Giovanni Paolo Coppola, il Centro studi ha incentrato il suo impegno nell'approfondimento di tre importanti Temi sociali di spiccata attualità, istituendo altrettanti gruppi di studio: "*Famiglia-Società: Prospettive Future*", con responsabile il PDG Prof. Bruno Ferraro; "*L'uomo e il suo ambiente : un rapporto difficile*", con responsabile il Prof. Mario Manganaro; "*Progresso scientifico e tecnologico: prospettive future*", con responsabile il Prof. Arnaldo Sardoni.

Ciascun responsabile, in condivisione con il Governatore e con il "Comitato Centro Studi", ha individuato il programma da portare avanti, mentre, insieme ai membri del proprio gruppo, ha definito la relativa articolazione ed individuato le persone da coinvolgere. Attraverso ben quattro riunioni collegiali il Centro Studi ha attentamente seguito l'evolversi dei lavori, promuovendo confronti, armonizzazioni, stimoli, coinvolgimenti. Ogni tema è stato affrontato sotto diverse sfaccettature, attraverso opportuni approfondimenti da parte di persone o gruppi specificamente competenti.

In questo Quaderno vengono riportati i lavori relativi all'area "L'uomo e il suo ambiente: un rapporto difficile".

In esso, accanto a qualificati Lions, molti articoli sono stati sviluppati da specialisti esterni operanti presso Università, Istituto Superiore di Sanità, CNR. Dopo una carrellata sulle malattie e sulle cause di mortalità dell'uomo nell'ultimo secolo in Italia, è stato affrontato il degrado ambientale e le sue cause individuate nell'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo, mettendo a fuoco anche la supposta nocività dei campi elettromagnetici e completando il tutto con una descrizione degli aspetti legislativi della tutela dell'ambiente. Un particolare approfondimento ha riguardato l'uso intensivo di agrofarmaci in agricoltura, che quando incautamente percorso, può essere causa di gravi problemi alla salute, non solo per gli agricoltori inaccorti, ma a noi stessi consumatori, per gli eventuali residui sulle derrate alimentare. Oltre ad una nota sugli OGM, l'argomento si conclude con una serie di proposte per un'agricoltura sostenibile e con sottolineature sugli obblighi di etichettatura delle derrate alimentari volti a favorirne la scelta più sana. È in tal senso di grande conforto l'entrata in vigore di recentissime mirate Norme Comunitarie, con l'assoluta eliminazione di oltre il 70 % degli agro farmaci e l'avvio di uno specifico piano di azione nazionale di consulenza, trasparenza, tracciabilità (vedi etichettatura) e controllo, che dovrebbe portare ad una seria agricoltura sostenibile e scongiurare pericoli, sotto questo profilo, di una insana alimentazione. Noi Lions non possiamo che appellarci all'etica degli operatori!

Grazie all'appassionata, competente e laboriosa opera dei coordinatori e di coloro che hanno contribuito alle realizzazioni, che io ringrazio profondamente, i risultati raggiunti sono di spiccato rilievo, originali e di grande utilità sociale. Sono certo che risulteranno interessanti non solo ai Lions, ma anche alle Istituzioni ed al mondo esterno.

Premessa

Mario Manganaro

Nell'impostare questo libro mirato all'impegnativo compito di affrontare il rapporto dell'uomo con l'ambiente in cui vive, che può essere proprio la causa di varie forme morbose, ci siamo imposta la regola, ormai sempre applicata in campo scientifico, di comunicare notizie chiare e non enfaticizzate, libere cioè dalle suggestioni che possono derivare da amplificazioni ed imprecisioni tanto frequentemente usate dal mondo informatico. Questo significa non solo rispettare chi riceve la notizia ma anche offrirgli delle conoscenze corrette che, quindi, gli permetteranno di avere un "potere decisionale non condizionato".

Introduzione

La Storia della Medicina documenta il fatto che in tutto il Medioevo si indicavano come causa di malattie "i miasmi" che consistevano in "qualche oscura qualità" dell'aria e dell'acqua che provocava le "malattie miasmatiche". Esse quindi erano dovute al contatto dell'organismo umano con la "causa morbi" derivante dall'ambiente di vita. In netta antitesi con questa concezione i notevoli e continui progressi delle conoscenze, che a partire dall'800 hanno chiarito molti problemi medici, hanno del tutto cancellato la convinzione che le malattie dell'uomo fossero dovute a "forze misteriose".

Tuttavia le acquisizioni scientifiche di questi ultimi anni stanno dimostrando, quasi come una "pena del contrappasso", che l'ambiente in cui viviamo può essere la causa di varie forme morbose, sicuramente in aumento rispetto al passato, e dovute all'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo, fenomeno che potrebbe essere ironicamente definito come una forma moderna di "miasmi".

Molti di coloro che hanno un lungo percorso di pratica medica affermano di avere la sensazione che si sia verificato un aumento della forme patologiche umane. Sorge tuttavia spontanea la domanda se si sia realmente verificato questo aumento (per esempio legato all'ambiente di vita) oppure se il progresso tecnologico, che ha arricchito la diagnostica medica in questi ultimi decenni, abbia permesso di mettere in luce forme morbose che esistevano ma non erano state messe in evidenza per minore efficienza delle tecniche diagnostiche. Il primo passo per rispondere a questo quesito deve essere una valutazione delle statistiche sanitarie di malattia e morte dal 1930 al 2010, correlate all'interpretazione di questi dati dal punto di vista dell'epidemiologia medica. Per completare e dare una possibile spiegazione dei rilievi epidemiologici verrà fatta una "fotografia" dello stato dell'ambiente con una messa a fuoco dell'inquinamento aria, acqua e suolo. Verrà anche affrontato l'ipotetica azione negativa dei campi elettromagnetici. Concluderà questa prima parte l'esposizione sintetica delle norme giuridiche per la tutela dell'ambiente.

È opportuno sottolineare che per quanto riguarda acqua e suolo il fenomeno inquinamento può essere correlato anche all'uso intensivo di antiparassitari (fitofarmaci o pesticidi secondo il termine anglosassone) in agricoltura. Dopo

l'esposizione di luci e ombre dell'uso di fitofarmaci verranno riportate le varie forme tumorali che possono colpire i lavoratori agricoli che hanno continui contatti con queste sostanze, rilievo che ne dimostra il potenziale patologico. Verranno quindi presi in esame i danni che possono derivare all'organismo umano a seguito dell'ingestione di queste sostanze che sono presenti, è necessario saperlo, come residui o conservanti nei prodotti agroalimentari che arrivano al consumatore. A fronte di questi quadri preoccupanti verranno proposte con molta evidenza delle soluzioni come l'agricoltura biologica, un'agricoltura sostenibile con l'uso calcolato e mirato dei fitofarmaci, e anche un impiego accorto degli OGM.

I cambiamenti della patologia nell'ultimo secolo in Italia

Giuliana Coccia, Maria Sofia Cattaruzza

Quando si studia la salute di una popolazione si prendono in considerazione, oltre alle sue caratteristiche demografiche, principalmente sesso ed età, anche l'analisi delle cause di mortalità.

Infatti, è importante capire quali sono le principali cause di morte per poter fare degli interventi a tutela della popolazione, cioè per realizzare politiche di Sanità Pubblica.

Le principali cause di mortalità possono essere studiate attraverso la mortalità proporzionale, che viene espressa come proporzione tra le morti dovute alla causa considerata rispetto alle morti per tutte le cause. Chiaramente le cause di mortalità devono essere state registrate in modo valido e accurato. La registrazione routinaria delle cause di mortalità è stata una conquista relativamente moderna, resa possibile dall'adozione di un sistema di classificazione internazionale con codici numerici (e più recentemente alfa-numerici) che permettono di trasformare la descrizione (effettuata dal medico) delle circostanze della morte in un codice chiamato "causa iniziale di morte" che ne permette poi l'analisi statistica.

I primi tentativi di stilare una classificazione che raggruppasse le malattie in grandi gruppi, secondo dei criteri definiti (per esempio fattori eziopatogenetici comuni) iniziarono in Inghilterra tra la fine del Settecento e l'inizio dell'Ottocento e nel 1893 venne pubblicata a Chicago, dall'Istituto Internazionale di Statistica, la prima lista di cause di morte "ufficiale", la "International Classification of causes of Death" (ICD).

L'Italia avviò l'adozione di tale classificazione, per le statistiche sulla mortalità, a partire dal 1924. Questa classificazione è periodicamente aggiornata grazie a delle revisioni che si rendono necessarie per i continui progressi eziopatogenetici, diagnostici e terapeutici e per la scoperta di malattie nuove o sconosciute. Nella storia della Classificazione Internazionale delle cause di morte (ICD) si sono avuti almeno 3 momenti particolarmente importanti: nel 1948 (6° revisione) quando l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) rilevò il compito di seguirne l'aggiornamento e vennero incluse anche le cause di morbosità (e il nome conseguentemente divenne "International Classification of Diseases, Injuries and Causes of Death"); nel 1975 quando venne approvata la 9° revisione ancora più orientata alla classificazione della morbosità (tanto che venne inserito il suffisso "CM" Clinical Modification, ICD-9-CM) e nel 1990 quando fu adottata la 10° revisione (tradotta ufficialmente in italiano nel 2000 a cura dell'ISTAT e del Ministero della Salute) che però, a causa di difficoltà tecniche, solo molto recentemente è entrata in vigore in Italia (1-3).

Grazie a questo sistema di classificazione internazionale è possibile ordinare le cause di mortalità a secondo della frequenza stilando una classifica, seguirne l'evoluzione nel tempo ed effettuare confronti internazionali.

Proprio questo modo di procedere ha permesso di compiere grandi progressi nel campo medico. Per esempio negli Stati Uniti ci si accorse a metà del Novecento

che la mortalità dovuta alle malattie cardiovascolari era diventata la prima causa di morte e che c'era stato un continuo aumento dall'inizio del secolo, tanto che si parlava di "un'epidemia di malattie cardiovascolari", la cosiddetta "American Epidemic". Nel 1948 si sapeva ben poco sulle cause delle malattie cardiovascolari (CVD, Cardio Vascular Diseases) e così i servizi di Sanità Pubblica, in particolare il National Heart Institute e la Scuola di Medicina dell'Università di Boston, decisero di intraprendere uno studio su larga scala per studiare perché le malattie cardiovascolari erano diventate il killer numero uno in America alla fine degli anni '40. Fu così deciso di "mettere sotto osservazione" gli abitanti della piccola cittadina di Framingham, vicino Boston, offrendo ogni due anni, gratuitamente ad ogni persona tra i 30 e i 60 anni, una visita medica ed esami del sangue in cambio della partecipazione ad approfondite interviste sulle abitudini di vita. L'obiettivo di questo studio, chiamato il "Framingham Heart Study" era quello di identificare i fattori comuni o le caratteristiche che contribuivano allo sviluppo delle malattie cardiovascolari seguendone lo sviluppo durante un lungo periodo di tempo, in un grande gruppo di persone che ancora non avevano nessun sintomo né erano malate. Fu così creato un vastissimo data-base con moltissime informazioni che ha permesso di identificare specialmente per le malattie cardiovascolari, ma non solo per queste, una serie di "fattori di rischio" attribuibili a dannosi stili di vita: consumo eccessivo di grassi e zuccheri, scarso apporto di frutta e verdura, fumo, vita sedentaria. Il concetto di "fattore di rischio" era all'epoca un'assoluta novità, infatti il termine fu coniato per la prima volta nel 1961 dal Dr. William Kannel, il primo direttore del Framingham Heart Study, che lo utilizzò in un articolo pubblicato negli *Annals of Internal Medicine*. Prima dello studio di Framingham, la nozione che gli scienziati possono identificare e gli individui possono modificare un "fattore di rischio" e così facendo ridurre la probabilità di ammalarsi non era conosciuta. Il concetto di fattore di rischio, nato per le malattie cardiovascolari, è diventato parte integrante della medicina moderna e ha portato allo sviluppo di efficaci misure preventive e terapeutiche in moltissimi settori.

L'importanza di questo studio è stata tale che furono arruolate, nel 1971 e nel 2002, altre due coorti di persone nella cittadina di Framingham, rispettivamente i figli e i nipoti delle persone che parteciparono allo studio iniziale. Il data-base si è così arricchito di ulteriori dati che hanno permesso di allargare il campo di ricerca studiando anche le caratteristiche ereditarie ed altre malattie emergenti. Sono stati pubblicati, su importanti riviste scientifiche, più di mille articoli relativi alle scoperte che lo studio ha permesso di fare, scoperte identificate come "pietre miliari" tanto che lo studio di Framingham è diventato sinonimo, in tutto il mondo, di enormi progressi nel campo della prevenzione ed è considerato un evento "rivoluzionario" per aver radicalmente cambiato il concetto di genesi delle malattie.

Lo studio delle cause di mortalità ha permesso di identificare, almeno per i Paesi sviluppati, una "transizione epidemiologica" cioè un passaggio da una mortalità fortemente influenzata dalle patologie infettive (associate con malnutrizione e cattive condizioni igienico-sanitarie) ad una mortalità invece prevalentemente dovuta alle malattie cardiovascolari e cronico-degenerative (asso-

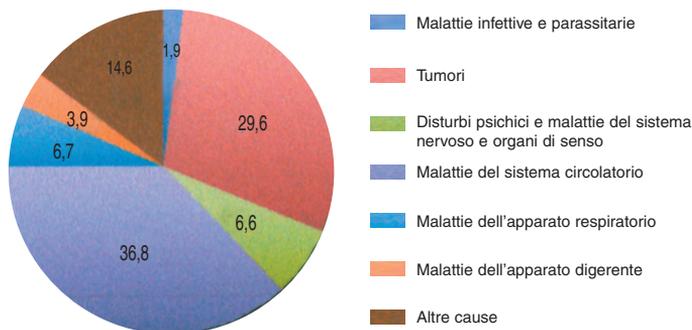
ciata con gli stili di vita delle società urbane e industriali).

La transizione epidemiologica, come quella demografica (in cui un Paese passa da elevati tassi di natalità e mortalità a valori più bassi), è una conseguenza dello sviluppo economico di una nazione. Generalmente i Paesi poveri hanno un'elevata mortalità e un'altrettanta elevata natalità, ma quando le condizioni economiche e sociali migliorano, la mortalità si riduce e dopo qualche tempo anche la natalità si contrae (transizione demografica); riducendosi la mortalità, l'aspettativa di vita si allunga con il conseguente invecchiamento della popolazione. In questo contesto si verifica la transizione epidemiologica; infatti, molte delle patologie cronic-degenerative si manifestano solo nelle età più avanzate. In passato, le patologie cronic-degenerative erano meno diffuse rispetto ad oggi anche perché molte persone non avevano il tempo di svilupparle perché morivano prima, per esempio per una patologia infettiva.

La riduzione della mortalità per le patologie infettive è da mettere in relazione innanzitutto alle migliorate condizioni di vita: dalla maggiore disponibilità di cibo e acqua potabile ad un adeguato sistema fognario e di smaltimento dei rifiuti. Gli studi condotti in Inghilterra e Galles sul cambiamento delle cause di mortalità a partire dalla metà dell'Ottocento, hanno dimostrato come i trend di mortalità per le principali malattie infettive, quali la scarlattina, la pertosse, il morbillo, fossero già in discesa prima ancora della disponibilità di vaccini (diverso il caso del vaiolo) e di farmaci adeguati (4). Per quanto riguarda la tubercolosi, le opinioni non sono concordi e sembra che, oltre alle migliorate condizioni di vita, un importante contributo alla riduzione della mortalità sia stato dato dalle misure di sanità pubblica adottate per evitare la trasmissione e la diffusione della malattia (5,6). La disponibilità di vaccinazioni e di nuovi farmaci, quali i sulfamidici e gli antibiotici utilizzati a partire dalla metà del Novecento, ha contribuito fortemente ad una ulteriore riduzione.

Analizzando i dati italiani relativi alle principali cause di morte, raccolti dall'ISTAT a partire dall'inizio del Novecento, è possibile vedere come anche in Italia ci sia stata una transizione epidemiologica: la mortalità per malattie infettive era all'inizio del secolo il 15% della mortalità totale mentre ora è solo l'1,9%; oggi le malattie cronic-degenerative rappresentano le cause più importanti della mortalità e le malattie cardiovascolari sono al primo posto (37%), seguite da quelle tumorali (30%).

Mortalità proporzionale (%) per grandi gruppi di cause: Italia 2011

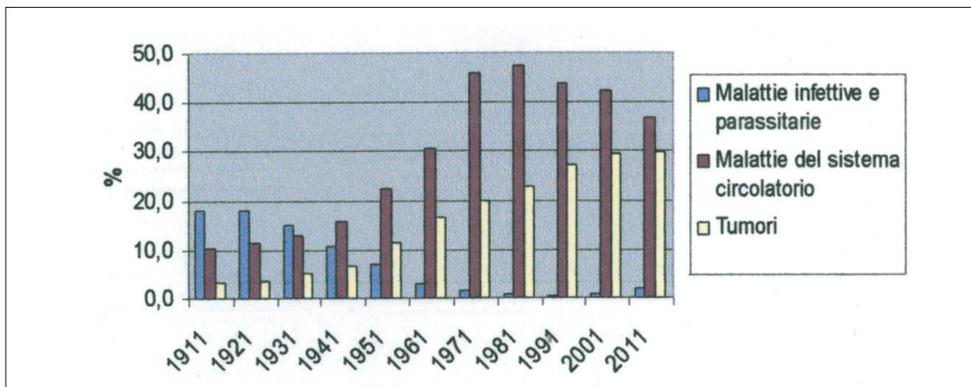


Fonte: elaborazione su dati Istat

Analogamente a quanto successo in America, anche in Italia l'aumento della mortalità per malattie cardiovascolari ha destato molte preoccupazioni ed è stato intensamente studiato. Agli inizi del Novecento la mortalità per questa causa era leggermente superiore al 10%, ma già nel 1961 aveva raggiunto il 30%. Il brusco ulteriore aumento registrato negli anni sessanta è dovuto ad un'importante variazione di classificazione dell'ictus, che nel 1968 è stato trasferito dalle malattie del sistema nervoso a quelle circolatorie. Nonostante questa importante modifica, la mortalità per le malattie cardiovascolari ha continuato a crescere raggiungendo nel 1981 il 47,4% della mortalità totale.

Successivamente, questa percentuale ha iniziato a diminuire probabilmente sia per la disponibilità di farmaci più efficaci, di protesi, di pacemaker, di tecniche chirurgiche di bypass, sia ad per interventi di educazione sanitaria che hanno sensibilizzato la popolazione sull'adozione di stili di vita più salutari. A proposito di quest'ultimo punto, l'introduzione della cosiddetta "legge Sirchia" (Legge n. 3/16 gennaio 2003, art. 51) entrata in vigore il 10 gennaio 2005, cioè l'introduzione del divieto di fumo in tutti i luoghi chiusi, ha portato nei mesi successivi ad una importante riduzione dei ricoveri e della mortalità per infarto ed eventi coronarici acuti, confermando i risultati ottenuti in altri paesi (7-9).

Distribuzione percentuale di alcune cause di morte in Italia dal 1911 al 2011



Fonte: elaborazione su dati Istat

Oggi le malattie tumorali sono la seconda causa di morte in Italia e rappresentano il 30% della mortalità totale, mentre agli inizi del secolo ne costituivano solo il 5%. Molte ipotesi sono state formulate sul perché di tale incremento, ma utilizzando i dati di mortalità per grandi gruppi di cause, cioè analizzando la mortalità proporzionale, si possono fare solo delle supposizioni.

Uno dei possibili motivi alla base di tale incremento è l'invecchiamento della popolazione e in effetti l'Italia ha la più alta percentuale in Europa di ultrasessantacinquenni (oltre il 20%) (10). Un altro motivo riguarda l'aumentata capacità diagnostica che si è avuta grazie ai progressi in campo medico e tecnologico registratisi in questo secolo. Infine, anche l'aumento dell'inquinamento ambientale potrebbe aver contribuito a far registrare una crescita della percentuale di mortalità per questa causa.

Recentemente si sta osservando un aumento anche per quanto riguarda i disturbi psichici e le malattie del sistema nervoso e degli organi di senso (non considerando il cambio di classificazione dell'ictus, di cui si è già detto); infatti malattie cronico-degenerative come la malattia di Alzheimer e le altre forme di demenza sono sempre più frequenti in tutte le popolazioni dove la quota di ultrasessantacinquenni e ultraottantenni è in aumento.

La mortalità per malattie dell'apparato respiratorio è relativamente costante dagli anni Novanta e oggi si attesta intorno al 7%, mentre quella per le malattie dell'apparato digerente è in diminuzione, facendo registrare attualmente circa il 4% della mortalità totale.

Inoltre, nei Paesi sviluppati, non solo la mortalità, ma anche il carico di malattia (GBD, Global Burden of Disease), misurato in anni di vita aggiustati per disabilità (DALY, Disability-Adjusted Life Years), è in aumento ed è prevalentemente attribuibile alle patologie cronico-degenerative, in particolare alle malattie cardio e cerebrovascolari e ai disturbi neuropsichiatrici, tra cui la malattia di Alzheimer, le altre forme di demenza e la depressione (11).

In questo scenario, dove si stima che la proporzione di anziani aumenterà ancora in futuro e quindi le malattie cronico-degenerative assumeranno ancora più peso, il nostro rapporto con l'ambiente sarà uno degli aspetti che determinerà il nostro benessere. La qualità dell'aria, dell'acqua, del suolo sarà fondamentale perché questi elementi influiscono sulla nostra salute. Prendersene cura, conoscere i pericoli e fronteggiarli è un passo fondamentale per promuovere la salute e mantenerla il più a lungo possibile.

Riferimenti bibliografici e sitografici

1. <http://www.istat.it/it/archivio/6708>
2. http://www.reteclassificazioni.it/portal_main.php?portal_view=public_custom_page&i=12
3. http://ec.europa.eu/health/indicators/international_classification/index_it.htm
4. Osborn J. *The change in the causes of mortality in England and Wales during the last 150 years*. Medicina nei secoli arte e scienza, 1992;4:43-61.
5. McKeon T. Record RG. *Reasons for the decline of mortality in England and Wales during the nineteenth century*. Population Studies, 1962;16:94-122.
6. Wilson L. *The Historical Decline of Tuberculosis in Europe and America: Its Causes and Significance*. Journal of the History of Medicine and Allied Sciences, 1990;45:366-396.
7. Barone-Adesi F. Vizzini L. Merletti F. et al. *Short-term effects of Italian smoking regulation on rates of hospital admission for acute myocardial infarction*. Eur Heart J. 2006;27:2468-72.
8. Cesaroni G. Forestiere F. Agabiti N. et al. *Effect of the Italian smoking ban on population rates of acute coronary events*. Circulation. 2008; 117:1183-8.
9. Juster HR. Loomis BR. Hinman TM. et al. *Declines in hospital admissions for acute myocardial infarction in New York state after implementation of a comprehensive smoking ban*. Am J Public Health 2007;97:2035-9.
10. Kinsella K. He W. *An aging world: 2008. US Census Bureau*. International Population Reports (P95/09-1). US Gov Printing Office; 2009.
11. Lopez AD. Mathers CD. Ezzati M. Jamison DT. Murray CJL. (Ed.). *Global burden of disease and risk factors*. Washington (DC): World Bank; 2006.

IL DEGRADO AMBIENTALE E LE SUE CONSEGUENZE: ALLARME PER LA SOPRAVVIVENZA DEL PIANETA

Rosalba Maria Farnesi

Il problema della salvaguardia dell'ambiente si va facendo ogni giorno più urgente vista l'entità di degrado che sta ormai arrivando alla soglia di non ritorno; le varie forme di vita sulla terra ed i sistemi ecologici che le racchiudono, costituitesi nel corso di milioni di anni di evoluzione, rappresentano l'eredità che la natura ha lasciato all'uomo per il suo sviluppo ed il suo sostentamento; si tratta però di risorse esauribili non rinnovabili da custodire gelosamente pena la scomparsa graduale della vita.

La diversità biologica si sta rapidamente esaurendo in seguito all'uso indiscriminato e sconsiderato che proprio l'uomo, negli ultimi 100 anni, ha fatto delle risorse naturali pensando soltanto ad un profitto alto ed immediato. L'eccessivo sfruttamento, alterando gli equilibri naturali, ha determinato la distruzione di molti ecosistemi ed habitat provocando la perdita di innumerevoli specie selvatiche, varietà di piante coltivate, razze di animali di allevamento ad un ritmo estremamente elevato: da recenti dati FAO emerge ad esempio che, negli ultimi 10-15 anni, solo in Europa, metà delle razze di allevamento esistenti all'inizio del secolo sono scomparse mentre un terzo delle 770 restanti rischia di sparire entro i prossimi 20 anni; per i selvatici l'estinzione è ancora più accelerata. Molto peggio va ai vegetali: ogni anno si perdono circa 13.000.000 di ettari di foreste per non parlare delle piante coltivate di cui circa il 75%, sempre secondo stime FAO, è andata perduta dall'inizio di questo secolo: su vasti appezzamenti di terreno la coltivazione tradizionale di differenti varietà è stata infatti sostituita da monocolture ad alto rendimento ma che richiedono una massiccia irrigazione e forti quantitativi di pesticidi e fertilizzanti; le varietà di riso che nutrono circa la metà della popolazione mondiale, si sono ridotte da 30.000 a qualche decina. Continuando con i criteri attuali, si ritiene che un quarto della biodiversità del Pianeta vada incontro ad estinzione entro il prossimo trentennio con grave rischio per la nostra sopravvivenza.

Gli interventi dell'uomo sull'ambiente, numerosi ed estremamente distruttivi, interessano suolo, aria ed acqua ed ora la natura, come è a tutti evidente, ci sta presentando un conto molto elevato che, negli anni futuri, sarà sempre più amaro e pesante se non riusciremo a trovare soluzioni adeguate ai problemi ambientali.

Tre sono le principali cause, tutte gestite dall'uomo o ad esso collegate, che hanno determinato le attuali gravi alterazioni ambientali con conseguente perdita di biodiversità e gravi rischi per la sopravvivenza del Pianeta in generale e la salute e la vita dell'uomo in particolare: sovrappopolazione, progresso tecnologico, aumento dei rifiuti.

Le azioni devastanti dell'uomo sugli equilibri naturali e sulla nostra salute possono essere così sintetizzati:

Effetto serra: il fenomeno è causato dall'immissione di gas nell'atmosfera che assorbono la radiazione infrarossa del sole rimandandola verso la terra; questi

gas formano uno strato impermeabile che non permette la traspirazione e fa accumulare calore. Tra i principali responsabili è l'anidride carbonica (CO₂) la cui concentrazione nell'atmosfera è aumentata di oltre il 30% negli ultimi cento anni per l'incremento dell'uso di combustibili fossili e per la progressiva distruzione delle foreste (un albero adulto tramite la fotosintesi clorofilliana assorbe in media 20 Kg di CO₂ in un anno: 700 Kg nell'arco della sua vita). Nel corso della seconda metà del XX secolo si è avuto l'incremento di altri gas serra quali il metano (CH₄), il monossido di carbonio (CO), gli ossidi di azoto (NOX), l'ozono (O₃) e vari clorofluorocarburi (CFC), tutti provenienti da attività antropiche sia agricole che industriali. L'aumento dei gas serra sta determinando gravissime alterazioni climatiche con sconvolgimenti meteorologici, progressiva desertificazione, scioglimento dei ghiacciai, (il tasso di riduzione dei ghiacciai perenni è passato in due decenni dal 2,8% all'8,5%), innalzamento del livello dei mari. Il riscaldamento globale della terra iniziato da tempo, si stima che, entro i prossimi 100 anni, potrebbe arrivare fino a 4°C con le conseguenze che tutti possiamo immaginare.

Sulla salute umana, l'esposizione agli inquinanti atmosferici provoca gravi disturbi a carico dell'apparato cardiovascolare con riduzione di funzionalità polmonare, aumento delle malattie respiratorie, aggravamento degli stati asmatici e tumori.

Pertanto l'effetto serra rappresenta la più grave e la più difficile da risolvere tra le cause che stanno distruggendo il Pianeta e la vita e, nonostante i numerosi Convegni mondiali sul problema, i proclami e le decisioni prese, le emissioni sono in continuo aumento. Secondo l'ultimo rapporto Onu mai i livelli di gas serra sono stati così alti in 800.000 anni.

Assottigliamento e buchi dello strato di ozono (O₃) atmosferico: l'ozonosfera è quella parte della stratosfera che circonda la terra tra i 15 e i 35 Km di altezza; forma uno strato continuo che assorbe in particolare le radiazioni ultraviolette di tipo B (UVB) del sole permettendo la vita sulla terra. L'immissione di sostanze tossiche gassose quali i residui della combustione degli idrocarburi impiegati dagli aerei supersonici ma soprattutto i composti organici del cloro, clorofluorocarburi (CFC), che sono sostanze di sintesi utilizzate come refrigeranti dei frigoriferi e degli impianti di condizionamento dell'aria, propellenti per spray, prodotti chimici per estinguere incendi, determinano modificazioni di questo strato che si assottiglia venendo meno alle sue funzioni protettive. Le radiazioni colpiscono gli organismi viventi provocando gravi alterazioni. Per quanto riguarda la salute umana i danni maggiori sono rappresentati da tumori della pelle e disturbi agli occhi (cataratta).

Piogge acide e polveri sottili: sono legate al ciclo dell'acqua che evaporando si porta dietro inquinanti derivanti da scarichi domestici ed industriali che poi ricadono con la pioggia contaminando terreno ed aria. Sono causate essenzialmente dagli ossidi di zolfo (SOx) e di azoto (NOx) che nell'atmosfera, in presenza di acqua, danno origine ad acido solforico e nitrico. Le precipitazioni provocano acidificazione dei laghi e dei corsi d'acqua danneggiando la vegetazione, soprattutto ad alta quota ed i suoli forestali, causando indirettamente la scomparsa di habitat e di conseguenza la morte di numerose specie animali e

vegetali. Gravi danni si hanno anche a carico di statue, sculture ed edifici. Le polveri sottili provenienti dagli scarichi industriali rimangono sospese nell'aria causando lo smog e risultano molto dannose soprattutto per anziani e bambini determinando gravi alterazioni respiratorie, reazioni allergiche, leucemie.

Eutrofizzazione:

le acque di scarico urbano e industriale rappresentano una delle fonti principali d'inquinamento idrico insieme a fertilizzanti, pesticidi, petrolio e suoi derivati; quando nell'acqua si ha un aumento abnorme di composti dell'azoto e del fosforo per immissione di rifiuti organici, si parla di eutrofizzazione: aumentano infatti le alghe unicellulari e i batteri che utilizzano l'ossigeno sciolto nell'acqua sottraendolo agli organismi acquatici superiori; si determina perciò moria di pesci ed altri animali acquatici e quindi alterazione irreversibile delle catene trofiche e degli ecosistemi.

Agricoltura intensiva: l'intensificazione delle monoculture, l'estensione dei terreni agricoli con la conseguente scomparsa di siepi, margini erbosi, cespugliati, ruscelletti, l'uso sempre maggiore di fertilizzanti chimici, antiparassitari, diserbanti, pesticidi, hanno inquinato il suolo, determinando rarefazione della criptofauna e quindi progressiva diminuzione della fertilità, predisposizione alla erosione del terreno, contaminazione della macrofauna in seguito alle gravi alterazione delle reti trofiche, riduzione delle fonti alimentari spontanee e delle zone di rifugio e nidificazione per la fauna invertebrata e vertebrata con drastica diminuzione di insetti utili quali entomofagi ed impollinatori, uccelli ed altri piccoli vertebrati, conseguente perdita di biodiversità nel regno vegetale ed aumento di insetti dannosi alle colture.

In questo quadro meritano una riflessione a parte i metalli pesanti: piombo, cadmio, zinco e rame ma anche mercurio fosforo e arsenico, tutti altamente tossici e derivanti da complessi industriali di varia natura, pratiche agronomiche, trasporti su ferro e su gomma: queste sostanze inquinano terreno e falde acquifere; risalgono la catena alimentare concentrandosi e vanno a provocare nell'uomo, una volta superata la soglia di tolleranza, gravissime intossicazioni che interessano il sistema nervoso, la muscolatura, il fegato e i reni.

Deforestazione: l'abbattimento di alberi per aumentare le zone agricole, per espansione di aree urbane ed industriali, per produzione di legname, porta ad eliminazione di numerosi habitat, a gravi dissesti idrogeologici, frane, smottamenti alluvioni, innalzamento della concentrazione di CO₂ nell'atmosfera, con incremento dell'effetto serra come in precedenza rilevato. I rischi per la vita umana sono molto alti come abbiamo potuto constatare negli ultimi anni.

Rifiuti: consumiamo il 20% in più delle risorse disponibili, aumentiamo di 150.000 unità all'anno; nel 2050 arriveremo a 9 miliardi. I rifiuti solidi urbani ed industriali, i liquami e ogni altro tipo di residui delle nostre attività aumentano con noi rappresentando un enorme problema per l'impatto che hanno nell'inquinamento del suolo e delle acque; attualmente, si è riusciti solo in parte a stabilirne le modalità di smaltimento; si spera di riuscire ad arginare in futuro questo grave problema che comporta ingenti danni all'ambiente e alla salute umana; basti pensare alla diossina.

È dalla Convenzione di Berna (1979), alla Conferenza mondiale di Rio de Janeiro (1992) sulla Conservazione della biodiversità, al Protocollo di Kioto (1997) sulla Regolamentazione delle emissioni di gas, a quella di Cancun (2010) fino all'ultimo Rapporto O.N.U. sui Cambiamenti climatici (novembre 2014) e alla Conferenza mondiale di Lima sul clima (dicembre 2014), che si cerca di porre un freno alla distruzione avendo come obiettivo che salvaguardare l'ambiente è un investimento a lungo termine per la salute e l'economia; anche se alcuni obiettivi sono stati raggiunti, siamo ancora lontani da soluzioni risolutive. Per poter pensare seriamente ad un futuro vivibile, l'uomo non dovrà più considerarsi il padrone del mondo ed asservire l'ambiente naturale ai suoi voleri, ma dovrà cercare di vivere in armonia con la natura assecondandone le esigenze e rendendo compatibile il costo della conservazione con quello della produzione anche se il prezzo da pagare è alto e difficile: cambiare completamente stili di vita.

Il destino del Pianeta, la nostra vita e quella delle generazioni future sono esclusivamente nelle nostre mani e in questi anni ci giochiamo l'avvenire.

DOCUMENTAZIONE SULL'AMBIENTE

Inquinamento dell'aria outdoor (esterna)

Sergio Fuselli

Premessa

L'aria, dal latino aer e dal greco antico àèr, rappresenta uno dei più importanti dei quattro elementi fondamentali. I taoisti la chiamano chi, gli induisti e gli yogi la chiamano prana (dal sanscrito forza-luce) e noi etere. Questa sostanza invisibile, che circonda l'universo, appartiene a tutto il mondo ed ognuno di noi è responsabile di essa. Essa è energia vitale!

Proverbio Indiano: "Quando avrete abbattuto l'ultimo albero, quando avrete pescato l'ultimo pesce, quando avrete inquinato l'ultimo fiume, allora vi accorgete che non si può mangiare il denaro"

Cos'è l'inquinamento?

L'inquinamento può essere definito come l'insieme di azioni che alterano l'equilibrio dell'ambiente, ed è generalmente inteso come un'alterazione dell'ecosistema causata da agenti esterni, che siano fisici, chimici o biologici, che modificano le caratteristiche naturali ottimali dell'atmosfera.

Più precisamente si parla di "inquinamento atmosferico" quando nell'atmosfera si verifica la presenza di sostanze che causano un effetto misurabile sull'essere umano, sugli animali, sulla vegetazione o sui diversi materiali; queste sostanze di solito non sono presenti nella normale composizione dell'aria, oppure lo sono ad un livello di concentrazione inferiore.

L'aria che respiriamo è molto importante per la nostra salute, gli agenti inquinanti dell'aria sono definiti outdoor, se immessi in ambienti esterni. L'esposizione all'inquinamento atmosferico è determinata non solo dalle concentrazioni degli inquinanti presenti nell'aria ma anche dalla quantità di tempo che le persone trascorrono negli ambienti inquinati.

Introduzione

L'inquinamento, quale conseguenza del graduale sviluppo della popolazione, era presente già dai secoli passati ha però subito una notevole accelerazione nel corso della storia parallelo al modificarsi del rapporto tra l'uomo e l'ambiente. Se in passato esso rappresentava un problema circoscritto ora ha acquistato carattere globale le cui cause sono da attribuire a numerosi fattori.

Dalla fine del secolo scorso, il rapido accrescimento della popolazione e il parallelo allo sviluppo delle attività industriali ha portato alla creazione di vasti agglomerati urbani, che hanno prodotto forti concentrazioni di rifiuti domestici e industriali nell'aria e nelle acque.

I costanti insulti che affliggono il nostro pianeta sono, entro certi limiti, irreparabili ma con l'andare del tempo possono diventare così gravi da superare le capacità di difesa che la stessa natura mette in atto, portando così ad una graduale e progressiva situazione di irreversibilità. L'attuale 'società dei consumi'

non può quindi più ricorrere al vecchio sistema della diluizione, ma deve risolvere i problemi mediante la prevenzione degli inquinamenti o la loro riduzione nello spazio e nel tempo.

Storia dell'inquinamento

L'uomo nel corso della storia per rendere abitabili interi territori ha perturbato le condizioni e gli equilibri preesistenti. Le vastissime trasformazioni agricole avvenivano in passato assai lentamente, con possibilità di graduali adattamenti ecologici, e le trasformazioni e gli inquinamenti conseguenti ad attività edili o industriali erano assai limitati e localizzati, le economie agricole riuscivano a creare dei cicli biologici attraverso i quali i rifiuti liquidi o solidi venivano rapidamente rimessi in un ciclo naturale.

L'uomo primitivo, che si nutriva di piante ed animali con la scoperta dei primi attrezzi e del fuoco ha cominciato a imporsi sull'ambiente ed a modificarlo. Si può infatti affermare che l'inquinamento ambientale è iniziato da quando i primi uomini hanno cominciato a usare il fuoco: fumi, polveri delle sostanze bruciate, ceneri sono saliti nell'atmosfera e si sono sparsi sul suolo e nelle acque.

L'inizio dell'inquinamento ambientale su vasta scala si fa risalire alla nascita delle prime città, più di 5000 anni fa. Lo sviluppo di un'agricoltura sistematica, tra il 3500 e il 1800 a.C. in Mesopotamia, introdusse i primi problemi di sovrapproduzione agricola e i negativi effetti ambientali ad essa legati, soprattutto impoverimento dei terreni e disboscamento. La possibilità di dominare la natura e di alterarla si sono moltiplicate quando l'uomo ha acquisito maggiori conoscenze tecniche ed è riuscito a realizzare strumenti sempre più raffinati passando dall'aratro di legno al trattore, dal fuoco alle armi più potenti e distruttive. Tuttavia, non sono stati i mezzi di cui l'uomo ha potuto disporre a far diventare l'inquinamento, negli ultimi decenni, il principale predatore del pianeta, quanto l'uso irresponsabile ed incontrollato di tali mezzi.

Alla fine del 1800 ci fu l'esodo dalle campagne verso le fabbriche delle città e i rifiuti solidi, sparsi sul terreno o interrati, essendo prevalentemente di materiale organico (legno, pelle, fibre tessili animali e vegetali), erano rapidamente degradati. I combustibili, impiegati assai limitatamente per il riscaldamento, non ponevano gravi problemi di inquinamento, benché in alcuni casi, come a Londra, fin dal Medioevo si è dovuto provvedere a promulgare severe pene per vietare l'impiego di torbe e carboni minerali che dessero luogo a fumi nocivi. Questo sistema della diluizione con il tempo non si rivela più efficace perché troppo dipendente dalle condizioni meteorologiche e dalle possibilità idriche delle zone.

Agli inquinamenti prodotti in passato era possibile ovviare con la diluizione dei rifiuti nei corsi d'acqua e nei mari, dove poi essi subivano una naturale degradazione con trasformazione in prodotti innocui. Ciò avveniva attraverso la realizzazione di opere di ingegneria quali ad esempio la costruzione della Cloaca massima, eseguita a Roma nell'antichità. I romani costruirono le prime fognature urbane a partire dal VI secolo a.C., segno che il problema igienico legato alla vita collettiva cominciava ad essere seriamente avvertito. Nel XVIII seco-

lo, con la prima rivoluzione industriale e le prime scoperte tecnologiche l'uomo cambia il modo di lavorare e di vivere, sorgono le prime fabbriche e le prime città industriali con l'inizio dell'urbanesimo. Ma è con l'inizio del Novecento e con la seconda rivoluzione industriale viene trasformata la vita quotidiana con l'inizio del consumismo, con l'utilizzo di massa di beni come le automobili, con l'uso del petrolio e dei suoi derivati come fonte di energia: nasce l'inquinamento. La Prima Rivoluzione Industriale ha migliorato il generale tenore di vita della popolazione attraverso l'aumento della produzione agricola sia con le innovazioni nella produzione in genere.

Dalla seconda rivoluzione industriale le emissioni di gas nell'atmosfera sono diventate un problema su scala globale, portando in poco più di un secolo all'attuale condizione caratterizzata dall'effetto serra, dallo smog e dalle piogge acide. I grandi insediamenti e le attività umane dei nostri giorni incidono enormemente sugli equilibri ambientali dell'intero pianeta, creando le condizioni che, se non si porrà rimedio, potrebbero portare a disastrose conseguenze: profondi cambiamenti climatici, carestie, desertificazione, maggiore aggressività delle radiazioni dannose provenienti dal Sole non più schermate dallo strato di ozono che si fa sempre più sottile. Solo dagli anni '70 del secolo scorso si è iniziato a prendere il problema in seria considerazione; non più solo dagli ambientalisti, ma anche dalle istituzioni internazionali. Da allora si è cercato di regolamentare e limitare i danni che l'uomo provoca. La conferenza di Stoccolma nel 1972 introduce il concetto di "sostenibilità ambientale". Si è consapevoli che lo stile di vita improntato sulla crescita "sempre e comunque", aumenta il livello di inquinamento nella terra. Se si vuole porre un freno al fenomeno è necessario un ripensamento non solo delle singole azioni, ma di uno stile di vita differente, improntato su un nuovo modello di sviluppo che sia sostenibile con l'ambiente di cui anche l'uomo è parte.

L'attuale 'società dei consumi' non può più ricorrere al vecchio sistema della diluizione, ma deve risolvere i problemi mediante la prevenzione degli inquinamenti o la loro riduzione nello spazio e nel tempo.

L'inquinamento è un grande viaggiatore

Gli inquinanti, prodotti in un punto qualunque del Pianeta, viaggiano attraverso l'aria sotto la spinta dei venti, si uniscono ad altre sostanze presenti nell'atmosfera, poi con la pioggia precipitano al suolo e da qui penetrano nelle falde acquifere o vengono trasportati dalle acque dei fiumi fino al mare. Lungo il percorso vengono assorbiti dai vegetali o ingeriti dagli animali: entrano così nella catena alimentare e arrivano fino all'uomo.

Nel problema generale dell'inquinamento del pianeta Terra, l'inquinamento atmosferico costituisce uno degli aspetti più pericolosi e preoccupanti. Diverse ne sono le cause, riducibili sostanzialmente a tre: residui di gas di combustione, rifiuti aeriformi e pulverulenti di industrie, gas di scappamento degli autoveicoli.

Alla base dei fenomeni di inquinamento vi sono, quattro processi fondamentali a cui tutti gli inquinanti sono soggetti: (a) emissione da sorgenti naturali e antropiche; (b) eventuali reazioni; (c) diffusione e trasporto per opera del movi-

mento delle masse d'aria; (ci) deposizione su organismi e su superfici. La prevenzione e la gestione dell'inquinamento atmosferico a livello dell'Unione Europea sono regolate dalla Direttiva 96/62/CE (direttiva quadro sulla qualità dell'aria) che, attraverso le direttive specifiche per i singoli inquinanti, definisce i limiti di concentrazione, le metodiche, le strategie di misura, la localizzazione dei punti di misura, l'incertezza delle misure e le modalità di informazione al pubblico. La direttiva, recepita in Italia dal DL 351 del 4 agosto 1999 e, per le prime direttive derivate, dal DM 60 del 2 aprile 2002, fissa i limiti per gran parte degli inquinanti di interesse presi in considerazione; fra questi troviamo il biossido di azoto e gli ossidi di azoto, per i quali sono definiti i limiti e gli standard di riferimento che devono essere raggiunti entro un periodo di tempo fissato.

Nel 1972, la coscienza del problema diventa globale sul palcoscenico della Conferenza di Stoccolma sull'acidificazione dell'ambiente, promossa dalla Svezia con la partecipazione di 21 stati e di rappresentanti di ONU (Organizzazione delle Nazioni Unite) e CE (Comunità Europea).

Da Stoccolma a Rio de Janeiro

L'inquinamento è quindi globale e trasversale: abbraccia numerose aree. Gioca, quindi, un ruolo fondamentale sia nell'ambiente che nello sviluppo. Tra gli altri temi, si è discusso anche di inquinamento a partire dal 1972, quando oltre cento delegazioni provenienti da tutto il mondo parteciparono alla Conferenza dell'Onu sull'ambiente - tenutasi a Stoccolma - e firmarono una Dichiarazione di 26 principi. In quell'occasione nacque il Programma per l'Ambiente delle Nazioni Unite UNEP.

Nel 1987, invece, s'introdusse il termine di "sviluppo sostenibile" attraverso il rapporto della Commissione ONU Ambiente e Sviluppo conosciuto come Rapporto Burtland: lo sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri. Esso si basa sul principio della precauzione: non si possono prevedere gli effetti sull'ecosistema derivanti dalla perdita delle risorse. La necessità di individuare un percorso universale per costruire uno sviluppo sostenibile porta la comunità internazionale a riunirsi nel 1992 a Rio de Janeiro.

I rappresentanti dei governi di oltre 150 paesi e oltre 1000 Organizzazioni Non Governative, riconoscono che le problematiche ambientali devono essere affrontate in maniera universale e che le soluzioni devono coinvolgere tutti gli Stati. Vengono negoziate e approvate tre dichiarazioni di principi (Dichiarazione di Rio, Principi sulle foreste, Agenda 21), e firmate due convenzioni globali (cambiamento climatico e biodiversità). Per sovrintendere all'applicazione degli accordi nasce la Commissione per lo Sviluppo Sostenibile delle Nazioni Unite con il mandato di elaborare indirizzi politici e promuovere partenariati tra governi e gruppi sociali. Nord e Sud del Mondo a confronto.

La conferenza di Rio, assume grande importanza anche perché in questa occasione si confrontarono sommariamente per la prima volta due visioni di "sviluppo". Il Nord assegnava la priorità all'ambiente nel suo complesso, cercando di indurre il Sud a non commettere gli stessi errori salvaguardando le risorse

naturali a vantaggio dell'intero pianeta. Il Sud attribuiva priorità al proprio sviluppo come via d'uscita da fame, malattie, guerre, incompatibili con la tutela ambientale. La risoluzione finale fu un tentativo di compromesso.

Queste due visioni, ancor'oggi, continuano ad essere riproposte con forza nelle conferenze dell'Organizzazione Mondiale del Commercio bloccando, di fatto, ogni tentativo di accordo. In verità di bloccato sembra il pensiero in quanto il nord non sembra voler/saper ridurre la propria impronta ecologica pur consapevole dell'insostenibilità, mentre gli emergenti come Brasile, Cina ed India vorrebbero più esempio e meno moralismo.

Da Kyoto a Johannesburg

Sebbene i problemi dell'ambiente siano ben lungi dall'essere risolti, le varie conferenze, summit e vertici internazionali hanno dato inizio ad un processo di regolamentazione per la tutela dell'ambiente, senza precedenti. Alla Conferenza delle Nazioni Unite tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992 sono poi succedute infatti numerose Convenzioni internazionali, la più importante delle quali è conosciuta come il Protocollo di Kyoto.

Il Protocollo di Kyoto è un accordo internazionale sui cambiamenti climatici, che stabilisce precisi obiettivi per i tagli delle emissioni di gas responsabili dell'effetto serra, del riscaldamento del pianeta, da parte dei Paesi industrializzati. È l'unico accordo internazionale che sancisce una limitazione delle emissioni ritenute responsabili dell'effetto serra, degli stravolgimenti climatici, del surriscaldamento globale.

Il protocollo di Kyoto è un risultato del trattato della Convenzione Quadro sui Cambiamenti Climatici delle Nazioni Unite (Unfccc), firmato a Rio de Janeiro nel 1992 durante lo storico Summit sulla Terra. Firmato nel 1997 nella città giapponese è entrato in vigore nel 2005, dopo l'ultima ratifica necessaria, e stabilisce tempi e procedure per realizzare gli obiettivi del trattato sul cambiamento climatico, ma anche sanzioni per chi non rispetta gli obblighi. Da ricordare che gli Stati Uniti, che sono tra i paesi che emettono più sostanze inquinanti non hanno ancora ratificato il documento, e che per India e Cina sono previsti speciali deroghe.

Nel 2002, a trent'anni da Stoccolma e a dieci da Rio de Janeiro, si tiene nella Città sudafricana di Johannesburg un nuovo Summit dedicato allo Sviluppo Sostenibile, conclusosi con un documento firmato dai 189 paesi presenti. Tra le sue pagine, molte enunciazioni e buoni propositi, come t'impegno a velocizzare il conseguimento delle scadenze e degli obiettivi socioeconomici ed ambientali contenuti: in realtà, però, pochissime scadenze e vincoli precisi, per cui numerose Ong lasciarono i lavori. Tra gli impegni più concreti, il piano impegna la comunità internazionale a dimezzare, entro il 2015, la proporzione di esseri umani senza acqua potabile e servizi igienici adeguati e ad "accrescere sostanzialmente" la parte delle energie rinnovabili nel consumo energetico mondiale. Principi che gli stessi Stati che compongono le Organizzazioni Internazionali hanno posto senza alcuna cifra e senza cadenze temporali precise.

Il movimento ambientalista

Con l'aggravarsi dei problemi legati all'inquinamento e all'ambiente in generale, hanno preso vita diversi movimenti in tutto il mondo, con un duplice obiettivo: quello di tutelare l'ambiente anche attraverso denunce di violazioni, e con il fine di sensibilizzare le persone al rispetto dell'ambiente e all'educazione a comportamenti responsabili. La coscienza ambientalista inizia a diffondersi dopo la pubblicazione, nel 1972, del Rapporto sui limiti dello sviluppo a cura del Club di Roma che prediceva pessime conseguenze sull'ecosistema terrestre e sulla stessa sopravvivenza della specie umana a causa della crescita della popolazione mondiale e dello sfruttamento di risorse.

Altre organizzazioni come le più note, Greenpeace, WWF a carattere internazionale, fino a quelle nazionali come Legambiente, Italia Nostra, Fai, lavorano facendo pressioni lobbistiche nei confronti delle istituzioni e di sensibilizzazione nei confronti della società civile, ma si sono imposti anche come importanti interlocutori nei grandi vertici internazionali. Tra i risultati del loro lavoro, la creazione dell'Ufficio Europeo dell'Ambiente, lo sviluppo e l'applicazione di sempre più numerose norme sulla protezione ambientale, lo sviluppo di aree protette, l'introduzione di sistemi di tassazione dei rifiuti o emissioni basato sulla quantità effettivamente prodotta.

A tal proposito, le ONG e le università non sono sole. Attraverso l'Unesco (agenzia Onu per l'educazione, la scienza e la cultura), è stato proposto, nel 2005, il Decennio dell'Educazione allo Sviluppo Sostenibile (DESS) 2005-2014. Una grande campagna per sensibilizzare giovani e adulti di tutto il mondo verso la necessità di un futuro più equo ed armonioso, rispettoso del prossimo e delle risorse del pianeta. L'obiettivo è valorizzare il ruolo dell'educazione e, più in generale, degli strumenti di "apprendimento" (istruzione scolastica, campagne informative, formazione professionale, attività del tempo libero, messaggi dei media...) nella diffusione di valori e competenze orientati a uno sviluppo sostenibile.

Sorgenti naturali degli Inquinanti dell'Aria

Anche se è l'inquinamento originato dall'uomo è quello che risulta più imputato nel peggioramento della qualità dell'aria, non bisogna dimenticare l'importanza dell'inquinamento di origine naturale. Ci sono molte fonti di inquinanti naturali che spesso assumono più rilevanza delle loro controparti di origine antropogenica.

Gli inquinanti naturali dell'aria sono sempre stati parte della storia dell'uomo. Le polveri e i vari gas emessi dai vulcani, dagli incendi delle foreste e dalla decomposizione dei composti organici entrano in atmosfera ad intervalli più o meno regolari e in qualche caso a livelli che possono causare degli effetti drammatici a carico del clima. In ogni caso bisogna sottolineare che gli inquinanti naturali non rappresentano necessariamente un serio problema come possono esserlo gli inquinanti generati dalle attività umane perché risultano spesso notevolmente meno pericolosi dei composti prodotti dall'uomo e non si concentrano mai sulle grandi città.

Le sorgenti naturali di biossido di zolfo comprendono i vulcani, la decomposizione organiche e gli incendi delle foreste. L'ammontare preciso delle emissioni naturali risulta difficile da quantificare; nel 1983 si stimava che le emissioni di biossido di zolfo si aggiravano sugli 80-290 milioni di tonnellate (le sorgenti antropogeniche nel mondo emettevano circa 69 milioni di tonnellate all'anno).

Le sorgenti naturali di ossidi di azoto includono i vulcani, gli oceani, le decomposizioni organiche e l'azione dei fulmini. Le stime ipotizzano un valore variabile fra i 20 e i 90 milioni di tonnellate all'anno per le sorgenti naturali, mentre per quelle antropogeniche un valore attorno ai 24 milioni di tonnellate.

L'ozono è un inquinante secondario che si forma in prossimità del livello del suolo come risultato di una serie di reazioni chimiche catalizzate dalla luce. In ogni caso, circa il 10-15% dell'ozono troposferico proviene dagli alti strati dell'atmosfera (stratosfera) dove si forma per azione dei raggi UV a partire dall'ossigeno molecolare.

L'importanza delle sorgenti naturali di particolato è invece minore di quelle antropogeniche dato che originano particelle di dimensioni tali da non poter arrecare danni rilevanti all'apparato respiratorio. Includono i vulcani e le tempeste di sabbia. Queste sorgenti solitamente non provocano degli episodi di inquinamento particolarmente acuto in quanto l'inquinamento in genere avviene su scala temporale relativamente ridotta. Esistono comunque le eccezioni: l'esplosione del vulcano Saint Helens nel maggio del 1980, per esempio, ha causato un peggioramento della qualità dell'aria negli Stati Uniti ed in tutto il Pacifico nord-orientale per mesi dopo la sua eruzione, con ripercussioni anche sul clima a livello mondiale.

Le polveri provenienti dal Sahara possono viaggiare nell'aria per migliaia di Km per poi giungere non solo in paesi relativamente vicini come l'Italia e la Grecia, ma anche in zone più remote come il Regno Unito.

Molti composti organici volatili (VOC) vengono prodotti in natura dalle piante. L'isoprene è un comune VOC prodotto dalla vegetazione; alcuni ricercatori ritengono che la sua importanza nello scatenare l'asma ed altre reazioni allergiche sia molto più significativa di altri composti di origine antropogenica. Le piante inoltre producono i pollini (considerati componenti del particolato atmosferico) e tutti sono a conoscenza degli effetti allergici che possono causare queste sostanze nei soggetti predisposti.

Le radiazioni ionizzanti sono in grado di produrre, direttamente o indirettamente, la ionizzazione degli atomi e delle molecole. Questa proprietà ha importanti conseguenze in termini sanitari, in quanto i danni indotti da queste radiazioni sulle macromolecole biologiche possono dare origine a processi di cancerogenesi. Tra le principali sorgenti naturali di esposizione vi sono la radiazione cosmica e la radiazione terrestre (radionuclidi presenti nella crosta terrestre). Tra le sorgenti naturali il radon (Rn) rappresenta la principale fonte di esposizione a radiazioni ionizzanti nell'uomo, soprattutto negli ambienti interni. Altri inquinanti naturali di notevole importanza negli ambienti confinati (indoor) sono le spore delle muffe e le polveri generiche.

La maggior parte dei composti gassosi dell'aria costituisce parte dei cicli natu-

rali e per questo gli ecosistemi sono in grado di mantenere l'equilibrio tra le varie parti del sistema. Comunque, l'introduzione di grandi quantità di composti addizionali può compromettere anche definitivamente i naturali cicli biochimici preesistenti. Dato che molto poco può essere fatto dall'uomo nei riguardi dell'inquinamento naturale, la maggior preoccupazione deve essere quella di ridurre le emissioni inquinanti prodotte dalle attività umane

Aria outdoor(esterna) e inquinamento

Nei centri urbani la popolazione è esposta a miscele di agenti inquinanti potenzialmente dannosi per la salute. L'aria che respiriamo è molto importante per la nostra salute. Diversi studi epidemiologici e sperimentali hanno confermato che all'inquinamento atmosferico delle città si possono attribuire quote significative della morbosità e mortalità per neoplasie, malattie cardiovascolari e respiratorie e per malattie allergiche respiratorie. Le proiezioni future sulla variabilità climatica suggeriscono un aumento di tali effetti nei prossimi decenni. In base all'ambiente in cui sono rilasciati, gli inquinanti dell'aria sono definiti indoor, se immessi in ambienti interni, o outdoor, se immessi in ambienti esterni. L'esposizione all'inquinamento atmosferico è determinata sia dalle concentrazioni degli inquinanti presenti nell'aria, sia dalla quantità di tempo che le persone trascorrono negli ambienti inquinati. Una parte considerevole della popolazione europea che vive in città non respira aria sana, in base agli standard attuali, fissati dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), con gravi conseguenze sulla salute.

L'Unione europea ha proclamato il 2013 "Anno dell'aria", iniziativa pensata per sensibilizzare governi e cittadini sul problema sempre più critico dell'inquinamento atmosferico, e in questo ambito dovrebbe essere presentata una proposta di revisione delle politiche e del quadro normativo UE in materia di prevenzione. Inoltre l'Unione europea ha avviato una consultazione pubblica per chiedere agli esperti e ai cittadini comuni suggerimenti su come migliorare la qualità dell'aria nelle loro città. Nel 2003, la Commissione Europea ha adottato la Strategia Ambiente e Salute, che pone tra gli obiettivi prioritari la riduzione degli effetti negativi sulla salute dovuti ai fattori ambientali, tra cui i disturbi respiratori, l'asma e le allergie associate all'inquinamento dell'aria esterna e degli ambienti chiusi.

L'esposizione agli inquinanti dell'aria rappresenta un rischio per il benessere e la salute dell'uomo e degli ecosistemi. A livello internazionale si è sviluppata una forte attenzione per l'inquinamento atmosferico dell'aria ambiente (outdoor) che ha portato, attraverso l'adozione di idonee misure quali il controllo delle emissioni degli inquinanti atmosferici, la riduzione o l'eliminazione di alcuni componenti inquinanti nei combustibili, l'individuazione delle concentrazioni massime consentite, ad una significativa riduzione di alcuni contaminanti nell'ambiente atmosferico.

Considerazioni finali

L'inquinamento ambientale ha profondi riflessi sull'ambiente naturale e su quello creato dall'uomo, oltre che sulla salute stessa di questo.

Oggi in tutto il mondo, compresa l'Italia, numerose associazioni internazionali e nazionali sono impegnate in una battaglia per mantenere e preservare talune zone tipiche naturali, assicurando in questo modo la sopravvivenza a specie animali altrimenti destinate a scomparire.

La flora e la fauna possono essere gravemente colpite dagli inquinamenti localizzati, come le emissioni e gli scarichi tossici di industrie. Non solo gli ambienti naturali ma anche le coltivazioni agricole sono danneggiate da queste emissioni.

Meno evidente ma più subdola è l'azione dei microinquinanti, particolarmente dei composti organici clorurati, che perturba gli ambienti naturali, come gli equilibri fiori-insetti, quelli nel plancton e la riproduzione di talune specie di uccelli. In questo settore si sente la necessità di ulteriori elementi di valutazione e quindi di nuove ricerche.

Inquinamento e ricerca tecnico-scientifica

Nel giudicare l'inquinamento ambientale spesso non si considera sufficientemente l'importanza della determinazione qualitativa e quantitativa del fenomeno. Tali determinazioni sono invece indispensabili per avere elementi sicuri di giudizio e per poter prendere adeguati provvedimenti.

Nel caso dell'inquinamento atmosferico la misura dei contaminanti può essere fatta in modo continuo o discontinuo. Il primo sistema è utile per la sorveglianza, istante per istante, di alcune zone limitate, specie industriali; il secondo rappresenta un controllo più semplice ma non meno efficace, che fornisce valori medi.

Per il monitoraggio degli inquinamenti dell'aria si preferisce ricorrere alla misura di parametri chimico-fisici (assorbimento nell'infrarosso o nell'ultravioletto, assorbimento del raggio di un laser, ionizzazione, ecc.).

Per l'analisi discontinua dell'aria, la moderna tecnologia, dalle semplici determinazioni gascromatografiche e polarografiche, fino all'analisi per attivazione delle polveri, è oggi in grado di dare la misura dei vari componenti dell'inquinamento ambientale attraverso l'esame di adatti campioni.

Accanto a queste determinazioni analitiche sono state sviluppate ricerche, con metodi molto avanzati, per seguire, specie attraverso misure chimico-fisiche, l'evoluzione di questi fenomeni e in particolare la formazione di contaminanti secondari nell'atmosfera; tali studi consentono di mettere in evidenza anche alcuni tipi di molecole instabili, come l'ossigeno molecolare 'singoletto' che si forma in particolari condizioni.

La conoscenza dei fenomeni che avvengono nell'atmosfera è ancora agli inizi; le ricerche attualmente in sviluppo potranno portare a chiarire la dinamica di numerose reazioni e quindi anche l'azione di talune forme di contaminazione atmosferica sull'ambiente naturale dell'uomo.

I prodotti che vengono riversati nell'aria dalle combustioni domestiche, dalle industrie dalle centrali termiche e dal traffico motorizzato (diossido di zolfo, monossido di carbonio, ossidi di azoto, idrocarburi lineari e policiclici, aldeidi, fumi vari, ecc.) costituiscono i 'contaminanti primari'; da questi derivano, e sono importanti per gli effetti che esercitano sull'uomo, i 'contaminanti secon-

dari', sostanze che si formano per interazione, in determinate condizioni di luce e temperatura, dei contaminanti primari tra loro e con i componenti dell'aria. Così, per azione di ossidi d'azoto su idrocarburi, in particolari condizioni di luce, si forma, tra l'altro, il perossiacil-nitrato, sostanza estremamente irritante per l'uomo e tossica per le piante. Nelle stesse condizioni si formano ozono e ossigeno molecolare 'singoletto', capaci di reagire con i contaminanti primari. Ad essi si attribuisce, tra l'altro, la trasformazione del diossido di zolfo in triossido.

Queste reazioni sono state approfondite grazie a moderni metodi analitici chimico-fisici che hanno permesso di conoscere più a fondo il meccanismo di formazione della contaminazione atmosferica e dei cosiddetti smogs.

È stato infatti dimostrato che quando prevalgono nell'atmosfera i processi di ossidazione dovuti a fenomeni fotochimici si ha lo smog 'ossidante' o 'fotochimico' evidenziato nella megalopoli di Los Angeles. È interessante osservare che la presenza degli ossidanti nell'atmosfera è appunto funzione dell'irradiazione solare e raggiunge il massimo verso mezzogiorno.

A Londra e a Milano si ha invece un altro tipo di smog, caratterizzato dalla presenza di diossido di zolfo inalterato e detto perciò 'riducente', che si manifesta nelle prime ore del mattino.

Prospettive attuali

I problemi dell'inquinamento ambientale, seppure molto gravi, possono essere affrontati e risolti in modo completo, o almeno avviati a soluzione, come è avvenuto in Inghilterra, ove tali problemi si sono presentati e sono stati studiati. È necessario che in quest'opera si proceda sia prevenendo e riducendo le cause delle attività che inquinano, sia modificando radicalmente le tecnologie di produzione; ogni altra soluzione sarebbe infatti incompleta e a lungo andare anche inutile.

Oggi in tali direzioni si stanno orientando le normative dei paesi più altamente industrializzati. Si cerca di colpire le industrie inquinanti tassando le immissioni, affinché esse studino e adottino sistemi nuovi e non inquinanti. Un'altra impostazione più drastica è quella di rendere obbligatorio negli impianti industriali il riciclaggio dell'aria e dell'acqua usata. In molti casi, specie negli autoveicoli, può essere difficile una soluzione radicale; qui la tecnologia deve fornire motori che presentino caratteristiche diverse da quelle attuali, cioè che emettano una minore percentuale di ossido di carbonio nei gas di scarico.

Per molti inquinamenti ambientali la soluzione tecnologica è già disponibile o prossima ad aversi: essa implica in genere un considerevole aumento di spesa, che può incidere fortemente sul costo del prodotto e quindi sulla concorrenzialità di esso sul mercato nazionale e internazionale rispetto ai prodotti ottenuti senza l'aggravio di sistemi di purificazione.

La complessità del problema della lotta contro l'inquinamento ambientale grande è perché esso presenta aspetti non solamente tecnici ma anche economici e politici ed è risolvibile solo su un piano mondiale. Di questo si sono resi conto i promotori di conferenze delle Nazioni Unite sull'ambiente per giungere a un indirizzo comune tra le esigenze contrastanti dei paesi altamente indu-

strializzati e di quelli in via di sviluppo.

Oggi sulle linee già tracciate per la tutela e il rispetto dell'ambiente è necessario un ulteriore contributo di ricerca per acquisire quei dati che saranno necessari per stabilire dei criteri di priorità.

Si può pertanto prevedere per la risoluzione di ciascun grande problema una prima fase, conoscitiva, fondata sull'approfondimento delle cause e degli effetti in questione, e una seconda, di ricerca applicata, per la soluzione dei singoli problemi tecnologici, che dovrebbe tendere a fornire le soluzioni economicamente possibili. Una terza fase deve poi portare all'attuazione di queste misure, ed è quindi una fase normativa, che si varrà delle conoscenze acquisite ed effettuerà anche i necessari interventi fiscali e finanziari.

Gli esempi che si sono avuti in questi ultimi anni di nuovi processi industriali non inquinanti per ovviare a errori di decenni, l'impostazione nuova della grande industria sul riciclaggio dei prodotti usati, l'orientamento verso nuovi sistemi di produzione di energia non inquinanti, il fiorire di iniziative dal livello artigianale per trovare nuovi sistemi di abbattimento e nuovi cicli di lavorazione, indicano che la sensibilizzazione delle classi dirigenti e dell'opinione pubblica a questo problema sta portando a risultati concreti, frutto di una mentalità nuova. Non bisogna infine dimenticare che il costo del recupero può essere enormemente più alto se non si procede subito.

Il decadimento dell'ambiente, se diventa irreversibile, non può essere salvato da nessuna tecnologia. L'umanità non deve attendere la formazione di nuovi tipi di deserti, ma procedere alla difesa del suo ambiente.



A conclusione di questa rassegna è doveroso chiamare in causa l'etica della responsabilità ed impegnarsi affinché ciascuno possa contribuire a tutelare le generazioni future:

“Devo lasciare un biglietto a mio nipote: la richiesta di perdono per non avergli lasciato un mondo migliore di quello che è”.

(Andrea Zanzotto)

Gli alberi rimangono intatti se tu te ne vai. Ma tu no, qualora se ne vadano loro.

(Markku Envall)

Acqua potabile e inquinamento

Luca Lucentini

Acqua, salute e vita

Il legame tra acqua e vita, istintivo nell'uomo sin dai primordi della civiltà, si è consolidato nei secoli attraverso l'approfondimento delle conoscenze, prima empiriche poi più razionali e scientifiche, sul ruolo dell'acqua nei sistemi biologici e nell'organismo umano. Sappiamo oggi che l'acqua è il principale costituente del corpo umano rappresentando circa il 55% del peso corporeo nell'adulto e fino al 75% in un neonato, essendo coinvolta in quasi tutte le funzioni biologiche essenziali; essa agisce, infatti, come solvente di composti inorganici e organici, da liquido termostatico con capacità termoregolatrici, da mezzo indispensabile allo svolgimento di molteplici trasformazioni metaboliche e del chimismo cellulare.

La quantità d'acqua da assumere ogni giorno dipende dall'età e dal sesso dell'individuo, da variabili ambientali - tra tutte la temperatura - dall'impegno fisico nell'attività lavorativa, come pure dallo stile di vita e dall'esercizio sportivo. I valori di riferimento di recente stimati dall'*Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare* considerano che l'acqua assunta complessivamente - sia mediante consumo diretto che attraverso alimenti e bevande di ogni genere -, in condizioni di moderate temperature ambientali e medi livelli di attività fisica, debba essere compresa tra circa 0,8-1,3 litri di acqua al giorno per i bambini tra 6 mesi e 3 anni di età, circa 1,6 litri per bambini tra 4 e 8 anni e per gli adulti 2 litri e 2,5 litri al giorno, rispettivamente per femmine e maschi [1].

La disponibilità di acqua nei punti in cui è indispensabile all'uomo per le necessità essenziali, non è comune a tutte le aree del pianeta. Solo di recente - nel 2010 - si è arrivati a dimezzare la popolazione senza accesso ad acqua potabile, ed è del tutto evidente che qualsiasi miglioramento delle possibilità e condizioni di vita e di salute a livello globale è subordinato alla capacità di assicurare universalmente acqua di qualità adeguata per il consumo umano e l'igiene personale, e, contestualmente, di conseguire il corretto smaltimento delle acque reflue.

Fattori di rischio nelle acque destinate a consumo umano e loro controllo

L'assunzione di acqua è indispensabile per il mantenimento del buono stato fisico dell'individuo e presiede ogni possibilità di sviluppo sociale ed economico. Per questo, nei paesi cosiddetti avanzati, viene garantita la disponibilità di acqua in ogni ambiente domestico e produttivo, ed assicurato che questa sia "idonea" per il consumo umano, cioè che possa essere consumata ed utilizzata da ogni individuo, incluse le fasce più vulnerabili, in piena sicurezza lungo l'arco dell'intera vita.

Questo fondamentale principio - che assume valenza di morale ed etica, tanto da costituire un diritto universale dell'uomo, correlato anche a criteri di giustizia ed equità - presenta nella sua realizzazione particolari complessità, non sempre direttamente evidenti.

L'apparenza familiare e semplice dell'acqua nel contesto ambientale è, infatti, generata da complessi cambiamenti chimico-fisici organizzati in un ciclo naturale che può durare da giorni a migliaia di anni, interessando distanze di migliaia di chilometri nell'atmosfera, sulla terraferma e nel sottosuolo, con trasformazioni da fasi gassose, solide e liquide. E, d'altra parte, garantire acqua in qualità, quantità, tempo, luogo e semplicità d'uso, adeguate per ogni attività umana presuppone una serie di azioni ottimizzate e coordinate da realizzare nella filiera idro-potabile, che, a partire da una captazione equilibrata e sostenibile dai corpi idrici naturali, implica, ove e per quanto necessario, trattamenti sicuri e controllati per rendere la risorsa adeguata ai diversi consumi ed usi, e distribuzioni capillari in ogni area dove insistono insediamenti umani; è necessario altresì garantire la sorveglianza estesa a tutte le fasi della filiera idro-potabile, secondo criteri e metodi adeguati per qualità e frequenza. In tale contesto è comunque poi indispensabile mantenere un controllo rigoroso del costo dell'acqua, per assicurare il diritto alla risorsa ad ogni fascia sociale.

Contaminazione delle risorse idriche nell'ambiente - Le risorse idriche di natura superficiale o sotterranea contengono naturalmente elementi minerali od altri composti chimici per effetto degli scambi che hanno luogo nei differenti comparti ambientali, in seguito a fenomeni più o meno complessi. La permanenza ed il movimento degli acquiferi connotano la facies chimica delle risorse idriche prelevate dal sottosuolo e destinate ad usi umani, che rappresentano, con più dell'85%, la risorsa utilizzata per la produzione idro-potabile in Italia. In seguito a tali fenomeni le acque si arricchiscono di sostanze inorganiche (i cosiddetti sali minerali, annoverati anche tra i "micro- od oligoelementi" o "macronutrienti"), che l'uomo non in grado di sintetizzare, e che presentano funzioni biologiche essenziali nell'organismo, come, tra l'altro, lo sviluppo di tessuti ed organi, la circolazione sanguigna e lo scambio cellulare.

D'altra parte, l'interazione idro-geologica ed idro-geochimica che ha luogo nell'acquifero, in presenza di particolari rocce, terreni o sedimenti, può comportare la contaminazione della risorsa idrica con concentrazioni significative di elementi tossici quali arsenico, fluoro, boro od uranio. Ciò è rilevante in Italia, data la storia geologica del nostro paese, molto lunga e complessa, e caratterizzata dalla presenza di numerose aree vulcaniche attive.

È poi da considerare che, con un grado diverso di vulnerabilità, funzione di variabili prettamente sito-specifiche, i corpi idrici superficiali e sotterranei sono esposti a contaminazione da sostanze naturali o di origine antropica che può risultare particolarmente significativa in corrispondenza di aree a forte pressione agricola e/o industriale, insediamenti umani privi di adeguati trattamenti di reflui, sversamenti di inquinanti, eventi meteorologici estremi o fenomeni accidentali di altra natura. In questo contesto, c'è definita evidenza anche in Italia dell'impatto dei cambiamenti climatici sulla qualità e quantità delle risorse idriche per la produzione potabile. Un esempio, tra molti, è rappresentato dai cianobatteri, alghe che proliferano nei corpi idrici superficiali produttrici di metaboliti organici tossici detti cianotossine; contaminazioni improvvise e massive di cianobatteri in corpi idrici sono stati infatti evidenziate in corpi idrici, in precedenza mai interessate da tali fenomeni, sostenute da straordinarie sequenze di

crisi idrica ed inondazioni con probabili effetti di rimozioni di nutrienti dai sedimenti [2]. La gestione di contaminazioni da cianobatteri in acque superficiali da destinare a consumo umano per la prevenzione e mitigazione dei rischi è stato oggetto di recente di specifiche linee guida [3].

I trattamenti di potabilizzazione - Le risorse idriche captate da corpi idrici naturali o, anche, da invasi artificiali, sono quindi sottoposte a trattamenti di diversa complessità, in funzione della natura e dello stato di contaminazione delle risorse di origine, finalizzati, da un lato, a rimuovere parametri di natura chimica, microbiologica o radiologica eventualmente presenti e, dall'altro, a preservare le caratteristiche igienico-sanitarie conseguite con la "potabilizzazione", nel corso della distribuzione fino alle utenze. In termini generali, le tecniche di potabilizzazione si basano su procedimenti chimico-fisici consolidati ed attuati tradizionalmente (coagulazione, flocculazione, filtrazioni su sabbia, ecc.), integrate con soluzioni più avanzate nel caso di acque più contaminate, quali, tra l'altro, micro-filtrazione o adsorbimento su carboni attivi. Trattamenti di rimozione di parametri specifici, ad esempio arsenico o cianotossine, sono praticati utilizzando resine ed altri mezzi attivi idoneamente sviluppati e validati in termini di efficienza, sicurezza d'uso e praticabilità. Le misure di controllo adottate in potabilizzazione sono spesso risolutive per la rimozione di molteplici fattori di rischio, ad esempio con la coagoflocculazione si ottiene la precipitazione di particolati e contaminanti sia chimici che biologici. Dal punto di vista del rischio microbiologico è da sottolineare l'importanza dei processi di disinfezione delle acque sia in potabilizzazione che nel corso della distribuzione idrica. Sul piano nazionale circa un quarto delle acque distribuite sul territorio subiscono trattamenti di potabilizzazione diversi dalla disinfezione; quest'ultima è d'altra parte praticata per la quasi totalità delle acque di rubinetto. In un contesto generale di valutazione dei rischi, è da sottolineare come i processi di potabilizzazione abbiano un impatto così straordinario sulla riduzione della mortalità, e sulla crescita e qualità di vita della popolazione, da essere considerato superiore all'introduzione delle prevenzioni vaccinali ed alla diffusione degli antibiotici [4]. D'altro canto è evidente come i materiali in contatto con le acque ed i prodotti di trattamento, e la progettazione, implementazione e controllo dei processi, siano elementi di fondamentale criticità per garantire l'assenza di rischi nelle acque consumate. A questo proposito da rilevare che condiviso il criterio, sancito anche a livello normativo, secondo cui sebbene i processi di disinfezione comportino, in molti casi, "sottoprodotti" caratterizzati anche da tossicità verso l'organismo umano, la presenza di questi non deve compromettere in alcun caso la disinfezione stessa [5].

La distribuzione delle acque - Elemento di specifica attenzione è anche il rischio di migrazione di elementi chimici nelle reti di distribuzione, in particolare modo dai tratti di impianti domestici. Una ricerca condotta in anni recenti dall'istituto Superiore di Sanità nell'intero territorio nazionale, ha riguardato 21 città di 15 regioni ed 1 provincia autonoma, con circa 6.000 prelievi in 3.800 utenze, delle quali circa il 60% in abitazioni private, evidenziando per circa il 5% dei casi non conformità per il nichel, plausibilmente rilasciato da compo-

nenti delle rubinetterie e rilevante soprattutto in soggetti allergici; rilasci di ferro significativi erano anche trovati in concentrazioni anomale in circa il 3,4% dei casi sebbene l'impatto sanitario di questi sia da considerare trascurabile; la contaminazione di rame e zinco risultava di entità ridotta (concentrazioni superiori ai livelli di riferimento rispettivamente per il 0,4 e 0,1% dei campioni) mentre per il cromo non si registravano criticità. Elemento di particolare rilievo è rappresentato dal piombo, riscontrato in circa il 2-4 % dei controlli in concentrazioni al rubinetto superiori a 10 µg/litro, valore di parametro vigente dal 25 dicembre 2003 (al termine di un periodo transitorio di 15 anni nel quale era consentito un valore di 25 µg/litro, per realizzare complessi lavori di risanamento e sostituzioni delle reti). Tenendo conto dell'elevata tossicità del piombo per l'organismo umano, in particolare rispetto allo sviluppo neurologico di neonati e bambini, e della possibilità che acque con elevati tenori dell'elemento siano distribuite in edifici storici (per lo più antecedenti agli anni '60-'70), soprattutto in seguito a contatto prolungato dell'acqua nella tubazione (ad esempio dopo una stagnazione notturna), a livello di autorità sanitaria centrale sono state diffuse raccomandazioni specifiche di prevenzione e controllo per la popolazione [6].

Norme di qualità per le acque destinate a consumo umano

L'acqua e la sua qualità sono stati al centro delle politiche comunitarie fin dalla fondazione dell'UE, e continuano a rappresentare un tema di attenzione prioritaria da parte della cittadinanza e delle Autorità centrali dell'Unione e degli stati membri.

Secondo principi condivisi internazionalmente, sviluppati anche nelle linee guida per la qualità dell'acqua potabile dell'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), la protezione della salute umana dagli effetti dell'esposizione a specifiche sostanze tramite il consumo di acque, nell'arco dell'intera vita, è basata sulla definizione di "valori guida"; nel caso di sostanze che presentino effetti deterministici (per le quali è cioè evidenziato un nesso di causalità tra effetto osservato e dose di esposizione) è perseguita la virtuale "assenza" di pericolo per la salute, mentre, nel caso di composti cancerogeni o mutageni ad effetto stocastico (per cui non può definirsi un valore di soglia per la manifestazione degli effetti), si prefiggono livelli di rischio ritenuti accettabili, sulla base del principio di precauzione, anche nel contesto della realizzabilità tecnica ed economica e di ogni altro aspetto specificamente pertinente. È indubbio che, in questo contesto, la ricerca scientifica applicata alle valutazioni tossicologiche o epidemiologiche sia determinante per garantire un adeguato livello di protezione della salute. Ad esempio, nel caso del Cromo VI, contaminante di diversi acquiferi sotterranei di provenienza sia antropica che naturale, le ricerche in corso sono mirate a superare la limitata conoscenza sui fattori che presiedono alla riduzione/assorbimento della sostanza nel tratto gastrointestinale, situazione che pregiudica un'eshaustiva conoscenza del potenziale impatto di cancerogenicità e quindi, allo stato, anche la definizione di limiti *health-based* nelle acque.

Parallelamente, è anche necessario assicurare un processo di adeguamento nor-

mativo al passo con il progredire delle conoscenze. L'attuale direttiva 98/83/CE sulla qualità delle acque destinate al consumo umano sancisce che i valori di parametro di sostanze oggetto di attenzione sotto il profilo sanitario o indicatori dello stato qualitativo o organolettico dell'acqua debbano essere definiti sulla base degli indirizzi dell'OMS, e riaggiornati almeno ogni 5 anni allo stato delle conoscenze. Il *gap* in questo caso è particolarmente rilevante se si pensa che l'atto normativo che ha ormai più di 15 anni, è fondato su informazioni presenti nella seconda edizione delle Linee Guida OMS per la qualità delle acque potabili [7], in diversi casi superate dalla corrente quarta edizione delle linee guida del 2011 [8], mentre è in atto la preparazione di una quinta edizione. Specificamente, per sei parametri (antimonio, boro, cianuro, mercurio, nickel e selenio) i limiti *health-based* attualmente definiti sono superiori ai precedenti valori adottati in sede OMS e recepiti in direttiva; questo implica che attualmente vengono impiegate risorse, in molti casi anche notevoli, senza conseguire un miglior grado di protezione della salute umana. La necessità di perseguire standard di qualità aggiornati alle conoscenze sui rischi riguarda anche sostanze il cui controllo non è espressamente previsto in direttiva ma che potrebbero essere introdotte come parametri con valenza nazionale come ad esempio nel caso delle cianotossine o dell'uranio, naturalmente diffuso in molte risorse idriche sotterranee di natura vulcanica.

Sotto il profilo dell'implementazione delle norme, va evidenziato che lo strumento normativo della "deroga" è risultato essenziale per la risoluzione di molte problematiche di contaminazioni sistematiche di origine naturale di particolare complessità ed estensione - come è stato per il boro in Toscana, per l'arsenico e fluoro in molte zone d'Italia - che richiedevano risorse e tempi rilevanti per la messa in conformità per i sistemi idrici. D'altronde, alcuni disastri rientri che in passato si sono verificati al termine di molteplici regimi di deroga hanno dato luogo a limitazioni d'uso della risorsa, penalizzanti per un numero rilevante di utenti; ciò si è verificato, in molti casi, per forniture idriche piccole (comprese tra i 50 - 5.000 abitanti) o molto piccole (inferiori ai 50 abitanti), per lo più con gestioni ancora in economia.

Qualità delle acque destinate a consumo umano in Italia: stato dell'arte, criticità ed azioni di miglioramento.

Molte azioni sinergiche condotte nei servizi idrici per il miglioramento delle qualità dell'acqua erogata e, nel contempo, efficienti sistemi di sorveglianza ad opera delle autorità preposte, stanno garantendo nel tempo una generale rispondenza ai requisiti delle acque destinate al consumo umano secondo la normativa vigente, in Italia come negli altri stati membri (figura).

Diverse criticità tuttavia esistono, per la cui risoluzione è indispensabile uno sforzo congiunto della gestione idrica e dell'autorità pubblica verso standard qualitativi adeguati, allo scopo di aumentare il livello di protezione della salute assieme allo sviluppo economico.

Un aspetto di particolare attenzione deve riguardare i piccoli sistemi di gestione idro-potabile se si pensa che secondo uno studio UE del 2011 [9] più di un terzo di questi fornisce acqua non conforme agli standard di qualità della stes-

sa UE, sia rispetto a parametri microbiologici che chimici. Si tratta, per lo più di realtà caratterizzate da gestione in economia, che oltre a presentare difficoltà ad avviare i necessari investimenti, richiederebbero azioni di miglioramento nell'implementazione di un efficace monitoraggio sul sistema e nella gestione di situazioni di non conformità, oltre alla formazione degli operatori, sino alla stessa informazione per il pubblico.

Sotto il profilo normativo, è anche evidente la necessità di rivedere i criteri di tipo retrospettivo che presiedono alla garanzia di qualità delle acque destinate al consumo umano. Il giudizio di idoneità al consumo è, infatti, oggi essenzialmente ricondotto alla conformità dei risultati di monitoraggi sistematici eseguiti sulle acque distribuite rispetto a valori previsti per un numero limitato di parametri attinenti alla sicurezza microbiologica, fisica e chimica delle acque; esso risente quindi di limitazioni correlate alla rappresentatività dei controlli e si associa ad una ridotta capacità nella prevenzione di potenziali rischi sanitari. Elemento risolutivo nei contesti sopra richiamati è l'adozione di un nuovo approccio olistico che sposti l'attenzione dal controllo sulle acque distribuite alla prevenzione e gestione dei rischi nella specifica filiera idro-potabile, estesa dalla captazione al rubinetto, sul modello dei Water Safety Plans (Piani di sicurezza dell'acqua) elaborati in sede OMS ed adottati in Italia da Linee guida nazionali di recente emanazione [10]. Le linee guida indicano, tra l'altro, la necessità di rafforzare la sorveglianza sulla qualità delle acque in captazione attraverso l'integrazione delle azioni di monitoraggio ambientale e di caratterizzazione delle risorse idriche condotte nell'ambito della dir 2000/60/CE e considerare ogni altra informazione sito-specifica che possa presiedere ad identificare (per poi tenere sotto controllo) potenziali pericoli nelle acque d'origine, non oggetto di ordinario controllo, ma suscettibili di manifestarsi al rubinetto del consumatore.

Questi elementi sono oggetto specifico di attenzione nel processo in corso per la revisione della direttiva sulla qualità delle acque potabili attraverso un serrato confronto tra stati membri, CE e OMS, per la rivalutazione dei criteri e metodi di controllo, anche per parametri di interesse "emergente", anche (almeno parzialmente) di origine naturale come nel caso di Cromo VI, uranio, amianto, come pure per sostanze radioattive, di recente oggetto di una specifica direttiva.

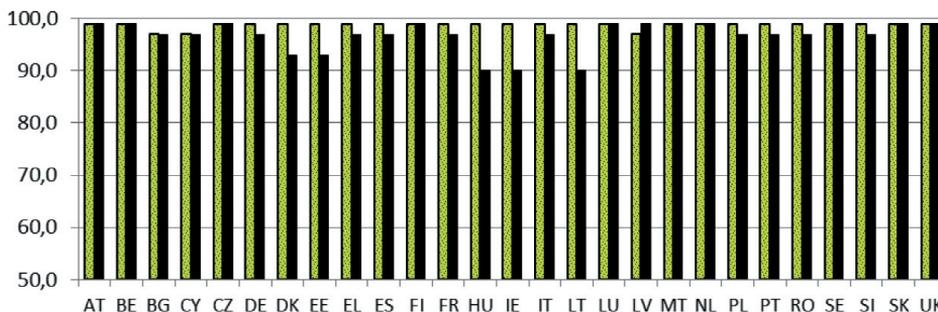


Figura. Conformità delle acque distribuite (forniture superiori a 5.000 abitanti) In Europa per parametri microbiologici (verde) e chimici (nero). Dati 2010, fonte [9].

Considerazioni conclusive

Certamente la generale rispondenza dei requisiti delle acque destinate al consumo umano alla normativa vigente nel corso degli intensivi monitoraggi operati a livello nazionale dimostra l'efficacia delle molte azioni condotte nei servizi idrici per garantire la qualità dell'acqua fornita all'utenza, come pure una sostanziale efficienza dei sistemi di sorveglianza. Questo non deve però, in alcun modo, indurre ad una sottovalutazione delle diverse criticità esistenti e, anzi, deve presiedere ad uno sforzo congiunto della gestione idrica e dell'autorità pubblica, a perseguire standard qualitativi sempre più elevati per aumentare il livello di protezione della salute e lo sviluppo economico. In questa direzione deve essere perseguita, anche in prospettiva regolatoria, l'implementazione dei piani di sicurezza dell'acqua nei gestori idropotabili, con priorità per i piccoli sistemi.

Un aspetto cruciale nel rapporto tra gestore idrico, autorità pubbliche e consumatori riguarda anche la comunicazione sulla qualità delle acque, rispetto alla quale è necessario lavorare ancora per garantire un'informazione esaustiva, tempestiva e fruibile, ed il coinvolgimento dei consumatori nelle decisioni che interessano la sicurezza delle acque e la salute umana. Importanti segnali in tale contesto si sono avuti con l'emissione da parte dell'Autorità per il Gas e l'Energia della prima Direttiva per la trasparenza dei documenti di fatturazione che, tra l'altro, obbliga i gestori a mettere a disposizione degli utenti a partire da giugno 2013 la Carta dei servizi e le informazioni sulla qualità dell'acqua fornita. D'altro canto lo sviluppo del Portale Nazionale Acque, avviato sotto l'egida del ministero della Salute, è quanto mai atteso per rispondere a molte necessità della cittadinanza di comunicazione interattiva con la necessaria attendibilità scientifica, tempestività e trasparenza.

Bibliografia

1. EFSA Journal 2010; 8(3):1459. [48pp.].doi:10.2903/j.efsa.2010.1459. Available online: www.efsa.europa.eu.
2. World Health Organization - UNECE. 2010. *Guidance on Water Supply and Sanitation in Extreme Weather Events*. Sinisi L. and Aertgeerts R. (eds.). Geneva: World Health Organization.
3. Lucentini L. Ottaviani M. per il "Gruppo nazionale per la gestione del rischio cianobatteri in acque destinate a consumo umano" (Ed.). *Cianobatteri in acque destinate a consumo umano. Linee guida per la gestione del rischio*. Volume 2.
4. Plotkin SL. Plotkin SA. *A short history of vaccination*. In: Plotkin SA, Orenstein WA (Ed). *Vaccines*. 4th ed. Philadelphia: WB. Saunders; 2004. p. 1-15.
5. Decreto Legislativo 2 febbraio 2001, n. 31 "Attuazione della direttiva 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano". Gazzetta Ufficiale n. 52 del 3 marzo 2001 - Supplemento Ordinario n. 41.
6. http://www.iss.it/binary/aqua/cont/Nota_Informativa_Piombo_Acque_potabili_13_12_2013.pdf

7. Vol. 1 - World Health Organization. *Guidelines for drinking-water quality*. Second edition. Geneva: World Health Organization; WHO, Geneva, 1993. Recommendations.
8. World Health Organization. *Guidelines for drinking-water quality*. Fourth Edition. Geneva: World Health Organization; 2011.
9. *Report from the Commission Synthesis Report on the Quality of Drinking Water in the EU examining the Member States' reports for the period 2008-2010 under Directive 98/83/EC*.
http://ec.europa.eu/environment/water/waterdrink/pdf/report2014/1_EN_ACT_part1_v3.pdf
10. Lucentini L. Achene L. Fuscoletti V. Nigro Di Gregorio F. Pettine P. (Ed.). *Linee guida per la valutazione e gestione del rischio nella filiera delle acque destinate al consumo umano secondo il modello dei Water Safety Plans*.

Inquinamento del suolo - Origini e possibili rimedi

Manlio Orlandi

L'inquinamento del suolo è un fenomeno di alterazione della composizione chimica naturale dello stesso causata dalle attività e dalle incurie dell'uomo.

I principali fattori che causano tali alterazioni sono:

- Rifiuti non biodegradabili
- Prodotti fitosanitari
- Metalli pesanti
- Fertilizzanti
- Solventi

Tutto ciò porta ad una sostanziale modifica dell'equilibrio del suolo stesso, provocando seri danni alla catena alimentare dell'essere umano.

Rispetto all'inquinamento dell'aria e delle acque, quello del suolo è stato meno portato all'attenzione dei media; solo in questi ultimi periodi, se ne è parlato con insistenza, vedi "la terra dei fuochi", vedi gli insediamenti industriali dislocati un po' lungo tutta la nostra penisola.

Le motivazioni di questa minore evidenza deriva dal fatto che l'inquinamento del suolo ha effetti non immediati, come nel caso di quello atmosferico e di quello collegato ai corsi d'acqua ove confluiscono scarichi fognari sia domestici che industriali.

Ritornando quindi ai fattori che hanno causato o che causano l'inquinamento del suolo, essi provengono essenzialmente da:

- Interramento di rifiuti solidi
- Percolazione di acque contaminate
- Perdita di serbatoi o condutture interrati
- Uso eccessivo di fitofarmaci e fertilizzanti

Al gruppo dei rifiuti solidi appartengono: vetro, carta/cartone, plastica, medicinali scaduti, e rifiuti organici in genere; solo questi ultimi sono biodegradabili, tutti gli altri risultano estremamente dannosi poiché nel tempo possono raggiungere le falde acquifere, alterando e danneggiando il loro equilibrio e quello delle coltivazioni agricole insistenti sul territorio.

Sempre nel campo dei rifiuti solidi troviamo i metalli pesanti, (Cromo, Arsenico, Nichel, Ferro, Piombo, Mercurio), legati e provenienti alle produzioni di insediamenti industriali, non ultime le scorie radioattive, legate ad esplosioni atomiche, a perdite non controllate nelle centrali nucleari o allo smaltimento criminale di scarti generati nei processi produttivi.

Per quanto concerne i rifiuti liquidi, si passa dai liquami di origine animale, ai prodotti chimici utilizzati per combattere le aggressioni dei parassiti alle piante, a sversamenti più o meno volontari di oli, vernici solventi chimici e medicinali liquidi scaduti.

L'incremento dell'inquinamento deriva dall'aumento della popolazione, dall'uso di tecniche lavorative nocive sia per l'uomo che per l'ambiente. Lo sviluppo industriale e la teoria che il benessere derivasse e fosse collegato all'incremento della produzione industriale, hanno portato ad una era di consumo e

sfruttamento delle risorse che nel tempo hanno causato una alterazione anche delle condizioni climatiche.

Tutto ciò ha portato ad un elevato carico biologico nei corsi d'acqua, all'inquinamento del suolo da parte dei rifiuti solidi e dei liquidi precedentemente indicati, contribuendo alla forte progressione del degrado ambientale.

Gli effetti di ciò si ripercuotono direttamente sulla salute delle persone che insistono sulle zone contaminate, sia attraverso la catena alimentare, (animali visutti sui terreni inquinati) e consumo di ortaggi e verdure provenienti da quelle zone.

Il Cromo è sicuramente cancerogeno, (è facile trovarlo in discariche vicine ad insediamenti siderurgici); il Piombo, da parte sua può causare danni cerebrali nei bambini in tenera età; il Mercurio invece è responsabile di varie disfunzioni renali.

L'inquinamento del suolo ha conseguenze negative anche sugli ecosistemi, può alterare e modificare il metabolismo di alcuni microorganismi che si trovano nel terreno ripercuotendosi sugli animali predatori o sugli stessi consumatori. Può alterare il metabolismo delle piante con conseguente diminuzione dei raccolti.

In tutto questo caos: cattive gestioni, scarsi controlli, diseducazione dei cittadini, non bisogna però disperare ed arrendersi, è necessario tenere alta la guardia con l'obbiettivo volto ad un sostanziale e drastico mutamento.

L'inquinamento del suolo può essere ridotto e migliorato con procedimenti di bonifica o rimboschimento ove possibile. In alcuni casi gli strati del terreno contaminato possono essere rimossi e confinati effettuando un trattamento di quanto rimasto mediante l'utilizzo di microorganismi sfruttando la digestione microbica di particolari sostanze organiche.

È vero che tanto male è stato fatto, vuoi per disinformazione, vuoi per incuria, ma, con una corretta politica di gestione dei rifiuti, con l'applicazione di norme volte alla tutela dell'ambiente, il riciclo ed il riutilizzo di alcuni di questi materiali, (vetro, carta, metalli), si potrà sicuramente arrivare ad una considerevole riduzione dei rischi da inquinamento.

Tanti prodotti di scarto opportunamente selezionati, smaltiti e/o recuperati potranno ridurre o addirittura annullare la loro pericolosità dando vita ad un nuovo ciclo di vita.

Le operazioni di bonifica possono essere solo un rimedio parziale, la vera ed unica soluzione è una corretta prevenzione.

Inquinamento del suolo - Le Tutele

Eleonora Beccaloni - Fabiana Vanni

Lo sviluppo dell'industrializzazione e delle attività produttive ha generato la necessità di una continua valutazione e gestione dello stato dei vari comparti ambientali. Le sostanze immesse nell'ambiente, sia di origine naturale, quindi già presenti nell'ambiente stesso, che di origine antropica, possono muoversi tra i vari comparti - aria, acqua, suolo, sedimenti - in funzione delle trasformazioni che le sostanze stesse possono subire, quali i processi di idrolisi, biodegradazione, ossidazione ma, soprattutto, in funzione delle loro caratteristiche chimico-fisiche, che ne determinano, infine, l'eventuale accumulo prioritario in un dato comparto ambientale.

Per quanto attiene al comparto suolo, attualmente in Italia, i settori che contribuiscono maggiormente alla sua eventuale contaminazione sono le attività industriali (in particolare il settore chimico, seguito dai settori petrolifero, energetico e metalmeccanico), e i rifiuti urbani e industriali. Le categorie di inquinanti più diffuse sono i metalli pesanti, seguiti dagli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) e da altre sostanze organiche, anche clorurate.

Fino agli anni '90, si parlava di inquinamento considerando i singoli comparti; è nel 1986, con la Legge n. 349 che istituisce il Ministero dell'Ambiente e codifica le prime norme in materia di danno ambientale, che viene introdotto il concetto di "sito inquinato", definendo le "aree ad elevato rischio ambientale". Il sito contaminato indica una porzione di territorio in cui risultano contaminate diverse matrici ambientali. Successivamente venne emanato il D.Lgs. 22/1997 (Decreto Ronchi) che, sebbene riguardasse specificatamente la gestione dei rifiuti, prevedeva anche, nell'art. 17, delle indicazioni per la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ponendo le basi affinché si adottassero dei criteri di valutazione univoci per tutto il territorio nazionale.

Tale tematica è stata, poi, affrontata in maniera più esaustiva dal D.M. n. 471 del 1999 e, successivamente, dal D.Lgs n. 152 del 2006, che hanno individuato un set di contaminanti tra quelli più frequentemente rinvenuti nei suoli e ne hanno fissato i limiti considerando due destinazioni d'uso, residenziale/verde pubblico o privato e industriale/commerciale. Già il primo decreto indicava, inoltre, le modalità e le procedure per gli interventi di bonifica ed introduceva l'utilizzo dell'Analisi di Rischio (AdR) sanitario-ambientale. L'evoluzione dell'approccio normativo consente, in generale, una migliore possibilità di gestione dei siti contaminati, valutando, caso per caso, le opportune modalità di intervento in funzione dell'eventuale contaminazione rilevata (singolo contaminante o contaminanti cumulati, contaminazione puntuale o diffusa), e delle altre caratteristiche sito-specifiche (estensione dell'area, tipologia di suolo ecc.) garantendo, nel contempo, una efficace tutela sanitaria.

La realistica possibilità di gestione dei siti contaminati è di supporto anche per quel che riguarda la percezione del rischio da parte della popolazione residente in aree facenti parte di siti contaminati o nelle adiacenze degli stessi.

L'utilizzo della normativa vigente, unitamente alla sensibilità sviluppata dal-

l'opinione pubblica nei confronti dell'inquinamento ambientale, e del suolo in particolare, considerato una risorsa sfruttabile in primo luogo dal punto di vista agricolo e, successivamente, come parte di un ecosistema che necessita di tutela a livello globale, ha fatto sì che le istituzioni pubbliche abbiano messo in atto una serie di azioni di controllo e correttive di eventuali situazioni particolari generatesi nel corso degli anni. Le attività di monitoraggio effettuate in siti contaminati o potenzialmente contaminati hanno consentito di evidenziare problematiche particolari permettendo, nel contempo, di attuare misure gestionali apposite (ad esempio ordinanze sindacali, limitazioni d'uso di determinate aree ecc.). A tal fine sono coinvolti, nell'ambito delle specifiche competenze, sia gli enti locali, quali Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), Aziende Sanitarie Locali (ASL), che gli enti nazionali, quali l'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), mettendo in campo il vasto corpus di conoscenze tecnico-scientifiche unite alla coscienza e alla passione di chi vede, nel proprio lavoro, uno strumento a servizio della tutela sanitaria e dell'ambiente, nel vasto ambito dello stretto rapporto di dipendenza tra le tematiche ambientali e la salute pubblica. Le responsabilità gestionali degli organi competenti si esplicano, quindi, in maniera esaustiva, *a tutto tondo* si potrebbe dire, cionondimeno è opportuno sottolineare alcune peculiarità della matrice suolo. Innanzitutto l'esposizione della popolazione a suoli contaminati è, generalmente, di tipo indiretto; considerando, infatti, l'ingestione, si è soliti valutare ingestioni accidentali di suolo. Di contro i comparti acqua e aria contribuiscono in maniera diretta all'esposizione umana.

Il suolo, inoltre, ha insite capacità di ristabilire l'equilibrio dell'ecosistema, sfruttando le capacità di degradazione di microorganismi autoctoni nei confronti dei contaminanti, oltre che altri già citati processi (es. idrolisi); infine, quando anche nel suolo vengano rilevate concentrazioni di una data sostanza, per la quale siano o meno stabiliti dei tenori massimi, la parte effettivamente biodisponibile per l'eventuale assorbimento da parte di piante ivi coltivate non è generalmente confrontabile con la concentrazione totale. Tali peculiarità dovrebbero essere di supporto per effettuare una distinzione tra quella che è la percezione del rischio e la reale entità del rischio stesso; è per questo motivo che le procedure di valutazione del rischio, condotte in siti contaminati, sono chiaramente finalizzate alla definizione di idonee misure di gestione, ma devono essere supportate da una corretta comunicazione del rischio stesso alle popolazioni coinvolte, al fine di evitare l'ingenerarsi di allarmismi, talvolta eccessivi se non addirittura ingiustificati, educando, nel contempo, la popolazione all'adozione di comportamenti corretti che siano di supporto nella tutela ambientale.

Premesso ciò, si può evidenziare che, considerando i quasi sedici anni trascorsi dalla prima normativa che definiva, a livello nazionale, tenori massimi di contaminanti nel suolo (D.M. 471/99) ad oggi, i siti comunemente considerati "ad alto rischio" sono stati oggetto di una intensa attività *amministrativo-operativo-gestionale*, che ha previsto la valutazione di un gran numero di Piani di Caratterizzazione, di Analisi di Rischio e di progetti di Messa in Sicurezza o di

Bonifica, da parte delle Autorità competenti. Ciò ha condotto ad attuali stati diversi dell'iter procedurale per le bonifiche nei vari siti, che vanno dalla Messa in Sicurezza, all'approvazione di progetti di bonifica contemplando, anche, l'eventuale restituzione delle aree agli usi legittimi. A fronte di ciò è possibile asserire che la salvaguardia della risorsa suolo, nel nostro Paese, costituisce un obiettivo importante, che si cerca di perseguire a vari livelli, sia mediante l'utilizzo dei mezzi disponibili, che mediante il loro incremento, anche a livello di legge. Ne costituiscono un esempio le specifiche attività di monitoraggio e controllo espletate nella Terra dei Fuochi, che hanno condotto alla stesura di un nuovo atto normativo; è in fase di iter legislativo, infatti, il decreto per aree destinate alla produzione agricola e all'allevamento, che contemplerà, negli allegati, modalità apposite di caratterizzazione e di valutazione del rischio, nonché interventi di risanamento volti a preservare l'integrità del suolo nella sua interezza.

Campi elettromagnetici ambientali e Salute

Martino Grandolfo

Introduzione

Fra tutte le forze, o interazioni, che vengono prese in considerazione nello studio dei fenomeni naturali, l'interazione elettromagnetica è particolarmente importante perché è quella che, in larga misura, determina le proprietà fisiche e chimiche della materia, dagli atomi alle cellule viventi. Le grandi molecole biologiche contengono decine di centinaia di migliaia di atomi ordinati in configurazioni geometriche estremamente complesse, la cui forma e stabilità dipendono dal delicato bilancio delle interazioni elettromagnetiche che si instaurano fra tutti gli atomi vicini. Gli atomi di cui sono composti i solidi sono generalmente distribuiti a formare una struttura regolare con un livello d'ordine che si estende per distanze che risultano enormi se confrontate con le dimensioni atomiche. Responsabile di questo ordine macroscopico è proprio l'interazione elettromagnetica e si potrebbe continuare con molti altri esempi, tanto che oggi si è consapevoli del fatto che la maggior parte dei fenomeni chimici, biologici e fisici è in qualche modo governata dall'interazione elettromagnetica e questo spiega anche perché la comprensione di questa interazione sia essenziale per ogni analisi scientifica dei fenomeni naturali.

Per comprendere meglio la natura fisica delle grandezze in gioco è utile inizialmente introdurre alcune definizioni di carattere generale. Il campo elettrico, E , è la grandezza fisica attraverso la quale descriviamo una regione dello spazio le cui proprietà sono perturbate dalla presenza di una distribuzione di carica elettrica. Il modo più evidente con cui questa perturbazione si manifesta è attraverso la forza che viene sperimentata da una qualunque altra carica introdotta nel campo stesso. Il campo elettrico in ogni punto della regione di spazio indica la direzione, l'intensità e il verso della forza che agisce su una carica puntiforme unitaria positiva che venga messa in quel punto e la sua intensità si misura in volt al metro (V/m). Quando le cariche elettriche sono in movimento (o, in altre parole, quando è presente una corrente elettrica) l'esperienza ha dimostrato che esse danno origine anche a un campo magnetico, H . Le cariche dunque sono la sorgente sia del campo elettrico che del campo magnetico. Il campo magnetico si misura in amperere al metro (A/m) o, spesso, anche in termini di una grandezza corrispondente, l'induzione magnetica, B , che si misura in tesla (T). Le grandezze fisiche H e B nei sistemi biologici sono legate dalla semplice relazione $B = \mu_0 H$, dove $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ è la permeabilità magnetica del vuoto. Dalla relazione precedente risulta che tra le unità di misura ampere al metro e tesla vale la relazione $1\mu T = 0,8 \text{ A/m}$.

Quando il campo elettrico e il campo magnetico variano nel tempo, nascono fra loro importanti fenomeni di interazione che non sono presenti nel caso dei campi statici, cioè i campi la cui intensità è costante e non varia nel tempo. Sintetizzando i risultati di numerose esperienze, possiamo dire che un campo magnetico variabile nel tempo produce un campo elettrico nelle zone ad esso circostanti. Il campo elettrico che così ne risulta ha la stessa realtà fisica e le stesse proprietà dinamiche (ossia esercita una forza sulle cariche elettriche) del campo

originato da cariche elettriche e varia con la stessa frequenza, f , del campo magnetico inducente. I raggi X, le microonde, le onde radio e la luce sono quindi il prodotto del movimento periodico di cariche elettriche. La differenza risiede nel ritmo più o meno rapido della variazione del campo elettromagnetico o, in altre parole, nella sua frequenza di oscillazione. Tale frequenza caratteristica può essere anche molto elevata e si misura in hertz (Hz), corrispondente a una oscillazione al secondo. Molto usati anche i suoi multipli, il kilohertz (1 kHz = 1000 Hz), il megahertz (1 MHz = 1 milione di Hz), il gigahertz (1 GHz = 1 miliardo di Hz). Campi elettrici e magnetici rapidamente variabili non rimangono, quindi, fra loro disaccoppiati: gli uni danno origine agli altri e, in sostanza, coesistono in un'entità unica a cui si dà il nome di campo elettromagnetico. Inoltre, questo campo non resta immobile in una regione dello spazio ma si propaga, sotto forma di onde elettromagnetiche, alla velocità della luce.

I campi elettromagnetici considerati in queste note sono radiazioni non ionizzanti perché, a differenza dei raggi X e dei raggi gamma, non sono in grado di rompere i legami che tengono unite le molecole nelle cellule e di produrre, quindi, la ionizzazione (1, 2). In ordine crescente di frequenza abbiamo i campi elettrici e magnetici statici (frequenza zero), quelli a frequenze inferiori a 300 hertz (Hz), detti anche campi a frequenze estremamente basse (ELF, acronimo ottenuto dalle parole inglesi Extremely Low Frequencies), le radiofrequenze (RF), le microonde (MO), la radiazione infrarossa (TR), la luce (VIS) e la radiazione ultravioletta (UV). Pragmaticamente, la radiazione ottica (cioè IR, VIS e UV) viene trattata separatamente dalla componente non ottica, che è l'oggetto di queste note, pur trattandosi sempre di campi e onde elettromagnetiche. Il termine di campi elettromagnetici che compare nel titolo, o nel testo, di questo articolo non va quindi inteso nella sua accezione più generale, ma in quella più ristretta di campi elettromagnetici non ottici. Non verranno trattati nemmeno i campi statici (cioè quelli a frequenza zero), tipico il campo magnetico statico utilizzato, per esempio, negli apparati di risonanza magnetica.

Rispetto al campo elettrico i tessuti biologici possono comportarsi come isolanti o come conduttori, in relazione alla frequenza dei campi e alla conducibilità e costante dielettrica che li caratterizza. Fino a 100kHz i tessuti possono essere considerati come buoni conduttori e, per questo motivo, fino a tali frequenze il campo elettrico non penetra significativamente all'interno dei tessuti e l'organismo esposto si comporta come un oggetto omogeneo perfettamente conduttore sulla superficie del quale viene indotta una distribuzione di carica elettrica. La variazione nel tempo di tale distribuzione (se il campo è variabile) genera la presenza di correnti elettriche all'interno del corpo umano la cui intensità è proporzionale alla frequenza e all'ampiezza del campo elettrico.

La quantità e la distribuzione di energia elettromagnetica assorbita da un organismo dipendono da numerosi fattori quali:

- Le caratteristiche del campo di radiazioni (intensità, frequenza, polarizzazione)
- L'orientamento e le dimensioni geometriche del corpo
- Le specifiche proprietà elettromagnetiche dei tessuti investiti dal treno d'onde.

In generale si può affermare che il campo elettromagnetico tende a far oscilla-

re le cariche elettriche libere e a orientare e deformare le molecole presenti nei tessuti.

Infatti, gli ioni positivi e negativi presenti nei liquidi fisiologici acquistano energia dal campo elettrico e tendono a seguire le oscillazioni di quest'ultimo; di conseguenza, si formano nell'organismo delle correnti ioniche. Il campo magnetico variabile genera a sua volta correnti indotte e la distribuzione nell'organismo di tali correnti e la loro entità determinano la trasformazione di una parte significativa dell'energia elettromagnetica in energia termica (effetto Joule). il tasso di assorbimento specifico o SAR (acronimo delle parole inglesi Specific Absorption Rate) esprime la misura della percentuale d'energia elettromagnetica assorbita dal corpo umano quando questo viene esposto all'azione di un campo elettromagnetico. Più specificamente, il SAR è definito come la quantità d'energia elettromagnetica assorbita nell'unità di tempo da un elemento di massa unitaria di un sistema biologico, sicché la sua unità di misura è il watt a chilogrammo (W/kg).

Preoccupazioni sui possibili effetti dei campi elettromagnetici non ottici sulla salute umana cominciarono a nascere in connessione con lo sviluppo dell'utilizzo delle microonde nei dispositivi radar di alta potenza che, realizzati durante la seconda guerra mondiale, trovarono ben presto anche vaste applicazioni civili nel controllo del traffico aereo, nella navigazione, nei sistemi di telecomunicazione, in telemetria etc. In risposta alle paure sui potenziali pericoli che potevano derivare dalle installazioni di questi radar di potenza, in molti Paesi vennero iniziate le prime ricerche sugli effetti biologici e sanitari, essenzialmente da parte di ambienti militari (Aeronautica, Marina) o, comunque, da parte di laboratori finanziati da istituzioni militari, e vennero definite le prime linee guida per la protezione dalle microonde (3, 4). Nel nostro Paese la prima istituzione a interessarsi alla problematica, grazie alla sua continua interazione con l'Organizzazione Mondiale della Sanità, fu l'Istituto Superiore di Sanità (5, 6). L'analisi dei potenziali rischi sanitari è poi diventata nel tempo sempre più approfondita, coinvolgendo anche attività dell'Unione Europea (7, 8).

Anche nello studio degli effetti biologici e sanitari delle radiazioni non ionizzanti, come per quelle ionizzanti, si distingue fra effetti acuti (effetti deterministici, la cui entità è proporzionale al livello d'esposizione) ed effetti cosiddetti stocastici, che avvengono casualmente, su base probabilistica (in questi casi è la probabilità di accadimento dell'effetto e non la sua entità a essere proporzionale al livello d'esposizione). Per quanto poi riguarda i meccanismi d'azione risulta utile distinguere tra meccanismi diretti e indiretti. I meccanismi diretti sono quelli direttamente riconducibili all'esposizione al campo, mentre i meccanismi indiretti sono quelli che coinvolgono, oltre al campo e all'individuo esposto, anche la presenza di un terzo oggetto. Un tipico esempio di effetto indiretto è fornito da un corpo conduttore esposto a campi elettrici o magnetici (casi tipici sono quelli di un'auto o di una recinzione metallica), in cui si inducono correnti che possono trasmettersi a un individuo che venga con queste in contatto. Un altro caso si ha quando due oggetti immersi in un campo elettrico vengono tra loro avvicinati al di sotto di una distanza di soglia, provocando l'inesco di una scarica le cui conseguenze possono essere anche gravi (9).

Nell'ambito della protezione dai campi elettromagnetici non ottici si riscontra, talvolta, un uso improprio dei termini interazione, effetto biologico e danno, che sembra riflettere un certo livello di confusione concettuale. Quando un organismo interagisce con un campo elettromagnetico, il suo equilibrio viene perturbato, ma ciò non si traduce automaticamente in un effetto biologico apprezzabile e ancor meno in un danno. Si parla infatti di effetto biologico solo in presenza di variazioni morfologiche o funzionali a carico di strutture di livello superiore, dal punto di vista organizzativo, a quello molecolare. Le informazioni fornite da studi sui sistemi molecolari, sebbene fondamentali per la comprensione dei meccanismi di interazione o patogenetici, non permettono quindi estrapolazioni a livelli organizzativi più complessi, come tessuti, organi e sistemi. L'induzione di un effetto biologico, d'altra parte, non comporta necessariamente un danno alla salute. Per poter parlare di danno occorre infatti che l'effetto biologico superi i limiti di efficacia dei meccanismi di adattamento dell'organismo, che variano con l'età, il sesso, lo stato di salute, il tipo e grado di attività del soggetto, nonché con le condizioni ambientali esterne, come temperatura e umidità o la contemporanea presenza di altri agenti nocivi.

Di tutti i problemi che possono sollevare gli impianti e le apparecchiature che inducono attorno a sé campi elettromagnetici - da quelli tecnologici, a quelli ambientali, paesaggistici, giuridici e via discorrendo - sono sicuramente gli eventuali rischi sanitari quelli che hanno suscitato il massimo interesse da parte del più vasto pubblico. Il risultato è che, nel corso degli anni, sono state avviate numerose ricerche, *in vivo* e *in vitro*, e studi epidemiologici sugli animali e sull'uomo con lo scopo di evidenziare i possibili pericoli connessi alle esposizioni a campi elettromagnetici. Particolare attenzione è stata dedicata ai campi ELF (linee ad alta tensione), alle RF (trasmettitori radiotelevisivi) e alle MO (telefonia mobile), alla cui esposizione può essere interessata tutta la popolazione. Non va però trascurato il fatto che anche molte attività lavorative possono comportare esposizioni a questi campi, e di gran lunga più intense di quelle riscontrabili nell'ambiente in generale. Le indagini effettuate hanno spesso fornito risultati contraddittori, com'è prevedibile attendersi quando gli obiettivi e i metodi sono eterogenei. L'impossibilità di arrivare a una puntuale definizione del rischio espositivo, in particolare per quanto riguarda i possibili effetti cancerogeni, ha contribuito poi a suscitare nell'opinione pubblica un allarme generalizzato nei cui confronti la ricerca scientifica s'è impegnata a fornire elementi conoscitivi quanto più possibile condivisi.

A fronte, comunque, di questa situazione molti Paesi, compresa l'Italia, si sono dotati, nel tempo, di leggi e normative volte a limitare i livelli d'esposizione e a salvaguardare la salute degli esposti, sia in ambiente di vita che di lavoro.

Campi a frequenze estremamente basse (ELF)

I primi studi sulla possibilità di una debole associazione tra esposizione a campi magnetici a 50-60 Hz in ambiente residenziale e rischio di leucemia infantile sono iniziati alla fine degli anni '70 del secolo scorso (10).

Negli anni '90 del secolo scorso sono stati portati avanti studi in cui la valutazione dell'esposizione era effettuata attraverso misure della durata di uno o due

giorni, in modo tale da tenere conto degli andamenti variabili, nel corso della giornata, del carico di corrente passante entro le linee, oppure attraverso l'utilizzo di modelli teorici.

Nell'analisi comparata di 9 studi, le esposizioni al campo d'induzione magnetica, B , sono state suddivise in quattro categorie, definite nel modo seguente:

- $B < 0,1 \mu\text{T}$ (categoria di riferimento)
- B compreso tra $0,1 \mu\text{T}$ e $0,2 \mu\text{T}$
- B compreso tra $0,2 \mu\text{T}$ e $0,4 \mu\text{T}$
- $B > 0,4 \mu\text{T}$

Mentre per gli esposti a meno di $0,4 \mu\text{T}$ è stato determinato un valore di rischio vicino all'unità (che significa mancanza di associazione), per i 44 casi di leucemia e i 62 controlli esposti a livelli d'induzione magnetica superiori a $0,4 \mu\text{T}$, il rischio relativo stimato è risultato pari a 2 e gli Autori sono stati concordi nell'affermare che questo aumento del rischio non era dovuto a fluttuazioni statistiche. Altre analisi, effettuate includendo anche gli studi nei quali la valutazione dell'esposizione avveniva basandosi sulla distanza dell'abitazione dall'elettrodotto, hanno messo in evidenza un aumento del rischio per i soggetti esposti a livelli d'induzione magnetica superiori a $0,3 \mu\text{T}$.

Le associazioni osservate tra esposizione a campi d'induzione magnetica dell'ordine di $0,3-0,4 \mu\text{T}$ e insorgenza di leucemie infantili (11, 12) possono essere dovute a casualità, errori nella selezione dei casi e dei controlli, errori di classificazione, fattori di confondimento vari, oppure essere l'espressione di una vera e propria relazione causale. La risposta a questo quesito potrà venire solo dallo studio dei meccanismi d'azione alla base dell'eventuale associazione tra l'esposizione al campo magnetico a 50-60 Hz e l'insorgenza di queste gravi patologie, perché attualmente non sembra esistere un meccanismo biofisico in grado di spiegare completamente il passaggio evolutivo che lega l'esposizione all'insorgenza della malattia.

Alcuni Autori, basandosi su principi fisici e semplici modelli biologici, sono giunti alla conclusione che $0,4 \mu\text{T}$ sia un livello d'induzione magnetica così basso da non essere in grado di provocare interazioni e reazioni a livello biofisico all'interno delle cellule e dei tessuti. Altre ipotesi, invece, sono state formulate per spiegare l'esistenza di una effettiva relazione causa-effetto, ma nessuna ha però avuto un riscontro a livello sperimentale.

Bisogna anche osservare che gli studi effettuati su animali non hanno confermato le associazioni trovate sull'uomo. Topi e ratti sono stati infatti esposti per anni a livelli d'induzione magnetica molto elevati, fino a migliaia di microtesla, cioè ordini di grandezza superiori rispetto all'ordine delle frazioni di microtesla che gli studi epidemiologici hanno messo in relazione con la leucemia infantile, senza trovare evidenze convincenti di cancerogenicità.

Sulla base di questi risultati, l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) ha comunque riconosciuto, per l'uomo, l'esistenza di una limitata evidenza di cancerogenicità dei campi magnetici ELF, in relazione alla leucemia infantile, e di un'evidenza inadeguata in relazione a tutte le altre forme tumorali. Ha poi indicato, sempre nell'uomo, un'evidenza inadeguata di cancerogenicità dei campi elettrici e magnetici statici e dei campi elettrici ELF. Sulla

base, quindi, dei soli risultati relativi alla leucemia infantile, i campi magnetici a frequenza estremamente bassa sono stati classificati dalla IARC come possibilmente cancerogeni (Gruppo 2B), il livello più basso utilizzato nella sua classificazione degli agenti in base alla loro cancerogenicità (13).

Campi a radiofrequenza (RF) e microonde (MO)

Poiché nell'ultimo decennio l'esposizione della popolazione è sostanzialmente avvenuta a causa dell'introduzione della telefonia mobile, i grandi studi epidemiologici riguardanti gli eventuali effetti cancerogeni dell'esposizione a questi campi si sono principalmente indirizzati all'analisi dei tumori intracranici (gliomi e meningiomi), dei neurinomi acustici e ai tumori delle ghiandole salivari, perché l'energia elettromagnetica incidente viene rilasciata per la maggior parte in piccole aree della testa in vicinanza del terminale mobile. L'attività di ricerca su queste eventuali associazioni è iniziata massicciamente intorno al 2000, quando il numero di telefoni cellulari in circolazione ha iniziato ad aumentare in modo esponenziale.

Sui primi 14 studi che hanno indagato l'associazione tra l'esposizione a campi elettromagnetici e l'insorgenza di glioma, ben 12 hanno riscontrato un rischio relativo prossimo all'unità, cioè una sostanziale assenza di associazione. Solo due studi hanno trovato un aumento del rischio, indipendentemente dal tempo intercorso dal primo utilizzo del telefono cellulare, con un rischio relativo che aumenta in funzione dell'utilizzo stesso.

Il fatto che 12 studi su 14 non abbiano riscontrato alcuna associazione ha portato la comunità scientifica a pensare che i due studi in cui è stata invece riscontrata associazione siano affetti da errori metodologici o di altra natura. In particolare, una metanalisi dei due studi ha messo in evidenza problematiche relative sia alla scelta dei casi e dei criteri di esclusione, che alle modalità della valutazione dosimetrica. Questo in linea di principio non significa che le associazioni positive trovate non sussistano, ma sicuramente i risultati sono affetti da errori casuali che rendono molto critica la loro interpretazione.

I dati risultanti dalle indagini epidemiologiche attualmente disponibili non suggeriscono, quindi, l'esistenza di un'associazione causale tra utilizzo di telefono cellulare e rischio di glioma, sebbene esistano incertezze dovute a inconsistenze tra i risultati dei vari studi.

Per quanto riguarda un'eventuale associazione tra esposizione a campi a RF e insorgenza di meningioma, soltanto gli studi epidemiologici effettuati da Hardell (14-17) hanno evidenziato un rischio per meningioma in relazione all'utilizzo del telefonino, con un picco per gli utilizzatori decennali. Tutte le altre indagini hanno invece riscontrato un rischio relativo vicino o inferiore all'unità, indipendentemente dal tempo intercorso dal primo utilizzo del telefono. Di conseguenza sembra si possa affermare con un certo grado di ragionevolezza che non sussiste attualmente alcuna evidenza causale riguardo un'associazione tra utilizzo del telefono cellulare e insorgenza di meningioma.

Per quanto riguarda il neurinoma acustico, i tredici studi originari sull'associazione tra esposizione a campi elettromagnetici e sua incidenza coinvolgono un numero di casi molto basso. Nessuno studio, tranne le indagini condotte dal

gruppo di Hardell, ha evidenziato l'esistenza di un'associazione tra esposizione e insorgenza della patologia in oggetto, nemmeno negli utilizzatori di lunga data (10 anni e più).

In questo ambito, molto importante è stato il programma Interphone, i cui risultati meritano un'attenzione particolare, poiché si è trattato di uno studio su larga scala nel corso del quale laboratori di diversi paesi europei hanno effettuato le medesime indagini epidemiologiche utilizzando un protocollo comune, al fine di poter successivamente unificare tutti i dati, così ottenendo un'elevata potenza statistica (18-20).

Lo studio, iniziato nel 2000, ha coinvolto infatti laboratori di 13 Paesi, tra cui anche l'Italia (in particolare l'Istituto Superiore di Sanità), che hanno effettuato raccolte di dati e successive elaborazioni focalizzandosi, non a caso, sulle quattro tipologie di tumore descritte in precedenza: il glioma, il meningioma, le neoplasie del nervo acustico e delle ghiandole parotidi.

Nel corso dello studio sono state analizzate le storie d'uso del cellulare (raccolte tramite intervista o questionario) di oltre 10.700 persone d'età compresa tra i 30 e i 59 anni. Di queste, 2708 erano pazienti con diagnosi di glioma, 2409 con diagnosi di meningioma, 1105 con neurinoma acustico e circa 7800 controlli, ossia persone non affette da tumore. A tutti venne chiesto di indicare il periodo d'inizio dell'utilizzo del cellulare, il numero di telefonate effettuato e il tempo medio trascorso al telefono nell'arco di una giornata. Tra gli utilizzatori regolari di telefono cellulare, lo studio non ha riscontrato alcun aumento del rischio per glioma o meningioma in relazione al periodo trascorso dall'inizio dell'uso del telefonino. Anzi, probabilmente a causa di artefatti metodologici, questo gruppo di persone presentava un'apparente diminuzione del rischio.

Non è stato osservato nessun aumento del rischio di tumore cerebrale neppure tra coloro che facevano uso del telefono cellulare da dieci anni o più. Per quanto riguarda l'analisi del rischio in relazione a livelli crescenti d'utilizzo del cellulare, solo per gli utilizzatori classificati nel decile più elevato di ore cumulative d'uso (numero di ore trascorse al telefono superiore a 1640) è stato osservato un lieve incremento del rischio di glioma, di neurinoma acustico e, in misura minore, di meningioma.

Il quadro d'insieme emerso dallo studio Interphone e dalla letteratura scientifica preesistente (comprendente oltre a studi epidemiologici anche studi *in vivo* e *in vitro*) non suggerirebbe, quindi, una relazione causale tra uso del telefono cellulare e tumori cerebrali. Per considerazioni di tipo conclusivo occorre però tenere presente che il tempo di latenza di alcune di queste patologie è superiore al tempo di studio e che molti tumori, soprattutto meningiomi e neurinomi acustici, potrebbero essere insorti anche dieci anni prima dell'avvento della telefonia cellulare.

Nel 2011, la IARC ha comunque collocato i campi elettromagnetici a radiofrequenza, non senza polemiche, all'interno del gruppo 2B (possibilmente cancerogeni), fondandosi sulle limitate evidenze di associazione tra esposizione ai campi a radiofrequenza emessi dai telefoni cellulari e insorgenza di patologie neoplastiche cerebrali quali il glioma e il neurinoma acustico nell'uomo e negli animali da esperimento (21).

Poiché è ben noto che il riscaldamento può alterare le funzionalità degli organi riproduttivi maschili, altri effetti delle radiofrequenze molto studiati, considerando in particolare le interazioni di tipo termico, sono stati quelli su fertilità, riproduzione, crescita prenatale, post natale e sviluppo, indagati sia attraverso indagini di tipo epidemiologico che in laboratorio su animali (22-25).

È stato dimostrato che l'esposizione a campi a radiofrequenza di ratti anestetizzati provoca un aumento della temperatura sia testicolare sia del resto del corpo, causando un impoverimento dell'epitelio spermatico che potrebbe essere responsabile della diminuzione della fertilità. Al contrario, l'esposizione di animali coscienti non anestetizzati ha mostrato effetti minimi o, comunque, poco significativi a livello della funzionalità dell'apparato riproduttivo maschile, tranne nei casi in cui l'esposizione era stata prolungata nel tempo, con livelli del rateo di assorbimento specifico (SAR) così elevati da provocare aumenti significativi della temperatura locale.

In un altro studio sono state osservate alterazioni a livello di spermogramma, con diminuzione della conta spermatica epididimale e un aumento della percentuale di spermatozoi anomali (forme incomplete, assenza della testa, frammentazione) in ratti esposti in maniera cronica a campi a radiofrequenza di 9,45 GHz con SAR a corpo intero pari a 2 W/kg. Lo stesso gruppo ha riportato inoltre una diminuzione del diametro dei tubuli seminiferi dopo un mese di esposizione per 3 minuti al giorno. Questo effetto è stato rilevato, nel corso di uno studio più recente, esponendo gli animali a campi con frequenza pari a 900 MHz per 4 settimane; oltre alla diminuzione del diametro dei tubuli seminiferi sono state riscontrate anche alterazioni nei livelli di testosterone. Lo studio non può essere però considerato conclusivo, perché la dosimetria non è stata caratterizzata in maniera adeguata, non essendo stati riportati i livelli di SAR utilizzati. Un tentativo di replica, effettuato esponendo i ratti per 20 minuti al giorno a campi con frequenza pari a 890-915 MHz, non ha invece riscontrato alcuna associazione tra esposizione e alterazioni strutturali e/o funzionali dell'apparato riproduttivo.

Dal momento che i risultati ottenuti con esperimenti su animali si sono dimostrati completamente discordanti tra loro, si può affermare che le conoscenze oggi disponibili relative a un eventuale calo della fertilità maschile conseguente a esposizioni a campi a radiofrequenza sono inadeguate a stabilire un'associazione e ulteriori indagini si rendono perciò indispensabili per raggiungere risultati certi e conclusivi.

Indagini specifiche sono state svolte anche per verificare eventuali effetti, sugli organi maschili, dell'esposizione ai campi prodotti dai terminali mobili. Due studi, effettuati su uomini che seguivano protocolli clinici presso strutture per la cura dell'infertilità, hanno evidenziato un'associazione tra riduzione della qualità spermatica e tempo di utilizzo giornaliero del telefono cellulare; si tratta però di studi condotti attraverso la risposta a domande specifiche nell'ambito di un questionario, in cui fattori confondenti quali gli stili di vita e la scelta dei campioni stessi potrebbero aver creato distorsioni.

Embrioni di quaglia esposti a campi con frequenza pari a 2,45 GHz e livelli di SAR molto elevati, compresi tra 3,2 e 25 W/kg, non hanno per lo più riportato effetti significativi sulla durata dell'incubazione, sul peso dei nuovi nati, sulla

vitalità o sulla presenza di anomalie, tranne nei casi in cui i livelli di SAR sono risultati talmente elevati da provocare un aumento di alcuni gradi della temperatura delle uova.

Studi su mammiferi hanno mostrato che l'esposizione prenatale a campi a radiofrequenza può essere associata a una maggiore incidenza di aborti spontanei, a un aumento di anomalie e malformazioni fetali e a insufficienza ponderale alla nascita; questi effetti si manifestano, però, solo nel caso in cui i livelli di SAR siano talmente elevati da causare un aumento della temperatura del corpo materno tale da determinare l'insorgenza di effetti teratogeni a carico del feto. La soglia per la comparsa di effetti teratogeni varia in funzione della durata dell'esposizione e corrisponde a un aumento della temperatura corporea di 1-2 °C, non solo per l'esposizione a campi a radiofrequenza, ma anche per qualsiasi altra sorgente in grado di provocare riscaldamento.

Per quanto riguarda le esposizioni a livelli di campo non termici, in linea generale non sono stati riscontrati effetti sullo sviluppo neanche in caso di esposizione protratta per tutta la durata della gestazione o, successivamente, durante il periodo postnatale.

Le indagini effettuate su donne esposte per motivi professionali a microonde per individuare un'associazione tra esposizione in gravidanza e difetti alla nascita hanno dato risultati di entrambi i segni. In alcuni importanti studi epidemiologici su lavoratrici addette alla saldatura della plastica non si è osservato alcun effetto statisticamente significativo sulla frequenza di aborti e malformazioni fetali. In altri studi su popolazioni analoghe di lavoratrici si sono invece trovate associazioni positive, sia per aborto che per difetti alla nascita.

Bibliografia

1. Grandolfo M., Michaelson S.M., Rindi A. (eds.) *Biological Effects and Dosimetry of Non-ionizing Radiation. Radiofrequency and Microwave Energies*. Plenum Press, New York and London, 1983.
2. Grandolfo M., Michaelson S.M., Rindi A. (eds.) *Biological Effects and Dosimetry of Static and ELF Electromagnetic Fields*. Plenum Press, New York and London, 1985.
3. *Biologic Effects and Health Hazards of Microwave Radiation*. Proc. Intern. Symposium, Warsaw, Poland. Warsaw, PolishMed. Pub., 1974.
4. *Biological Effects and Health Implications of Microwave Radiation*. Symposium, Richmond, Va, Washington, D.C., Bureau of Radiological Health, 1970, PB 193-898.
5. Grandolfo M. *Aspetti sanitari della radiazione elettromagnetica a radiofrequenza*. Rapporti dei Laboratori di Fisica dell'Istituto Superiore di Sanità, ISS L 74/3, 1974.
6. Grandolfo M. *Livelli di campo elettromagnetico nelle vicinanze di apparati industriali e terapeutici*. Atti del Convegno "Problemi e prospettive della Fisica Sanitaria nel settore medico", Stampatori Tipolitografi Associati, Palermo, 1978, pp. 151-167.
7. SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks). *Possible effects of Electromagnetic Fields (EMF) on Human Health*, March 2007.
8. SCENIHR (Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks). *Health Effects of Exposure to EMF*, January 2009.
9. Andreuccetti D., Bini M., Checcucci A., Ignesti A., Millanta L., Olmi R., Rubino N. *Protezione dai campi elettromagnetici non ionizzanti*, Consiglio Nazionale delle Ricerche - Istituto di Ricerca sulle Onde Elettromagnetiche "Nello Carrara" (IROE), 3a Edizione - Centro Stampa 2P di Firenze, 2001.

10. Wertheimer N., Leeper E. (1979). *Electrical wiring configurations and childhood cancer*. Am. J. Epidemiol. 109: 273-284.
11. Ahlbom A., Day N., Feychting M., Roman E., Skinner J., Dockerty J., Linet M., McBride M., Michaelis J., Olsen J. H., Tynes T., Verkasalo P.K. *A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia*. Br J Cancer 83: 692-8; 2000.
12. Greenland S., Sheppard A. R., Kaune W. T., Poole C., Kelsh M. A., *A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia*. Epidemiology 11 (6): 624-34; 2000.
13. Organizzazione Mondiale della Sanità - Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro - Monografie IARC sulla valutazione dei rischi cancerogeni per l'uomo - Volume 80. *Radiazioni non ionizzanti, parte 1: Campi elettrici e magnetici statici e a frequenze estremamente basse*.
14. Hardell L., Hallquist A., Mild K.H., Carlberg M., Pahlson A., Lilja A., *Cellular and cordless telephones and the risk for brain tumours* Eur J Cancer Prev 11(4):377-86; 2002.
15. Hardell L., Mild K.H., Carlberg M., *Case-control study on the use of cellular and cordless phones and the risk for malignant brain tumours*. Int J RadiatBiol 78(10):931-6; 2002.
16. Hardell L., Carlberg M., Hansson Mild K., *Case-control study on cellular and cordless telephones and the risk for acoustic neuroma or meningioma in patients diagnosed 2000-2003*. Neuroepidemiology 25(3):120-8; 2005.
17. Hardell L., Carlberg M., Hansson Mild K., *Pooled analysis of two case-control studies on use of cellular and cordless telephones and the risk for malignant brain tumours diagnosed in 1997-2003*. Int Arch Occup Environ Health 79(8):630-9; 2006.
18. Interphone Study Group. *Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the Interphone international case-control study*. Int J Epidemiol 2010; 39:675-694.
19. Vrijheid M., Armstrong B.K., Bedard D., Brown J., Deltour I., Iavarone I., Krewski D., Lagorio S., Moore S., Richardson L., Giles G.G., McBride M., Parent M.E., Siemiatycki J., Cardis E., *Recall bias in the assessment of exposure to mobile phones*. J Expo Sci Environ Epidemiol: 369-81; 2009.
20. Vrijheid M., Richardson L., Armstrong B.K., Auvinen A., Berg G., Carroll M., Chetrit A., Deltour I., Feychting M., Giles G.G., Hours M., Iavarone I., Lagorio S., Lonn S., McBride M., Parent M.-E., Sadezki S., Salminen T., Sanchez M., Schlehofer B., Schuz J., Siemiatycki J., Tynes T., Woodward A., Yamaguchi N., Cardis E., *Quantifying the impact of selection bias caused by nonparticipation in a case-control study of mobile phone use*. Ann Epidemiol 19:33-41; 2009.
21. IARC (International Agency for Research on Cancer, 2013). *Non-Ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*, Volume 102. Lyon, France.
22. Akdag M.Z., Celik M.S., Ketani A., Nergiz Y., Deniz M., Dasdag S., *Effect of chronic low-intensity microwave radiation on spermcount, sperm morphology, and testicular and epididymal tissues of rats*. Electro- And Magnetobiology 18:133-145; 1999.
23. Edwards M.J., Saunders R.D., Shiota K., *Effects of heat on embryos and fetuses*. Int J Hyperthermia 19:295-324; 2003.
24. Heynick L.N., Merritt J.H., *Radiofrequency fields and teratogenesis*. Bioelectromagnetics 6:174-186; 2003.
25. Juutilainen J., *Developmental effects of electromagnetic fields*. Bioelectromagnetics 7:107-1015; 2004.

Aspetti legislativi della tutela dell'ambiente

Amedeo Calenzo

“Questo noi sappiamo: la terra non appartiene all'uomo, è l'uomo che appartiene alla terra. Tutte le cose sono collegate, come il sangue che unisce una famiglia. Non è stato l'uomo a tessere la tela della vita, egli ne è soltanto un filo. Qualunque cosa egli faccia alla tela, lo fa a se stesso” (Capo Seattle)

Lo sfruttamento generalizzato delle risorse naturali, dettato dalla vorticosa intensificazione delle attività umane e dal progressivo aumento di nuclei urbani e stabilimenti industriali, insieme all'utilizzo sempre più indiscriminato di agenti chimici e inquinanti, hanno innescato da più di un secolo un grave processo di degradazione ambientale.

Soprattutto dagli anni '90 in poi la comunità internazionale sembra essersi resa conto della necessità sempre più urgente di avviare una strategia globale per raggiungere un vero modello di sviluppo sostenibile. E quanto emerso dalla conferenza ONU del 1992 di Rio de Janeiro incentrata sull'ambiente e lo sviluppo, durante la quale si affermò proprio che per intraprendere un processo di sviluppo sostenibile è necessario modificare i modelli di produzione e di consumo, adottando nuove misure legislative in materia ambientale ed eseguire sistematicamente la procedura della valutazione di impatto ambientale (VIA)¹.

L'Unione Europea si è molto impegnata nel tentativo di indirizzare unitariamente le politiche nazionali per l'Ambiente e per il 2020 si è prefissata l'obiettivo di diventare un'economia intelligente, sostenibile e inclusiva, ponendo in essere una serie di politiche e di azioni intese a renderla un'economia efficiente nell'uso delle risorse e a basse emissioni di carbonio in attuazione del programma generale di azione dell'Unione in materia di ambiente fino al 2020 titolato «Vivere bene entro i limiti del nostro pianeta».

In particolare, la strategia ambientale europea nel suo settimo Programma di Azione per l'Ambiente (PAA) si basa sui seguenti obiettivi prioritari²:

- a. Proteggere, conservare e migliorare il capitale naturale dell'Unione;
- b. Trasformare l'Unione in un'economia a basse emissioni di carbonio, efficiente nell'impiego delle risorse, verde e competitiva;
- c. Proteggere i cittadini dell'Unione da pressioni e rischi d'ordine ambientale per la salute e il benessere;
- d. Sfruttare al massimo i vantaggi della legislazione dell'Unione in materia di ambiente migliorandone l'applicazione;
- e. Migliorare le basi cognitive e scientifiche della politica ambientale dell'Unione;
- f. Garantire investimenti a sostegno delle politiche in materia di ambiente e clima e tener conto delle esternalità ambientali;
- g. Migliorare l'integrazione ambientale e la coerenza delle politiche;
- h. Migliorare la sostenibilità delle città dell'Unione;
- i. Aumentare l'efficacia dell'azione dell'Unione nell'affrontare le sfide ambientali e climatiche a livello internazionale.

Il 7° PAA è fondato sul principio di precauzione, sui principi di azione preventiva e di riduzione dell'inquinamento alla fonte e sul principio «chi inquina paga», esso contribuisce a un elevato livello di protezione ambientale e a una migliore qualità della vita e del benessere dei cittadini.

Le istituzioni competenti dell'Unione e gli Stati membri sono responsabili per l'adozione delle azioni appropriate ai fini della realizzazione degli obiettivi prioritari stabiliti nel 7° PAA. Le azioni sono adottate tenendo in debita considerazione i principi di attribuzione, di sussidiarietà e di proporzionalità, in conformità dell'articolo 5 del trattato sull'Unione europea.

Le autorità pubbliche, a tutti i livelli, attuano il 7° PAA in collaborazione con gli operatori economici, le parti sociali, i rappresentanti della società civile e i privati cittadini.

La Commissione garantisce che l'attuazione degli elementi pertinenti del 7° PAA sia valutata e controllata nel contesto del normale processo di monitoraggio della strategia Europa 2020. Tale processo si basa sugli indicatori dell'*Agenzia europea dell'ambiente* sullo stato dell'ambiente nonché sugli indicatori utilizzati per monitorare i progressi compiuti nella realizzazione degli obiettivi e della legislazione esistenti in ambito ambientale e climatico, quali gli obiettivi in materia di clima e di energia, di biodiversità e le tappe miliari per il raggiungimento dell'efficienza nell'uso delle risorse.

L'immagine che meglio rappresenta l'azione di chi ancora oggi realizza la politica ambientale in Italia è quella del pompiere che accorre trafelato per spegnere, talora con mezzi di fortuna, incendi già scoppiati. Dall'impossibilità di trattare adeguatamente i rifiuti solidi (annualmente ben 50.000 tonnellate di rifiuti industriali e 15.000 di quelli urbani) alle emergenze idriche dovute alle sostanze chimiche nocive ritrovate nelle falde, derivanti da usi agricoli, e alle innumerevoli altre emergenze, tutto dimostra come per ora in Italia prevalga l'azione volta a ridurre il danno ambientale, una volta che esso si sia manifestato, piuttosto che a prevenirlo. E invece concordemente riconosciuto che la moderna politica ambientale deve essere preventiva: evitare eventi o comportamenti nocivi all'ambiente (o almeno ridurne l'importanza) comporta minori costi ecologici ed economici rispetto a un intervento curativo realizzato quando il danno è avvenuto. I motivi per cui l'attuale politica ambientale italiana agisce soprattutto ex post - anche se, come vedremo, oggi non mancano fondate speranze di una positiva modifica verso una politica preventiva - si individuano chiaramente nella pur recente storia degli interventi ambientali nel nostro paese. Non a caso diciamo 'interventi', e non politica organica, poiché sino a epoca recente, anche per l'assenza d'un coordinamento centrale (ministero), l'ambiente è stato protetto con azioni settoriali e spesso improvvisate.

Occorre anzitutto osservare che l'attuale legislazione ambientale viene emanata in Italia con dieci o quindici anni di ritardo, e talora anche più, rispetto agli altri paesi avanzati. Basti pensare che la nostra legge organica per la tutela della qualità delle acque è stata approvata circa due lustri dopo l'analoga legislazione francese (peraltro attuata in modo assai più efficace), e che un importante strumento della politica di prevenzione, la valutazione dell'impatto ambientale, ha solo recentemente ottenuto una prima organizzazione legislativa, mentre è in

vigore negli Stati Uniti dal 1969^{III}.

In Italia la prima spinta verso una politica di tutela dell'ambiente è venuta dai movimenti ambientalisti, principalmente a partire dalla fine degli anni sessanta. Se il contributo di questi movimenti è stato certamente determinante, va detto però che si è trattato, e si tratta, di una pressione che presenta, come tutte le cose umane, alcuni aspetti criticabili: ne è un esempio la tendenza a prendere di mira bersagli sui quali è più facile coagulare la partecipazione popolare (come i grandi impianti che provocano inquinamento), a scapito talora di tematiche altrettanto importanti, ma più complesse e coinvolgenti una molteplicità di soggetti (l'inquinamento in agricoltura e quello derivante dalla moderna civiltà dei consumi). All'azione degli ambientalisti si è poi aggiunta la spinta della comunità internazionale, che ha trovato la sua maggiore manifestazione operativa nelle direttive ambientali della Comunità Economica Europea. Sino alla creazione del Ministero dell'Ambiente (con la legge dell'8 luglio 1986, n. 349), gli interventi a tutela dell'ambiente venivano attuati, di fatto senza coordinamento, da più di dieci ministeri nonché dalle regioni (che come vedremo hanno in questo campo un ruolo rilevante).

Tra le leggi più importanti menzioniamo la n. 615 del 1966, sull'inquinamento atmosferico, una legge peraltro piuttosto inefficace, tanto da essere polemicamente denominata 'legge pro smog'. Gli interventi a tutela dell'aria stanno tuttavia acquistando una crescente efficacia soprattutto a causa di specifiche direttive CEE. Quanto all'inquinamento idrico, la legge fondamentale è la n. 319 del 1976, nota come 'legge Merli', successivamente modificata dalle leggi n. 690 del 1976 e n. 650 del 1979. È interessante ricordare che la legge fu approvata dopo un lungo travaglio e numerosi rinvii, quando i molteplici interventi della magistratura, basati su una legislazione non organica e quindi incapace di garantire un'effettiva certezza del diritto, avevano finalmente convinto anche i grandi industriali che una normativa precisa e organica era preferibile a un quadro giuridico superato, fonte di interventi imprevedibili. La legge stabilisce limiti di accettabilità degli scarichi uniformi in tutto il paese e assegna un ruolo di rilievo alle regioni. Infatti, secondo uno schema poi applicato anche in altri provvedimenti, mentre al governo centrale è riservata la competenza per quanto concerne i criteri generali di gestione, alle regioni è attribuita la programmazione sul territorio delle opere per il disinquinamento, alle province e alle unità sanitarie locali spetta il controllo del rispetto dei limiti di accettabilità, e infine ai comuni e alle industrie è affidato il compito di costruire e gestire le opere per il disinquinamento. Purtroppo, nonostante l'intelaiatura in astratto razionale della norma, essa non ha prodotto gli effetti sperati: le regioni hanno redatto con gravi ritardi, e spesso in modo insoddisfacente, i loro piani di risanamento delle acque; lo Stato ha a lungo rinunciato di fatto alla sua opera di stimolo e di coordinamento; le opere realizzate dai comuni risultano per più del 50% non funzionanti, e anche l'industria ha ottemperato in ritardo alle disposizioni legislative (i migliori risultati sono stati in linea di massima raggiunti dalla grande industria, tecnicamente e finanziariamente più attrezzata per realizzare il disinquinamento).

Anche per quel che riguarda i rifiuti solidi la situazione è particolarmente

insoddisfacente e fonte di continue “emergenze”, dovute principalmente al ritrovamento, in Italia e all'estero, di discariche illegali. L'ostacolo fondamentale alla soluzione del problema, almeno per quanto riguarda lo stoccaggio e il trattamento dei rifiuti per renderli compatibili con l'ambiente, è che in Italia i cittadini a cui si richiede di accogliere nel proprio territorio gli impianti di trattamento applicano generalmente il principio del cosiddetto “*non nel mio cortile*”: tutti concordano in teoria sull'opportunità di trattare almeno una parte dei rifiuti, ma nella pratica ciò deve accadere nel territorio degli altri, per tema di nocività che in realtà l'esperienza estera dimostra inesistenti o assai limitate quando il sistema di trattamento dei rifiuti è ben gestito. Il nodo della questione si trova dunque, probabilmente, nella scarsa fiducia dei cittadini - purtroppo non ingiustificata - nelle capacità di indirizzo e di controllo dei pubblici poteri. Per far fronte alla situazione, comunque, è stata emanata la legge n. 441 del 1987, che attribuisce maggiori finanziamenti alle regioni per la realizzazione degli impianti di trattamento e maggiori poteri allo Stato per la localizzazione di tali impianti.

Dopo il ritrovamento in paesi in via di sviluppo, talora in circostanze drammatiche, di discariche non autorizzate contenenti rifiuti industriali italiani, il quadro legislativo è stato rafforzato dalla legge n. 475 del 1988, che prevede la realizzazione di un impianto di trattamento in ciascuna regione. Riguardo alla tutela del territorio nelle sue parti più vulnerabili, occorre menzionare la cosiddetta “legge Galasso”, n. 431, del 1985, che ha definito numerose aree soggette a controllo, rafforzando così il potere di tutela esercitato sul territorio dalle regioni per competenza primaria, ma spesso in modo insoddisfacente (basti pensare allo scempio delle coste). Nel quadro piuttosto negativo che abbiamo tracciato apre un grosso spiraglio alla speranza la ricordata istituzione del Ministero dell'Ambiente, condizione necessaria, anche se non sufficiente, per l'elaborazione di una organica ed efficace politica ambientale. Si è pertanto manifestato un nuovo indirizzo in questa politica con la presentazione di un programma triennale che, se attuato, porrà le basi per la correzione delle numerose debolezze che abbiamo sottolineato e per una efficace tutela - troppo a lungo mancata - delle bellezze naturali e artistiche di cui il nostro paese è ricco.

La normativa in materia ambientale è stata disciplinata, in Italia, dal D.Lgs. 152/2006, conosciuto anche come Testo Unico Ambientale (TUA), e dal decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante: «Misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente», convertito con modificazioni con la legge di conversione 27 febbraio 2009, n. 13, che non cambia la sostanza del precedente ma si pone l'obiettivo di superare la frammentarietà della normativa antecedente nel settore delle risorse idriche e di predisporre misure non rinviabili per assicurare l'operatività di alcuni organismi deputati alla tutela ambientale come l'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale).

Il Testo Unico, che al suo interno contiene tutte le norme regolamentari come i limiti di emissione, gli standard per le bonifiche, i limiti di scarico ecc., regola sei aree:

1. Disposizioni comuni, finalità, campo di applicazione

2. Valutazione impatto ambientale, valutazione ambientale strategica, autorizzazione unica
3. Difesa del suolo e tutela e gestione delle acque
4. Rifiuti e bonifiche
5. Tutela dell'aria
6. Danno ambientale

Uno degli aspetti principali del TUA è rappresentato dal ruolo centrale che viene conferito al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare, soprattutto in materia di prevenzione e riparazione del danno ambientale (come recepimento della Direttiva 2004/35/CE). Spetta infatti al dicastero esigere dai soggetti responsabili di minaccia di danno ambientale l'adozione di misure preventive, mentre in caso di danno avvenuto, sarà sempre compito del ministero imporre ai soggetti stessi l'adozione di misure di ripristino e il risarcimento del danno ambientale.

In termini legislativi uno dei più importanti strumenti utilizzati ai fini della tutela ambientale è la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), ossia, come stabilito dal Programma delle Nazioni Unite, "una procedura nazionale finalizzata a valutare il probabile impatto sull'ambiente di un'attività prevista", considerando con il termine impatto ogni "effetto ambientale sulla salute e la sicurezza, sulla flora, sulla fauna, sul suolo, nell'aria, nell'acqua, sul clima, sul paesaggio e sui monumenti storici, anche nell'interazione tra essi".

- La procedura approvata è composta da quattro fasi:
- La redazione di uno studio preliminare sul presunto impatto ambientale
- La consultazione delle varie amministrazioni interessate
- L'informazione della popolazione (che è certamente uno degli aspetti più importanti perché permette la partecipazione di tutti i soggetti interessati)
- L'autorizzazione alla realizzazione dell'opera

In Italia la procedura di VIA indica, tra l'altro, quali sono le opere che devono essere sottoposte a valutazione di impatto ambientale dividendole in tre distinte categorie:

- Progetti che devono essere sempre sottoposti a VIA (ad esempio raffinerie, centrali termiche, acciaierie, impianti chimici o per la produzione idroelettrica, ma anche grandi infrastrutture come porti marittimi, autostrade, aeroporti)
- Progetti che devono essere sottoposti a VIA solo se ricadono all'interno di aree naturali protette (impianti di industrie alimentari o tessili, progetti agricoli di notevoli dimensioni, alberghi, campeggi o villaggi turistici con una superficie superiore a determinati standard...)
- Progetti di competenza statale finalizzati allo sviluppo e al collaudo di nuovi metodi o di nuovi prodotti e che non sono utilizzati per più di due anni.

Ancor prima della valutazione ambientale di un determinato intervento, però, appare di fondamentale importanza una valutazione di più ampio respiro relativa alla pianificazione e alla programmazione territoriale: è questo il compito della VAS - valutazione ambientale strategica, introdotta nella legislazione europea nel 2001 (Direttiva 2001/42/CE). L'obiettivo della VAS, come esplicitato anche nella Direttiva comunitaria, è quello di garantire un elevato livello di

protezione dell'ambiente al fine di promuovere lo sviluppo sostenibile, analizzando preventivamente tutti gli effetti che potranno ricadere sull'ambiente a causa dell'attuazione di determinati strumenti di programmazione e pianificazione per settori come quello agricolo, industriale, dei trasporti, della pesca, della gestione dei rifiuti ecc.

In Italia l'autorità sulle procedure di valutazione di impatto ambientale e di valutazione ambientale strategica di competenza dello Stato è stata conferita al Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare che a sua volta è chiamato a conferire le funzioni istruttorie a una Commissione Tecnica di verifica dell'impatto ambientale - VIA e VAS. Per i progetti di carattere regionale, invece, la competenza spetta agli enti locali e ai loro organismi preposti alla salvaguardia ambientale.

Per quanto riguarda la VIA, la Commissione ha il compito di esaminare l'esattezza e la completezza della documentazione presentata, verificare che i dati prodotti sui rifiuti e le emissioni inquinanti rientrino all'intero delle prescrizioni indicate dalla normativa di settore, individuare e descrivere l'impatto complessivo del progetto sull'ambiente. Terminata la fase istruttoria la Commissione deve esprimere un provvedimento, ampiamente motivato, che deve essere pubblicato sia sulla Gazzetta Ufficiale (della Repubblica se si tratta di una competenza statale o Regionale se la competenza a livello di ente locale) che sul sito web dell'autorità competente, in modo che le informazioni in merito al progetto esaminato e la valutazione di impatto ambientale effettuata siano fruibili da tutti i cittadini. La stessa regola vale per i risultati delle attività di monitoraggio dell'opera (previste dal provvedimento di VIA al fine di garantire un immediato intervento qualora dovessero sopraggiungere impatti negativi non previsti).

Per ciò che concerne la VAS il ministero dell'ambiente deve lavorare in accordo con il dicastero per i beni e le attività culturali e produrre un Rapporto ambientale con il compito di esplicitare una stima attendibile di tutti gli effetti sull'ambiente degli interventi previsti dal piano. Prima di essere approvato tale rapporto deve inoltre essere sottoposto alla consultazione di tutte le autorità ambientali preposte e delle collettività interessate.

Sembrerebbe un iter procedurale esauriente e ben congegnato, ma allora come si possono giustificare i ripetuti e gravi episodi che continuano a deturpare il nostro territorio e incidono pesantemente sulla salute di migliaia di cittadini?

Dove vanno ricercati i responsabili delle sciagure provocate dall'uso e dall'abuso dell'Amianto alle quali neanche dieci anni di processi sono riusciti a dare un colpevole? Cosa hanno fatto le Autorità preposte a dare attuazione alla Legge n° 257 del 27/03/1992 recante "Norme relative alla cessazione dell'impiego dell'amianto"?

A chi si può far risalire la responsabilità per lo scempio della cosiddetta "Terra dei Fuochi"? Alla criminalità organizzata? Certamente, ma dove erano la cosiddetta "Società Civile", le Pubbliche Amministrazioni e tutti i responsabili del controllo sull'utilizzo e sulla gestione del territorio?

Tutti sanno tutto. Politici, giornalisti, magistrati e cittadini. Da 30 anni. Mentre l'emergenza rifiuti dura da 20. È inutile alimentare questa incredibile storia,

emblema del collasso democratico nel nostro Paese, con nuovi sedicenti scoop e ritrovamenti di rifiuti tossici. La storia è nota, tutti sanno tutto, e riguarda il Paese, interessa ognuno di noi anche se continua a essere trattata perlopiù come cronaca locale. Adesso la vera questione, che dovrebbe essere al centro di un'agenda politica e giornalistica nazionale, al centro di un dibattito pubblico è: cosa fare^{IV}?

La Terra dei Fuochi giustamente definita «Il più grande avvelenamento di massa di un Paese occidentale, la più grande catastrofe ambientale a 'partecipazione pubblica» non solo un problema di amministrazione illuminata e di buone leggi, quanto piuttosto un problema sociale, morale, culturale, economico che può, anzi deve, farsi risalire alla mai risolta "Questione Meridionale". Il nostro Parlamento, anche sull'onda delle vicende su accennate, ha all'ordine del giorno la discussione di un DDL recante "*Disposizioni in materia di delitti contro l'ambiente*".

Tale DDL, presentato alla Camera dei Deputati il 19 marzo 2013, è stato approvato nella seduta del 26 febbraio 2014.

A distanza di quasi un anno dall'approvazione da parte della Camera dei Deputati, martedì 10 febbraio 2015 il Disegno di Legge è giunto finalmente all'esame dell'Aula del Senato con il numero 1345, nella versione licenziata dopo il lungo esame da parte delle Commissioni permanenti "Giustizia" e "Territorio, Ambiente, Beni Ambientali" riunite.

Il testo definitivo, è il risultato dell'accorpamento in un unico testo di una serie di provvedimenti presentati nel tempo al Senato in materia di reati ambientali, a partire dal n. 1345 già approvato in prima lettura dalla Camera, accanto al Ddl n. 11, di "Introduzione del titolo VI-bis nel libro secondo del Codice penale e ulteriori disposizioni in materia di delitti contro l'ambiente", al Ddl n. 1072 di "Introduzione nel Codice penale dei delitti contro l'ambiente", al Ddl n. 1283 che prevede "Modifiche al codice penale, al codice di procedura penale e al decreto legislativo 8 giugno 2001, n. 231, nonché altre disposizioni in materia di delitti contro l'ambiente", al Ddl n. 1306 contenente "Disposizioni in materia di controllo ambientale" oltre al Ddl n. 1514 sul "Sistema nazionale di controllo ambientale"^V.

I contenuti fondamentali sono così individuati nella relazione di accompagnamento al DDL:

"Entrando ora più specificamente nell'esame delle nuove ipotesi delittuose, è necessario preliminarmente effettuare talune brevi considerazioni sul bene giuridico protetto, cioè l'ambiente. A questo proposito si è ritenuto, sull'onda anche delle codificazioni europee, di adottare una nozione ampia del bene ambiente, non limitata soltanto ai tradizionali elementi dell'aria, dell'acqua o del suolo, ma estesa anche al patrimonio naturale.

Si sono infatti previste due fattispecie base, e cioè i delitti di «inquinamento ambientale» (articolo 452-bis) e quelli di «distruzione del patrimonio naturale» (articolo 452-ter).

Come osservato, le due fattispecie in questione sono costruite sul modello del reato di pericolo concreto, con la previsione altresì di una serie di aggravanti, se il pericolo si concretizza in un danno.

È stato previsto il divieto di dichiarare l'equivalenza o la prevalenza delle circostanze attenuanti rispetto a quelle aggravanti al fine di evitare che, in ipotesi di rilevante danno all'ambiente, di concreto pericolo per la vita o per l'incolumità delle persone o addirittura di disastro ambientale, possa essere applicata la pena prevista per i semplici casi di pericolo di deterioramento dello stato dell'aria, dell'acqua o del suolo.

Con l'articolo 452-quater si è poi inteso introdurre un'ipotesi delittuosa relativa alla cosiddetta «frode in materia ambientale», che incrimina non solo la falsificazione, ma anche l'omissione della documentazione prescritta dalla normativa ambientale, nonché il fare uso di tale falsa documentazione al fine di commettere uno dei reati precedentemente descritti, ovvero di conseguirne l'impunità.

Venendo poi incontro alla necessità sempre più avvertita di combattere le cosiddette «ecomafie», si è ritenuto opportuno introdurre una circostanza aggravante per i casi di associazione a delinquere avente tra le finalità quella di commettere reati ambientali.

E poi prevista (articolo 452-sexies) una forma di ravvedimento operoso (sulla falsa riga del quarto comma dell'articolo 56 del codice penale), con la possibilità di diminuire la pena fino a due terzi laddove l'autore rimuova il pericolo o elimini la situazione da lui provocata prima che ne derivi un deterioramento rilevante. Questa fattispecie è modellata sul paradigma di una corrispondente ipotesi esistente nel codice penale tedesco, ove ha dato buoni frutti, e costituisce un ulteriore incentivo alla remissione in pristino, «anticipato» rispetto al meccanismo della sospensione condizionale della pena.

L'articolo 452-septies stabilisce riduzioni di pena nell'ipotesi di delitti colposi contro l'ambiente. Sono infine previsti (articolo 452-octies) specifiche pene accessorie e l'obbligo di ripristino in caso di condanna”^{VI}.

La speranza ora è una sola: che l'iter legislativo venga completato e che i contenuti non siano stravolti dalle mediazioni della politica.

^I Scheda “tutela ambientale” di Unimondo:

<http://www.unimondo.org/Guide/Ambiente/Tutela-ambientale>

^{II} GUCE 28/12/2013 Decisione n° 1386/2013/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 20 novembre 2013 su un programma generale di azione dell'Unione in materia di ambiente fino al 2020 «Vivere bene entro i limiti del nostro pianeta»

^{III} Enciclopedia di Scienze Sociali - Emilio Gerelli: *La tutela dell'Ambiente in Italia*.

^{IV} <http://www.fanpage.it/rifiuti-in-campania-e-terra-dei-fuochi-il-piu-grande-avvelenamento-di-massa-in-un-paese-occidentale/>

^V Enti Locali e PA - Quotidiano del “Sole 24 Ore” - M. Calabrese, 11 feb. 2015

^{VI} Camera dei Deputati, relazione di accompagnamento al testo unificato delle proposte di legge n. 342, n. 957en. 1814.

AGROFARMACI E SALUTE PUBBLICA

Mario Manganaro

L'introduzione gli agrofarmaci (pesticidi secondo il termine anglosassone) nel mondo agricolo è stato giustamente paragonato per l'importanza dei risultati con quanto è successo con la comparsa e l'uso degli antibiotici nel campo della malattie infettive. In entrambi i casi si può parlare di un totale cambiamento delle aspettative terapeutiche. Sorge quindi la domanda su come e quando si è arrivati a disporre di sostanze attive e tanto efficaci contro i parassiti in agricoltura e se, oltre ai vantaggi, esistano anche pericoli legati al loro uso.

Nel 1939 il chimico svizzero Paul Müller sintetizzò un composto, il dicloro difeniltricloroetano, definito in seguito come DDT, che nelle prove sperimentali si dimostrò molto attivo contro gli insetti, agendo per contatto. L'istituto di ricerca Walter Reed dell'esercito americano dimostrò poi che questo composto era efficace contro zanzare e pidocchi. Dal 1942 il DDT venne usato per proteggere le truppe americane che combattevano nel Pacifico (II Guerra Mondiale) in aree colpite da malaria e tifo petecchiale in cui i vettori di malattia erano appunto zanzare e pidocchi: si ottennero risultati straordinari. Il DDT si dimostrò così efficace da essere definito "*Il meraviglioso insetticida della II Guerra Mondiale*" e il suo uso aumentò enormemente tanto che l'OMS (Organizzazione Mondiale della Sanità) ha stimato che durante il periodo in cui venne utilizzato furono salvate approssimativamente 25 milioni di vite. Per questi risultati a Müller venne conferito il Premio Nobel per Fisiologia e Medicina nel 1948 con la seguente motivazione "*per la scoperta della grande efficacia del DDT come veleno da contatto contro molti artropodi*" E per un lungo tempo il DDT venne considerato l'insetticida ideale perché economico e relativamente poco tossico per i mammiferi.

Sulla scia del successo del DDT si verificò a partire dal 1950 un notevole incremento sia della ricerca che della produzione di agrofarmaci da parte delle grandi industrie della chimica. Tuttavia per quanto riguarda il DDT alla fine degli anni '40 il suo uso estensivo portò ad osservare dei fenomeni tossici prima nei pesci e poi anche negli uccelli. Questi fenomeni vennero in seguito spiegati dal fatto che questa sostanza è molto stabile e poco solubile in acqua: tende a permanere nei terreni mentre si fissa in modo stabile nei lipidi degli organismi dove viene metabolizzato molto lentamente: si verifica cioè un accumulo di questa sostanza donde possibili effetti tossici. E per il sospetto che il DDT e i suoi derivati fossero cancerogeni vennero proibiti negli USA nel 1972 e in Italia e Europa nel 1978. Questi rilievi hanno poi suggerito di sottoporre a rigorosi esami tossicologici (su animali da esperimento) gli oltre duecento composti sintetizzati dall'industria, di cui buona parte sono tuttora in uso. La dimostrazione del fatto che gli agrofarmaci possono provocare varie forme morbose nell'uomo è apparsa evidente dallo studio di tutte le patologie osservate nei lavoratori agricoli che sono sistematicamente e pressoché continuamente esposti a forti dosi di agrofarmaci.

Manca tuttora, invece, una approfondita valutazione dell'effetto delle microdosi di queste sostanze che, come residui dei trattamenti di produzione e conservazione dei prodotti ortofrutticoli, vengono continuamente assorbite a seguito del consumo agroalimentare. Vale la pena a questo proposito di citare i risultati di un gruppo di ricercatori americani (2002 - Baker e Coll.) che avendo condotto negli USA un'indagine su 26.000 campioni di vegetali e frutta affermava *“esiste attualmente un consenso sul fatto che i residui di pesticidi nella dieta sono un significativo problema di salute pubblica, particolarmente per l'infanzia”*.

A fronte di questi rilievi più volte confermati venne, già a suo tempo, ipotizzata la soppressione degli agrofarmaci dall'agricoltura: ma la FAO (Food and Agriculture Organization) fece immediatamente notare che questo comporterebbe praticamente un crollo del 50% della produttività dei prodotti agricoli, soluzione improponibile in un mondo sempre più affamato. Sussiste quindi tuttora il problema di mantenere alta la produzione agricola cercando di impostare un uso intelligente e mirato degli agrofarmaci-pesticidi: è quanto si cerca di ottenere sia con l'agricoltura *“sostenibile”* che con le possibilità offerte dagli OGM dopo un'accorta valutazione.

Importanti le norme della Comunità Europea per spiegare al cittadino le caratteristiche della sua alimentazione.

LUCI E OMBRE NELL'USO DI AGROFARMACI

Rosanella Murgia

Agrofarmaco - Definizione e Terminologia

Gli agrofarmaci, sono delle sostanze il cui uso ha lo scopo di proteggere le colture, prima e dopo il raccolto, dalle malattie e dai parassiti responsabili di ridurre seriamente la resa dei raccolti agricoli e ortofrutticoli. Il loro impiego garantisce una elevata resa produttiva e una buona qualità commerciale, in quanto i prodotti si presentano omogenei e di migliore aspetto, poiché non presentano i segni tipici e naturali degli attacchi parassitari. Tuttavia gli agrofarmaci, come tutti i farmaci, svolgono un'azione molto utile, ma non sono esenti da effetti secondari indesiderati. Quindi lo scopo di questa trattazione è quello di mettere a fuoco sinteticamente i vantaggi e gli svantaggi legati al loro uso.

Il termine agrofarmaco viene usato scambievolmente con i termini prodotto fitosanitario, fitofarmaco, antiparassitario e pesticida. Quest'ultimo termine deriva dall'inglese "pesticide", la cui radice "pest" significa insetto parassita o, più genericamente, organismo parassita e si traduce quindi col termine antiparassitario. L'espressione prodotto fitosanitario viene spesso usata nel linguaggio dei decreti e regolamenti legislativi.

Gli agrofarmaci si presentano in molteplici formulazioni commerciali: polveri (secche, bagnabili o solubili), in soluzione, in emulsione, allo stato granulare o gassoso e microincapsulati.

L'utilizzo e le modalità di impiego dei fitofarmaci sono rigidamente regolamentati, poiché il destino ambientale di tali sostanze è influenzato da molteplici fattori, quali:

- quantità immesse nel sistema,
- caratteristiche climatiche del luogo di introduzione,
- maggiore o minore solubilità in acqua
- trasporto in diversa sede per processi di dilavamento
- grado di biodegradabilità della sostanza stessa.

Gli agrofarmaci sono costituiti da

1) **sostanze attive** (una o più) - molecole tossiche per il parassita che si vuole eliminare

2) **eccipienti**, costituiti da:

coadiuvanti, sostanze che hanno la funzione di favorirne e potenziarne l'azione migliorandone l'adesività alla superficie trattata e proteggendolo dall'azione dilavante della pioggia e dell'umidità;

coformulanti, sostanze che fungono da solventi, diluenti e propellenti.

Si definisce **residuo**: la quantità di agrofarmaco e dei derivati dalla sua trasformazione (metaboliti) che rimane nei prodotti trattati in una fase successiva alla raccolta.

Tra i più comuni agrofarmaci si hanno:

FUNGICIDI O ANTICRITTOGAMICI: combattono malattie causate da funghi (o crittogame) (es. peronospora, oidio, ticchiolatura ecc.).

INSETTICIDI: combattono gli insetti dannosi alle piante coltivate ed alle derrate alimentari immagazzinate (es. afidi, tignote, cidia ecc.).

DISERBANTI o **ERBICIDI:** controllano o eliminano le erbe infestanti.

RODENTICIDI: impiegati contro roditori (topi, arvicole).

In base al modo in cui i prodotti fitosanitari interagiscono con la pianta possono essere definiti:

RESIDUALI: impediscono al seme di germinare o eliminano le infestanti al primissimo stadio di sviluppo e vengono distribuiti sul terreno in autunno e in inverno.

DI COPERTURA o **CONTATTO** quando i prodotti non penetrano nei tessuti vegetali, ma rimangono esclusivamente sulla loro superficie

SISTEMICI prodotti che traslocano all'interno della pianta trasportati dalla linfa e possono quindi agire anche in siti lontani dal punto di applicazione.

L'utilizzo prolungato dello stesso agrofarmaco può provocare fenomeni di **RESISTENZA** delle "specie bersaglio". Per evitarli è necessario alternare i prodotti utilizzati.

Breve excursus storico

Nella seconda metà del secolo XIX giunsero dall'America in Europa, insieme alle merci trasportate, due parassiti della vegetazione, la peronospora e l'oidio. La vegetazione europea, che sino ad allora non aveva avuto contatti con quei parassiti, si trovò inerme a subirne l'attacco, restandone fortemente danneggiata, particolarmente la vite, della quale fu addirittura messa a rischio la sopravvivenza. Quando il flagello arrivò in Piemonte, dove la coltura della vite era fiorente, il governo incaricò esperti ed istituzioni di studiare il fenomeno e trovare soluzioni.

Contro l'oidio fu suggerito come rimedio lo zolfo e contro la peronospora il solfato di rame e la poltiglia bordolese (una miscela di solfato di rame e idrossido di calcio con la funzione quest'ultima di rendere meno aggressiva per la pianta l'azione del solfato). L'uso di queste tre sostanze si diffuse nei decenni successivi ed esse rappresentano ancora oggi il cardine della lotta ai due parassiti in questione.

Dopo la seconda guerra mondiale, con lo sviluppo degli agrofarmaci di sintesi, parallelo allo sviluppo dell'industria petrolchimica, le loro applicazioni crebbero enormemente.

L'azione su vasta scala di insetticidi, anticrittogamici, diserbanti, etc. portò, insieme ad altri fattori (uso di concimi, per esempio), ad un grande incremento della resa di produzione e permise di far fronte, almeno in parte, all'aumentato fabbisogno di una popolazione mondiale passata da 1 miliardo e 650 milioni di unità nel 1900, a circa 2 miliardi e mezzo nel 1950, a poco meno di sei miliardi nel 2000.

I successi ottenuti con il loro impiego, il loro costo relativamente basso e la facile reperibilità portarono ad un uso su vasta scala e fuori controllo. Si arrivò ad irrorarli per mezzo di aerei ed elicotteri. L'enorme quantità di prodotti riversati sul terreno, parte dei quali molto persistenti, determinò l'inquinamento del suolo, dei fiumi, dei laghi, delle falde acquifere sotterranee e la scomparsa di

specie di predatori utili con grave turbamento dell'equilibrio degli ecosistemi. L'ottimizzazione delle quantità di impiego, l'uso di macchinari e di metodi di distribuzione appropriati e il loro abbinamento con sistemi di monitoraggio, prevenzione e lotta biologica sono i mezzi ai quali si è fatto e si fa ricorso al fine di ridurre gli inconvenienti legati all'impiego degli agrofarmaci, per renderne l'uso sostenibile.

Legislazione europea e Legislazione italiana

Per risolvere i problemi di inquinamento creatisi negli anni '50 e '60 in conseguenza dell'uso incontrollato degli agrofarmaci, la Comunità Europea ha emanato nel periodo compreso tra i primi anni 70 e il 2009 una serie di Direttive. L'ultima, che integra e modifica le norme già vigenti, è la

“Direttiva 2009/128/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 21 ottobre 2009, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi (agrofarmaci)”.

La Direttiva prevede che gli Stati Membri mettano a punto dei Piani di Azione Nazionale (PAN) al fine di rendere operative nel proprio Stato le Direttive impartite e ne stabilisce i tempi di attuazione. L'Italia ha dato attuazione alla Dir. 2009/128 con il

Decreto Legislativo 14 agosto 2012, n. 150 Pubblicato nella Gazz. Uff. 30 agosto 2012, n. 202, S.O., ai sensi del cui articolo (6) è stato adottato il **Piano di Azione Nazionale** col

D.Lgs. 22 gennaio 2014 Pubblicato nella GU il 12 febbraio 2014 serie generale n° 35.

Nel complesso sistema di norme contenute nella Direttiva e nel PAN è previsto tra l'altro:

- a) L'istituzione di sistemi di formazione di base e di aggiornamento per distributori, consulenti e utilizzatori professionali degli agrofarmaci e sistemi di certificazione (chiamati **patentini** nel gergo degli addetti ai lavori) che attestino la frequenza di tali corsi di formazione, in modo che chi utilizza o utilizzerà gli agrofarmaci sia pienamente consapevole dei rischi potenziali per la salute umana e per l'ambiente legati al loro utilizzo e delle misure più appropriate per ridurre tali rischi il più possibile.
- b) Il mantenimento dell'utilizzo di agrofarmaci e di altre forme d'intervento ai livelli necessari, per esempio utilizzando dosi ridotte, riducendo la frequenza dei trattamenti o ricorrendo a trattamenti parziali, avendo cura che il livello di rischio per la vegetazione sia accettabile e che non aumenti il rischio di sviluppo di meccanismi di resistenza in popolazioni di organismi nocivi.
- c) Il controllo periodico dell'efficienza delle macchine agricole al fine di rendere ottimale la distribuzione degli agrofarmaci ed evitare così sprechi e irrorazioni inappropriate. Viene inoltre caldeggiata dal legislatore europeo la concessione da parte degli Stati Membri di incentivi agli addetti ai lavori per l'acquisto di macchine agricole di ultima generazione.
- d) L'impiego di agrofarmaci il più possibile selettivi rispetto agli organismi da

combattere e che abbiano minimi effetti sulla salute umana, gli organismi non bersaglio e l'ambiente.

- e) Il divieto di irrorazione con aerei ed elicotteri se non in casi particolari, dal momento che l'irrorazione aerea degli agrofarmaci può avere notevoli ripercussioni negative sulla salute umana e sull'ambiente, in particolare per la dispersione del prodotto. Per questo motivo è opportuno che questo tipo di irrorazione sia generalmente vietato, con eventuali deroghe nei casi in cui essa rappresenti un evidente vantaggio in termini d'impatto ridotto sulla salute umana e sull'ambiente rispetto ad altre forme di irrorazione o nel caso in cui non esistano alternative praticabili, purché siano impiegate le migliori tecnologie disponibili per ridurre la dispersione.

Continuando l'esame della normativa europea si può rilevare che il **Regolamento 1107/2009/** agli **articoli (6) e (7)** del preambolo recita:

(6) La produzione vegetale occupa un posto assai importante nella Comunità. Uno dei principali modi per proteggere i vegetali e i prodotti vegetali contro gli organismi nocivi, comprese le erbe infestanti, nonché di migliorare la produzione agricola è l'impiego di prodotti fitosanitari.

(7) I prodotti fitosanitari possono tuttavia avere effetti non benefici sulla produzione vegetale (fitotossicità). Il loro uso può comportare rischi e pericoli per gli esseri umani, gli animali e l'ambiente, soprattutto se vengono immessi sul mercato senza essere sufficientemente testati e autorizzati e se sono utilizzati in maniera scorretta.

Per armonizzare le due esigenze, quella di assicurare un'agricoltura competitiva nella Comunità e quella di salvaguardare la salute della popolazione e dell'ambiente, con particolare attenzione alla tutela dei cosiddetti "gruppi vulnerabili" della popolazione, donne incinte, neonati e bambini, anziani, lavorati e residenti particolarmente esposti ai fitofarmaci, il Regolamento succitato impone che le sostanze attive e gli eccipienti che costituiscono i prodotti fitosanitari debbano percorrere un lungo e particolareggiato iter tecnico-scientifico e burocratico prima di essere approvate. L'iter dura circa 10 anni e il controllo finale viene eseguito dalla *Autorità Europea per il Controllo Alimentare (EFSA)*, per quanto riguarda i principi attivi e gli eccipienti, e dagli Stati Membri attraverso le figure da essi preposte per quanto riguarda i prodotti commerciali, in ottemperanza all'articolo (23) del Preambolo che recita:

(23) i prodotti fitosanitari contenenti le sostanze attive possono essere formulati in vari modi e applicati su vari vegetali e prodotti vegetali in condizioni agricole, e fitosanitarie e ambientali (comprese quelle climatiche) diverse. Le autorizzazioni relative ai prodotti fitosanitari, dunque, dovrebbero essere rilasciate dagli Stati Membri.

Quindi mentre il controllo dei principi attivi e degli eccipienti è di competenza dell'Autorità Europea, le autorizzazioni alla commercializzazione degli agrofarmaci sono competenza di ciascuno Stato membro.

Parametri atti a definire il comportamento degli agro farmaci

Il test e gli studi effettuati su sostanze attive e prodotti fitosanitari sulla base delle direttive e regolamenti della UE e degli Stati membri consentono di definire una serie di parametri importanti ai fini della definizione del loro comportamento. Tra questi:

TEMPO DI CARENZA o INTERVALLO DI SICUREZZA: *il periodo minimo, espresso in giorni, tra l'ultimo trattamento e l'autorizzazione alla raccolta (trattamenti in campo) o l'ultimo trattamento e l'autorizzazione al consumo (trattamenti post raccolta). In questo intervallo di tempo il residuo di agrofarmaco o per trasformazioni chimiche delle sue molecole o per l'intervento di agenti atmosferici sui vegetali deve diventare molto basso e comunque non più dannoso per l'uomo. Tale parametro è ottenuto in base a studi sperimentali sulla trasformazione dell'agrofarmaco nelle condizioni colturali medie.*

LIMITE DI TOLLERANZA: *il limite di tolleranza è il limite massimo di residuo (LMR) di agrofarmaco tollerato sulla derrata dopo l'intervallo di sicurezza, rappresenta la quantità non dannosa per il consumatore e viene determinata attraverso prove tossicologiche di laboratorio. La legislazione vigente stabilisce il limite di tolleranza per ogni principio attivo.*

TEMPO DI RIENTRO: *E il tempo che deve trascorrere tra il trattamento della coltura e la possibilità di rientro nell'appezzamento da parte dell'agricoltore, senza che sia necessario indossare protezioni.*

PERSISTENZA AMBIENTALE: *tempo di permanenza dei principi attivi e dei loro prodotti di trasformazione (metaboliti) nel terreno e sui tessuti vegetali, determinato dai relativi meccanismi di trasformazione (microbiologici, chimici, fotochimici).*

PERSISTENZA D'AZIONE: *tempo entro il quale il prodotto fitosanitario si mantiene efficace nei confronti del parassita da combattere. La pioggia, la luce solare, la temperatura e l'umidità dell'aria influenzano nel tempo l'attività del prodotto. In linea di massima, più è lunga la durata d'azione, minore è il numero di trattamenti che si rendono necessari.*

LA DOSE LETALE MEDIA (in sigla DL50): *grandezza che serve a determinare la pericolosità degli agrofarmaci e si basa sulla determinazione della cosiddetta tossicità acuta, cioè sulla dose che ha un effetto letale su animali da esperimento (ratti e conigli). Alle cavie viene somministrato il prodotto tossico attraverso varie vie (orale, dermale, inalatoria, ecc.), a dosi diverse per definire la dose capace di provocare la morte del 50% degli individui sottoposti all'esperimento. Si identifica così la cosiddetta dose letale media, indicata con la sigla: (DL50). Viene espressa in milligrammi di prodotto analizzato riferiti ai Kg di peso corporeo della cavia (mg/kg).*

INDICE DI PERICOLOSITÀ

Gli agrofarmaci sono classificati in base alla loro pericolosità coi simboli T+ (molto tossico), T (tossico), XN (nocivo), XI (irritante), n.c. (non classificato): questi 4 simboli esprimono la pericolosità nei confronti dell'uomo. Si usa invece il simbolo N per esprimere effetti negativi sull'ambiente. Per l'acquisto dei prodotti contrassegnati con i simboli T+, T, Xn è necessaria l'autorizzazione

conseguita tramite “patentino fitosanitario”, che certifica le necessarie conoscenze per poter maneggiare ed utilizzare gli agrofarmaci.

Banca dei prodotti fitosanitari (agrofarmaci)

In ottemperanza al Regolamento 1107/2009/CEE, i principi attivi e gli agrofarmaci commerciali sono stati raccolti in un database denominato (http://www.salute.gov.it/fitosanitariwsWeb_new/FitosanitariServlet) alla quale è possibile accedere digitando in Google semplicemente “Banca Dati dei Prodotti Fitosanitari”

Le informazioni immesse nella Banca Dati sono curate dal Centro Ricerca per la Patologia Vegetale, con sede in Roma. Il dato informativo, prima di essere disponibile sulla Banca Dati, è oggetto di un lavoro di analisi, verifica e classificazione per lo svolgimento del quale si integrano diverse professionalità (agronomiche, chimico-sanitarie, ecc.).

Fonte delle informazioni è il Ministero della Salute, che collabora mettendo a disposizione del Centro Ricerca i decreti di registrazione dei prodotti fitosanitari.

I criteri di cerca nel database, peraltro ben spiegati nel sito, sono vari. Si può digitare il nome del prodotto commerciale, il suo numero di registrazione, il principio attivo del prodotto etc. Spesso per poter accedere al prodotto richiesto è necessario digitare il suo nome inglese: sulphur per zolfo, copper per rame, copper sulfate per solfato rameico, etc. (I nomi devono essere digitati con precisione).

In corrispondenza al nome commerciale di ciascun prodotto si trova il nome della ditta produttrice, il principio o i principi attivi in esso contenuti, le indicazioni di pericolo, l’annotazione “autorizzato” o “revocato”. I prodotti presenti nell’elenco infatti, secondo il succitato regolamento 1107/2009/CE, sono sottoposti a verifiche periodiche e vengono revocati, se nel corso del tempo sono emersi motivi che mettono in discussione il loro utilizzo. Il Rotenone, per esempio, è un insetticida e acaricida a largo spettro d’azione, estratto dalle radici di piante tropicali della famiglia delle Leguminose, usato in passato anche in agricoltura biologica perché di origine naturale. Oggi tutti i prodotti che lo contengono sono stati revocati, perché sicuramente tossici per i pesci e probabilmente anche per le api (non sempre naturale è sinonimo di innocuo).

Classi di agrofarmaci

Anticrittogamici

Zolfo

Lo **zolfo** è un solido che si trova in natura anche allo stato elementare e ha la proprietà di presentare in maniera considerevole il fenomeno della sublimazione (passaggio diretto dallo stato solido allo stato di vapore) a temperature che vanno da circa 10°C a 40°C.

Si trova stratificato in insieme ad altri minerali in miniere tra le quali furono famose in passato quelle siciliane, le solfatere, già sfruttate dai Romani che

impiegavano come mano d'opera gli schiavi e i condannati per reati gravi e usavano lo zolfo come medicamento. Fu però nella seconda metà del secolo XIX, parallelamente allo sviluppo dell'industria che chiedeva dosi crescenti di derivati dello zolfo, che lo sfruttamento delle zolfatare raggiunse l'apice. In tale periodo i 4/5 della produzione mondiale derivavano dai giacimenti siciliani.

Nei pozzi si lavorava in condizioni disumane, nudi per le elevate temperature e a continuo rischio della vita per l'assenza di qualsiasi norma di sicurezza e per il pericolo dello scoppio di grisou sempre presente. Il biossido di zolfo, che si disperdeva nei pozzi in seguito alla parziale combustione del minerale, aveva effetti deleteri sulla salute dei minatori e sull'ambiente. Spesso vi lavoravano anche bambini di 7-8 anni che di solito erano addetti al trasporto del materiale grezzo dal punto in cui veniva rinvenuto fino alla superficie, attraverso una rete di stretti e ripidi cunicoli adatti ai loro corpi minuti. La scoperta ai primi del novecento di giacimenti in America e la messa a punto di un metodo estrattivo che consentiva prezzi più convenienti mise in ombra l'industria estrattiva siciliana.

Oggi l'estrazione dello zolfo dalle miniere è ancora attiva, ma la principale fonte è l'industria di lavorazione dei combustibili fossili.

Lo zolfo è considerato il rimedio principe contro l'oidio, una malattia della vite provocata dal fungo *Oidium Tuckeri* il cui sviluppo è favorito da periodi umidi e piovosi e da temperature miti.

Esercita la sua azione sulle piante da frutto, sulla vite, sulle colture orticole e floreali. Esplica, inoltre, un'azione collaterale sugli acari e sugli afidi. In formulazione fumogena è usato per uccidere i roditori infestanti. Può essere usato in miscela con il 3-5% di solfato rameico in polvere finissima, i cosiddetti **zolfi ramati**, che hanno un alto grado di adesività e penetrazione e svolgono contemporaneamente un'azione antioidica e antiperonosporica.

Dal punto di vista dell'impatto ambientale lo zolfo non tende ad accumularsi nel terreno perché subisce processi ossidativi di natura microbiologica, causati da batteri del genere *Thiobacillus*.

La polivalenza di azione, il ridotto impatto ambientale (indicazione di pericolo XI, cioè irritante per l'uomo) e il basso costo, ne fanno un prodotto estremamente importante in agricoltura.

In agricoltura biologica l'uso dello zolfo è consentito purché non prodotto o lavorato chimicamente.

La sua azione si esplica allo stato elementare sul micelio e sulle spore del parassita, perché penetra nella cellula fungina e, grazie alla sua liposolubilità, rompe la membrana cellulare e determina la fuoriuscita dell'acqua, con conseguente deficienza idrica e morte del fungo. Agisce allo stato di vapore, quindi la temperatura gioca un ruolo importante, insieme alla granulometria delle particelle, perché deve permettere la formazione del sublimato dalle particelle solide: in particolare nella coltura della vite lo zolfo agisce bene a temperature comprese tra circa 18°C e 25°C, ma non bisogna superare 30°C, perché a sopra di questa temperatura può creare danni alle piante che si vuole proteggere (fitotossicità). I trattamenti devono essere fatti, quindi, nelle ore più fresche della giornata, specie durante il periodo di piena estate.

I limiti nel suo uso sono legati al fatto che la sua azione è prevalentemente preventiva, in quanto come prodotto di copertura può impedire alle spore di germinare, ma se l'infezione è in atto, la sua azione è meno efficace. Inoltre agisce solo entro determinati limiti di temperatura al di sotto dei quali è inefficace e al di sopra dei quali è fitotossico e l'elevata umidità atmosferica, che rallenta il processo di sublimazione, lo rende meno efficace. Nel caso di infezioni in atto è quindi necessario correre ad antioidici di sintesi, più efficaci nell'azione in determinati casi, ma che hanno come effetti secondari un maggior impatto ambientale e sanitario e possibili fenomeni di resistenza. Spesso lo zolfo e i prodotti di sintesi vengono miscelati per ottenere uno spettro di azione più ampio.

Si porta in calce, a titolo di esempio, il nome di qualcuno dei principi attivi antioidici autorizzati

PRINCIPIO ATTIVO	INDICE DI PERICOLOSITÀ (Può variare col dosaggio)	MECCANISMO DI AZIONE	CLASSE DI COMPOSTI CHIMICI	
Azoxystrobin	N	sistemico	Analoghi delle strobilurine	Anche antiperonospora
bupirimate	N XI	sistemico	pirimidine	
penconazol	XI	sistemico	triazoli	basse dosi di impiego
triadimenol	Da n.c. a N:XXN	sistemico	triazoli	

Da rilevare che il primo prodotto, l'azoxystrobin, è stato sintetizzato "copiando" la struttura di due sostanze tossiche Strobilurin A e Oudemansin A, che due piccoli funghi, l'Oudemansiella Mucida e lo Strobilurus Tenacellus, scernono per difendersi dai loro nemici.

Sali di Rame

I derivati rameici trovano applicazione soprattutto in viticoltura per la loro elevata tossicità nei confronti della peronospora, un parassita appartenente al gruppo dei protisti (o protoctisti). Comunemente si dà lo stesso nome alla malattia da essa causata, una grave malattia crittogamica, che può arrecare, se non adeguatamente curata, danni ingenti alle culture, fino alla totale perdita della produzione.

I principali preparati dei quali è attualmente autorizzato l'uso sono il solfato tribasico, l'idrossido di rame, ossicloruro di rame, la poltiglia bordolese (soluzione di solfato di rame al 1-2% trattata con latte di calce per neutralizzare l'acidità e quindi la sua azione dannosa nei confronti della pianta trattata), il solfato rameico.

I derivati rameici vengono usati come prodotti di copertura, hanno una buona persistenza e sono facilmente reperibili sul mercato. Lo ione rame, che è il vero

principio attivo dei derivati cuprici, si libera a contatto con le secrezioni della pianta e con l'anidride carbonica contenuta nell'acqua piovana, ma non è ancora del tutto chiaro il suo meccanismo di azione.

I problemi legati al suo uso derivano dal fatto che tende ad accumularsi nel terreno, perché non viene trasformato né chimicamente, né per azione di microrganismi e ha un'influenza negativa sulla vita dei microrganismi utili. Inoltre, per l'azione dilavante delle acque, può giungere in determinate condizioni a inquinare le falde acquifere sotterranee. Poiché non sono state ancora individuate molecole alternative ugualmente efficaci nel contrastare la malattia in determinate fasi delle colture (per esempio nella fase di allegagione del grappolo nella coltura della vite), il suo uso appare attualmente irrinunciabile. Si cerca quindi di ridurre il più possibile le quantità impiegate scegliendo prodotti, tempi, modi e dosaggi adeguati alle condizioni ambientali e al grado di sviluppo della malattia. Si calcola che attualmente, grazie agli accorgimenti citati, la quantità di derivati rameici impiegati sia ridotta del 50 % rispetto agli anni in cui gli agrofarmaci venivano usati in modo incontrollato.

Dal 1 gennaio 2006 la quantità massima di rame concessa in agricoltura biologica è di 30 kg di rame per ettaro in 5 anni, cioè un valore medio annuo di 6 kg per ettaro.

Nella lotta contro la peronospora ai derivati rameici si affiancano o si alternano agrofarmaci di sintesi che appartengono alle più diverse classi di composti chimici e che vengono spesso rappresentati genericamente come prodotti acuprici perché non contengono rame.

L'utilizzo alternato di anticrittogamici cuprici e acuprici consente di limitare l'accumulo di rame nei terreni e, pertanto, di evitare le conseguenze negative sopra descritte. Inoltre l'uso dei derivati acuprici appare più vantaggioso in certe fasi delle colture rispetto all'uso dei derivati cuprici.

Insetticidi

Col nome generico di insetticidi si intendono le sostanze impiegate per la lotta contro gli insetti infestanti le colture quali tignole, ragnetto rosso, ragnetto giallo, acati, mosca delle olive, mosca delle ciliegie, mosca mediterranea della frutta, metcalfa, etc.

Si distinguono:

insetticidi per ingestione - sparsi sulle parti delle piante di cui gli insetti si nutrono, esercitano la loro azione tossica dopo che sono stati ingeriti. Qualche volta si usano anche per avvelenare delle esche, che poi vengono sparse nel luogo frequentato dagli insetti;

insetticidi per contatto - Si colpisce con l'insetticida l'insetto da combattere in modo da causticarne il corpo;

insetticidi asfissianti - il veleno sotto forma di gas o di liquido sufficientemente volatile penetra nell'organismo dell'insetto attraverso l'apparato respiratorio e vi esercita la sua azione asfittica.

antiparassitari sistemici - sono assorbiti prima di tutto dalle piante e agiscono poi sui parassiti che se ne nutrono.

Nella tabella sottoportata è elencato un congruo numero dei principi attivi autorizzati e inseriti nel database della Banca Dati del Ministero della Salute

1	acetamiprid	25	emamectin benzoato	49	phosmet
2	alfa-cypermethrin	26	esfenvalerate	50	piperonyl butoxide
3	aluminium phosphphide	27	etofeprox	51	pyretrins
4	amidosulfuron iodossulfuron	28	etofeprox	52	pirimicarb
5	azadirachtin A	29	fipronil	53	pirimiphos metil
6	bacillus thuringiensis	30	flonicamid	54	potassio idrogenocarbonato
7	Beauveria bassiana	31	fluazifop-p-metil	55	propoxycarbazone
8	betacyfluthrin	32	Fluvalinate pir	56	proteine idrolizzate
9	betacyfluthrin	33	formetanate	57	pymetrozine
10	buprofezin	34	imidacloprid	58	pyriproxifen
11	chlorantraniliprole	35	indoxacarb	59	spinosad
12	chlothianidin	36	Lamda cyhalothrin	60	spirotetramat
13	chlothianidin	37	Lecanicillium muscarium	61	sulcotrione
15	ciromaxyne	38	lufenuron	62	sulfuryl fluoride
16	clorphyrifos metil	39	magnesium phosphide	63	sulphur
17	codlemone	40	mefenpirdietil	64	tebufenozide
18	copperoxichloride	41	metaflumizone	65	teflubenzuron
19	cypermethrin	42	methiocarb thiacloprid	66	tefluthrin
20	cyromazine	43	methomyl	67	thiacloprid
21	Deltametryn	44	methoxyfenozide	68	thiamethoxam
22	Diflubenzofuron	45	metilsodium	69	triflumuron
24	dimethoate	47	olio di paraffina	70	zetacypermethrin

Tra i diversi tipi di principi attivi in essa presenti si hanno:

- a) **composti inorganici** (rosso), alcuni dei quali agiscono anche contro l'oidio e la peronospora.

- b) **principi attivi di origine vegetale** (blu): sono presenti le piretrine che si estraggono dai fiori essiccati del *Crysanthemum Cinerariaefolium*. Le piretrine sono caratterizzate da una limitata persistenza in quanto degradano facilmente alla luce ed in presenza di elevate temperature, perdendo quindi il loro potere insetticida. Nei prodotti commerciali che le contengono esse vengono spesso mescolate con sostanze in grado di rendere più duratura la loro azione, tra queste il piperonyl butossido. Sono assenti dall'elenco il già citato rotenone e la nicotina, l'alcaloide principale del tabacco, usata in passato come insetticida ma fortemente tossica per l'uomo e gli animali e quindi revocata.

- c) **proteine idrolizzate** o esche proteiche (viola) che sono una miscela di composti azotati a basso peso molecolare (peptidi e amminoacidi), ottenute per trattamento di proteine con acidi o alcali. Di questi composti sono ghiotti alcuni insetti tra i quali la mosca delle olive, la mosca delle ciliegie e la mosca mediterranea della frutta. Possono essere usati in diversi modi:

1) come tali, addizionati di un collante che permette la cattura dell'insetto;

2) associati a un insetticida tossico per ingestione.

Inoltre, dall'osservazione del numero di insetti catturati è possibile valutare l'andamento del loro ciclo biologico e stabilire con buona approssimazione quale è il momento migliore per la disinfestazione. In ogni caso il loro impie-

go consente di ridurre l'utilizzo di insetticida e quindi l'impatto ambientale e i costi.

- d) **Bacillus thuringiensis** (rosa) - è un batterio scoperto in Giappone nel 1901. Si tratta di un batterio sporigeno che vive normalmente nel terreno. Se distribuito nell'ambiente (sulle foglie, nell'acqua) e ingerito dagli insetti sensibili, il batterio libera alcune tossine in grado di danneggiare il tratto digerente delle larve, soprattutto di ditteri (zanzare) e lepidotteri. Le tossine sono innocue per l'uomo. Perché siano efficaci devono essere rispettate precise condizioni di immagazzinamento e di utilizzo.

- e) **Insetticidi organici di sintesi** -. Sono i più numerosi. Tra le classi degli insetticidi di sintesi sono rappresentati:

1) I **neonicotenoidi** quali *clothianidin*, *imidacloprid* e *tiamethoxam* (arancio) molto diffusi, tanto che nel 2011 occupavano il 40% del mercato globale. Sono tossici per gli organismi acquatici. Sono stati e sono tuttora oggetto di studi e contestazioni, perché ritenute pericolose per le api. L'EFSA, invitata a pronunciarsi sull'argomento, nel gennaio del 2013 ha dichiarato che i neonicotenoidi in questione provocano effetti acuti e cronici sulla sopravvivenza e sullo sviluppo delle colonie di api. A maggio 2013 la Commissione Europea ha vietato per due anni l'utilizzo dei tre composti citati sulle colture che attraggono le api.

2) **Piretroidi** quali *esfenvalerate*, *il deltametrin*, *il diflubenzofu* (nero). Sono una classe di insetticidi e acaricidi di sintesi. Sono gli analoghi sintetici delle piretrine (blu), ottenuti introducendo qualche variante nella composizione chimica dei prodotti naturali. Si sono ottenuti in questo modo prodotti dotati di una persistenza molto maggior rispetto ai prodotti naturali.

Nella tabella non figurano, perché revocati, i composti clorurati di prima generazione, quali il DDT, l'esaclorocicloesano, il clordano, l'aldrina etc. che, dopo aver suscitato grandi entusiasmi, hanno poi presentato delle criticità. Del DDT, in particolare, è stato proibito l'utilizzo già da tempo in diversi paesi, tra cui l'Italia, sia per gli effetti negativi generati dall'uso iniziale incontrollato, sia perché si sono generate specie resistenti tra i parassiti, anche a causa del blocco improvviso di trattamenti già in atto nel momento in cui è stato messo al bando.

Se non si possono ignorare gli inconvenienti legati al suo uso, non si può non ricordare il ruolo fondamentale che l'insetticida ebbe quando, nel 1947 la Fondazione Rockefeller al seguito dell'esercito americano riuscì ad estirpare dalla Sardegna, utilizzandolo per una disinfestazione capillare e sistematica, la **malaria**. Questa malattia atavicamente endemica nella regione, ha condizionato per secoli la vita sociale ed economica della popolazione e ha avuto pesanti ripercussioni sulla sua salute, percussioni di cui una parte di essa risente ancora oggi. La malaria è una malattia infettiva causata da un parassita chiamato Plasmodium, che viene trasmesso attraverso le punture di zanzare Anofele infette. Poiché gli individui affetti da anemia mediterranea (chiamata anche microcitemia) hanno globuli rossi con caratteristiche tali da ostacolare o impedire il completamento del ciclo di vita del Plasmodium, la loro probabilità di sopravvivenza alla malaria è maggiore rispetto a quella degli individui sani.

Si è quindi avuta nel corso del tempo una selezione che ha portato all'aumento

percentuale degli individui affetti da anemia mediterranea nella popolazione. Questo fatto si ripercuote non solo sulla salute della popolazione ma ha pesanti cadute economiche. Basti pensare che a Cagliari è attivo già da molti anni un ospedale, l'Ospedale Microcitemico, dedicato agli studi e alla cura di questa malattia.

L'uso del DDT è ancora consentito in Asia e in Africa, in cui la malaria è ancora endemica in numerose aree, anche se metodiche inappropriate ne vanificano spesso l'utilizzo. Il Governo Sudafricano, per esempio, promuove periodiche campagne di disinfestazione, mettendo a disposizione l'insetticida a un prezzo politico, il cui costo però risulta comunque inaccessibile agli strati più poveri della popolazione. Restano così aree non trattate, dalle quali le zanzare possono nuovamente diffondersi. Inoltre viene in questo modo favorita la creazione di specie resistenti.

Diserbanti

I diserbanti o erbicidi sono composti chimici che, usati insieme ad altre tecniche, consentono di tenere sotto controllo nelle colture agricole le erbe infestanti, che sottraggono elementi nutritivi, luce, spazio ed acqua alle coltivazioni, determinando un abbassamento delle rese e spesso un abbassamento della qualità dei prodotti.

A seconda delle loro modalità di azione gli erbicidi si definiscono di contatto quando esercitano la loro azione tossica direttamente sulla parte trattata (sui tessuti foglia e sulle gemme per esempio), sistemici quando agiscono con un meccanismo generale, in quanto vengono trasportati dalla linfa dalla zona di assorbimento agli altri organi della pianta.

A seconda della fase vegetativa in cui vengono impiegati si distinguono in:
antigerminello: si distribuiscono sul terreno e impediscono la germinazione delle erbe infestanti. Si utilizzano erbicidi ad azione residuale in grado di essere attivi per periodi lunghi.

di *pre-emergenza*: che colpiscono l'infestante allo stadio di plantula annullandone di fatto lo sviluppo prima che possa competere con la specie coltivata. Sono prodotti con una persistenza elevata poiché devono esercitare la loro azione sulle piante infestanti per un tempo lungo (caratteristica svantaggiosa per l'ambiente)

di *post-emergenza*: sono impiegati quando le colture si sono già sviluppate, vengono applicati direttamente sulle piante infestanti e hanno una persistenza minore.

Si distinguono **diserbanti non selettivi**, che agiscono sia sulle piante dannose che su quelle utili e che, pertanto, non si possono utilizzare sulle colture in fase vegetativa e diserbanti selettivi, così chiamati perché, se impiegati secondo le norme, risultano innocui alla pianta coltivata mentre, in seguito ad assorbimento attraverso gli organi aerei e le radici, provocano sui tessuti interni delle piante infestanti alterazioni tali da arrestarne lo sviluppo o decretarne la morte.

Alcuni diserbanti agiscono solo sulle monocotiledoni (grano, orzo, mais), altri solo sulle dicotiledoni (fagioli), altri ancora su entrambe.

Esempio di quest'ultimo tipo di erbicida è il glifosato(N-(fosfonometil)glicina),

un principio attivo del quale la azienda americana Monsanto, attualmente la più grossa produttrice di agrofarmaci del mondo, possedeva il brevetto fino al 2001. È un erbicida **non selettivo** ad azione fogliare **sistemica**, che viene assorbito dalle parti verdi e poi traslocato nei diversi organi della pianta, radici comprese ed è attivo sia contro le monocotiledoni che contro le dicotiledoni. Ha un raggio di azione molto ampio ed è uno degli erbicidi più venduti al mondo. Il glifosato è presente in numerosi prodotti commerciali, da solo o in miscela con altri principi attivi. Il prodotto commerciale della Monsanto è denominato **Roundup**.

Per quanto guarda la tossicità del glifosate, organismi autorevoli quali l'EPA (l'agenzia americana per la protezione dell'ambiente) e l'EFSA (Autorità Europea per la Sicurezza Alimentare) gli attribuiscono una modesta tossicità, ma cercato di varie parti del mondo sono di diverso avviso. In particolare ricercatori dell'Università di Caen hanno focalizzato la loro attenzione su uno degli eccipienti, in sigla POEA, presenti nel Roundup in miscela col glifosate e sono arrivati alla conclusione che esso ha un effetto dannoso sull'embrione umano. Uno scienziato e un gruppo di attivisti argentini hanno chiesto alla Suprema Corte del loro Paese di mettere temporaneamente al bando il glifosate dopo aver rilevato una più alta incidenza di casi di cancro nelle popolazioni che abitano vicino ad aree coltivate trattate col glifosato. Il problema chiede evidentemente ulteriori approfondimenti.

Dei numerosi principi attivi presenti nei fitofarmaci messi in commercio nei decenni passati, molti non sono stati ammessi nella Banca Dati del Ministero della Salute e anche molti degli ammessi presentano delle criticità. D'altra parte l'abbandono del loro utilizzo appare al momento non realistico. Si pensi per esempio alla coltura del riso nella quale in passato il diserbo veniva effettuato a mano da addetti spesso di sesso femminile (famoso a questo riguardo le "mondine" della pianura padana), che lavoravano in cambio di una misera paga per almeno otto ore al giorno, ma spesso molto di più, chini e con i piedi a bagno. Nella coltura del frumento il diserbo veniva fatto con la pala. In entrambi i casi non è possibile effettuarlo servendosi di macchinari e il diserbo manuale è un lavoro lungo e faticoso, nonché oggi poco ambito la cui remunerazione farebbe crescere enormemente i costi, rendendo non competitivo il prezzo della derrata finale, anche in considerazione dell'enorme crescita del costo della mano d'opera negli ultimi decenni, cui non ha fatto seguito un pari aumento del costo dei prodotti agricoli.

In altre culture invece il corso all'uso dei mezzi meccanici affiancato ai diserbanti chimici (per esempio diserbo chimico sulla fila e mezzo meccanico nell'interfila nella coltura della vite), tecniche agronomiche quali l'alternanza delle colture, una lavorazione profonda del terreno prima dei nuovi impianti può ridurre sensibilmente la necessità dell'uso degli erbicidi.

Un altro problema legato al loro uso è rappresentato dal fatto che da alcuni decenni si è diffusa la consuetudine di utilizzarli anche al di fuori della pratica strettamente agricola. Vengono usati per diserbare i bordi delle strade, le zone adiacenti alle linee ferroviarie, le scarpate, le zone adiacenti ai corsi d'acqua. Addirittura vengono utilizzati dai privati che irrorano le fasce erbose nei pressi

delle loro abitazioni per evitare lo sviluppo delle erbe infestanti. Si mette così a rischio la biodiversità, provocando l'estinzione di specie selvatiche che nel contesto non solo non arrecano danno, ma anzi contribuiscono con le loro radici a rendere solido il terreno, evitandone gli smottamenti e i cui eccessi di crescita possono essere contenuti mediante lo sfalcio. Inoltre, poiché di alcuni erbicidi è nota la tossicità per le specie acquatiche, risulta particolarmente inopportuno il diserbo in prossimità dei corsi d'acqua.

La già citata direttiva 2009/128/CE che si propone di arrivare ad un uso sostenibile degli agrofarmaci, al fine di affrontare questo problema, ha impartito direttive agli Stati Membri perché ne venga fortemente limitato o addirittura proibito l'uso in aree di rispetto quali parchi e giardini pubblici, terreni sportivi e aree ricreative, cortili delle scuole e parchi gioco per bambini, nonché in prossimità di strutture sanitarie. Prevede inoltre che siano adottate misure appropriate per tutelare l'ambiente acquatico e le fonti di approvvigionamento di acqua potabile. Tali misure prediligono l'utilizzo di prodotti meno nocivi, di tecniche più efficienti, di attrezzature a bassa dispersione e la creazione di aree di rispetto lungo i corsi d'acqua. Tali misure sono altresì volte a ridurre o impedire l'irrorazione in prossimità delle vie di trasporto stradali e ferroviarie, o sulle superfici suscettibili di contaminazione per drenaggio o ruscellamento delle acque superficiali o sotterranee.

Conclusioni

A corollario di quanto esposto si può dire che gli agrofarmaci di origine chimica svolgono ancora un ruolo essenziale nel settore dell'agricoltura, anche se il loro impiego richiede competenza e senso di responsabilità.

PATOLOGIA TUMORALE DA PESTICIDI NEL LAVORO AGRICOLO

Anna Maria Galanti

I pesticidi, termine anglosassone che indica tutti i tipi di sostanze usate per combattere le infestazioni nel mondo agricolo, sono stati usati sin dai tempi antichi per proteggere i prodotti destinati al consumo alimentare

I primi pesticidi furono gli insetticidi a base di zolfo utilizzati contro insetti e termiti circa 4500 anni fa; ancora oggi rame e zolfo sono prodotti permessi anche nella agricoltura biologica.

Ma dall'avvento delle industrie chimiche nel Novecento che vengono immessi sul mercato migliaia di prodotti chimici ad azione antiparassitaria, insetticida, antifungina, disinfestante, sostanze dimostrate poi tossiche per l'ambiente e oggi documentate anche come cancerogene.

La facilità nella produzione ne ha agevolato la diffusione, spesso l'abuso, per *“ottenere lo scopo previsto di salvare la produzione agricola”*.

Nel 1962 Rachel Luise Carson, biologa e zoologa statunitense, lanciò il Movimento ambientalista e pubblicò un libro, *“Primavera Silenziosa”*, che ebbe un grande successo negli Stati Uniti d'America, incitando un cambiamento nella politica nazionale sui pesticidi.

Già dalla metà degli anni quaranta la Carson cominciò ad essere preoccupata per l'uso dei nuovi pesticidi sintetizzati, fra cui capostipite il DD, e affermò: *“più cose imparo sull'uso dei pesticidi più divento preoccupata”*.

Purtroppo la preoccupazione della biologa Carson ha trovato una conferma, si potrebbe dire sperimentale, nel fatto che sono stati osservati numerosi tumori fra gli agricoltori che, per il loro lavoro, hanno continui contatti con queste sostanze.

Dopo il 1962 l'Ecologia come scienza che studia l'ambiente ha fatto enormi progressi ed oggi esistono molte leggi negli USA e Direttive dell'Unione Europea che riguardano la protezione dai tumori derivati da trattamenti ambientali. Ma resta ancora molta strada da fare.

Se i tumori professionali industriali destano molta preoccupazione a causa del pericolo rappresentato dagli agenti cancerogeni nell'ambiente di lavoro, ma anche in quello di vita, è progressivamente aumentata l'attenzione per la possibile cancerogenicità degli agenti chimici usati in agricoltura.

In pratica mentre si è assistito a fenomeni epocali in cui accanto alla crescita della sicurezza nei grandi impianti industriali, dovuta all'utilizzo massiccio di sistemi elettronici per il controllo del processo (eliminando pressoché totalmente il fattore umano dagli ambienti più pericolosi), si stanno espandendosi nuove realtà nell'industria alimentare che ha praticamente fuso le tecniche dell'industria con le pratiche agricole trasformando l'agricoltura in processi di tipo industriale.

Per questa ragione in ambito oncologico è fondamentale la prevenzione e spetta ad ognuno impegnarsi nella salvaguardia dalla malattia oncologica, facendo corretta informazione sulla pericolosità dei prodotti usati nell'industria e nella agricoltura, tallonando le Istituzioni perché verifichino costantemente il rispetto delle norme che regolamentano l'uso di sostanze chimiche nei vari settori

dell'attività umana, impegnandosi nella ricerca dedicata all'argomento come recita lo slogan dell'ISDE (Associazione Medici per l'Ambiente): “*tutti i cittadini sono responsabili verso l'ambiente, i medici lo sono due volte*”.

Per mettere correttamente a fuoco il problema della prevenzione è utile qualche riferimento alla normativa.

Mentre il D.P.R. 303/1956 recava norme generali per l'Igiene del lavoro con l'esonero dei lavoratori familiari, cioè la maggioranza della manodopera, dai controlli sanitari periodici in agricoltura, elemento questo che ha costituito un serio limite. Successivamente il recepimento di direttive CEE (ora Unione Europea-UE) ha prodotto un miglioramento delle potenzialità di tutela dei lavoratori agricoli. Tali normative si applicano ai lavoratori dell'agroindustria ed ai rivenditori di presidi sanitari (pesticidi), mentre in agricoltura si applicano limitatamente ai lavoratori dipendenti di aziende agricole con esclusione delle aziende a conduzione familiare. Ciò rappresenta un grave limite alla attuazione della prevenzione da neoplasie professionali.

Già a partire dal 1981 tutti i nuovi pesticidi e le sostanze chimiche introdotte ed usate nell'agricoltura come nell'industria devono essere corredate di dossier molto dettagliati riguardanti la composizione, l'utilizzo e gli effetti secondari relativi alla eventuale pericolosità.

Successivamente è intervenuto il Decreto legislativo 626/94, integrato dal Decreto legislativo 242/1994, che si è occupato della protezione da agenti cancerogeni prevalentemente su base preventiva: si tratta di un testo ripartito in disposizioni generali, obblighi del datore di lavoro e sorveglianza sanitaria. La IARC (International Agency for Research on Cancer) ed altre Istituzioni o Agenzie si sono principalmente occupate di stilare i criteri di classificazione generale di agenti chimici cancerogeni in e quindi anche di quelli usati in agricoltura.

Negli studi epidemiologici sull'esposizione dell'uomo a pesticidi c'è una maggiore difficoltà rispetto all'ambiente industriale dove le lavorazioni si svolgono in spazi più o meno confinati e dove è più facile effettuare un monitoraggio ambientale valutando qualitativamente e quantitativamente gli agenti tossici, mentre in ambito agricolo un monitoraggio ambientale è più agevole solo nel caso dei lavori nelle serre e nelle stalle (spazi confinati).

Nello studio della cancerogenicità dei pesticidi (come del resto anche degli altri agenti oncogeni), una grande difficoltà è rappresentata dal fatto che l'agente cancerogeno può esercitare la sua azione negativa solo in alcuni casi mentre possono, simultaneamente, interferire diversi cofattori come p.e. l'ecosistema, e anche il sistema immunitario ed endocrino umano.

Del tutto recentemente (20 marzo 2015) l'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC), organo di riferimento dell'OMS con la Monografia 112, ha classificato l'erbicida *glyphosate* e gli insetticidi *malathion*, *diazinon* come cancerogeni probabili per l'uomo (2°) e gli insetticidi *tetracholviniphos*, *parathion* come cancerogeni possibili (2B).

Gli agenti cancerogeni possono essere rilevati con il monitoraggio ambientale e nel caso di organismi biologici (uomo, animali) è possibile effettuare un monitoraggio biologico.

Si definisce monitoraggio biologico la misurazione continua o ripetuta, di sostanze potenzialmente tossiche nei tessuti, nelle secrezioni, nelle escrezioni o nell'aria espirata, al fine di valutare l'esposizione occupazionale o ambientale ed i rischi per la salute attraverso un raffronto con appropriati valori di riferimento, sulla base della conoscenza della probabile relazione tra l'esposizione ambientale ed i risultanti effetti dannosi sulla salute (definizione della IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry).

Gli indicatori biologici possono essere:

- di esposizione;
- di effetto;
- di suscettibilità individuale.

È opportuno sottolineare che per quanto riguarda le patologie tumorali in agricoltura esiste una accentuata tendenza alla sottostima.

Infatti per gli addetti ai lavori agricoli, che quindi a contatto con pesticidi, non c'è continuità nella esposizione, per cui è molto difficile dimostrare da parte del lavoratore, che il contatto sia avvenuto in periodi di tempo continuativi nell'arco della giornata e del periodo di lavoro.

Tuttavia in diversi paesi sono stati condotti diversi studi di mortalità con l'obiettivo di valutare il rischio di tumori tra gli agricoltori, nelle diverse attività agricole a cui sono esposti e cioè miscelazione, carico e scarico di pesticidi, distribuzione e trattamento, manutenzione e riparazione di macchine ed attrezzi agricoli, ed il rientro in coltura in zone trattate. Da queste indagini è risultato che gli agricoltori hanno un rischio più basso per la maggior parte delle principali cause di morte rispetto alla popolazione generale, in particolare per le malattie cardiovascolari, che, com'è noto, sono la prima causa di morte nei paesi industrializzati, e per alcuni specifici tumori come il tumore polmonare. Tuttavia a fronte di questo minor rischio di patologia tumorale in genere, negli agricoltori sono stati osservati in particolare linfoma di Hodgkin, leucemie, mieloma multiplo, tumori della pelle e selezionati tipi di tumore, in particolare: sarcomi dei tessuti molli, linfomi della prostata. Anche i tumori al seno, testicolo, endometrio fegato, vescica sono stati anch'essi associati all'esposizione a pesticidi ma con minore evidenza.

Per poter valutare i dati relativi al rischio cancerogeno di specifici pesticidi e tentare di dare una risposta scientifica all'obiezione dei cosiddetti esperti che chiedono *“se un tumore di un dato organo ha colpito un agricoltore che usava i tali pesticidi, come si può essere sicuri che siano stati essi stessi la causa dell'insorgenza della malignità?”* si riportano sommariamente le risultanze di un grande studio americano l'AHS (Agricultural Health Study).

Questo importante studio è stato condotto in due Stati americani (Iowa e North Carolina) in cui ci sono estese coltivazioni di cereali trattate con pesticidi; ha coinvolto circa 50.000 agricoltori, 2000 addetti ai trattamenti, 32.000 moglie, bambini, 5000 addetti alla vendita dei pesticidi; quindi circa 89.000 persone negli anni che vanno dal 1993 al 2007. I dati emersi da questa grande ricerca, una volta depurati da possibili cofattori di errore, hanno dimostrato che per almeno 12 pesticidi c'è una significativa correlazione tra esposizione ed inci-

denza tumorale. Di questi 12 almeno 7 non sono più in uso in Italia, sostituiti da nuove molecole di cui però si deve ancora dimostrare una eventuale cancerogenicità.

I tumori che maggiormente trovano una correlazione con i pesticidi sono; tumore del pancreas, del colon, della prostata, linfomi e leucemie.

Si deve anche ricordare che alcuni pesticidi si sono dimostrati neurotossici e che, pertanto, potrebbero manifestare un'azione dannosa sui tessuti encefalici. Appare inoltre inquietante assistere all'aumentare delle patologie cronico degenerative (in particolare malattia di Alzheimer e morbo di Parkinson) e disturbi neuro comportamentali (autismo?).

Gli studi epidemiologici al riguardo sono di estrema utilità per la difesa della salute degli agricoltori ma anche per la difesa della collettività che usa prodotti alimentari che possono essere contaminati da agenti tossici, nella fattispecie cancerogeni che inquinano l'ambiente e la catena alimentare.

Tuttavia i tumori non riconoscono quasi mai una unica causa e possono esserci molteplici meccanismi che ne determinano l'insorgenza come fattori costituzionali, ereditari, abitudini di vita, fattori alimentari e infettivi (virus oncogeni), fattori lavorativi ed ambientali. Intervenendo quindi sulla salubrità dell'ambiente agricolo si agisce sull'ecosistema e sulla catena alimentare e si può svolgere un'azione di prevenzione primaria utile per tutta la collettività.

Certamente l'uso dei pesticidi ha contribuito a debellare molte malattie, per esempio la malaria, ed ha contribuito ad aumentare le derrate alimentari nei Paesi del Sud del mondo dove la fame rappresenta ancora una tremenda causa di morte. Pertanto appare semplicistico condannare l'uso dei pesticidi come effettuato negli anni trascorsi.

Tuttavia oggi la Scienza è in grado di scoprire composti utili allo sviluppo della agricoltura più sicuri e meno nocivi e di sostituire con essi quelli sicuramente tossici e probabilmente cancerogeni.

Bibliografia

- 1) *A review of pesticide exposure and cancer incidence in the agricultural Health study cohort* di Scott Weichenthal, Connie Moase and Peter Chan Health Canada, Ottawa, Ontario, Canada;
- 2) *Agricultural pesticide use and pancreatic cancer risk in the AHS cohort* G. Andreotti et al. Int J Cancer 2009; 124:2495-2500;
- 3) *Pesticidi e cancro*, dott. Roberto Magarotto, Primario oncologo Ospedale di Negrar (Verona);
- 4) *Esposizione a pesticidi e tumori emolinfopoietici ed infantili*, dott. Lucia Miligi, Biologa, Epidemiologa - Centro per lo Studio e la Prevenzione Oncologica, Istituto Scientifico della Regione Toscana ora ISPO.

ESPOSIZIONE A PESTICIDI E RISCHI PER LA SALUTE UMANA

Patrizia Gentilini

Introduzione

L'esposizione a pesticidi che più interessa per le possibili ricadute per la salute pubblica è quella cronica, ovvero quella che avviene a dosi "piccole" e prolungate nel tempo e che può realizzarsi per motivi occupazionali, ma anche per la popolazione generale. Va tuttavia rammentato anche l'avvelenamento acuto da pesticidi che può avvenire in modo volontario (suicidi) o accidentale, per incidenti sia in fase di utilizzo che nel sistema di produzione/stoccaggio (esplosioni/incendi ed altro). Questi ultimi eventi hanno spesso comportato veri e propri disastri ambientali le cui conseguenze, a distanza anche di decenni, sono purtroppo ancora pesantissime: basti pensare al disastro di Bhopal India) nel 1984 con la fuoriuscita di 40 tonnellate di isocianato di metile che causò ben 8.000 morti nel territorio circostante e 500.000 intossicati.

Va anche ricordato che 15 pesticidi, unitamente a diossine e PCB, sono stati inclusi nella Convenzione di Stoccolma stilata per difendere la salute umana dai composti organici persistenti POP's (Persistent Organic Pollutants), Convenzione sottoscritta anche dall'Italia, unico paese in Europa, a non averla ancora ratificata.

<http://chm.pops.int/Countries/StatusofRatifications/tabid/252/Default.aspx>.

Ciò che più interessa in questo articolo è però affrontare il problema dell'esposizione a dosi piccole e prolungate nel tempo, sia perché potenzialmente riguarda ognuno di noi, sia perché questo problema è generalmente sottostimato a livello di informazione mediatica. La mole più ampia di conoscenze sulla relazione fra esposizione a pesticidi e patologie croniche proviene dai dati dell'Agricultural Health Study (AHS), grande studio prospettico di coorte che ha arruolato fra il 1993 ed il 1997 tutti gli agricoltori e le loro famiglie residenti in North Carolina e Iowa (N=89655), e dalle indagini sui veterani americani esposti all'Agente Arancio, defoliante ampiamente usato durante la guerra del Vietnam.

Successivamente una mole crescente di evidenze scientifiche ha confermato come l'esposizione cronica a pesticidi possa comportare alterazioni di svariati organi e sistemi dell'organismo umano quali quello nervoso, endocrino, immunitario, riproduttivo, renale, cardiovascolare e respiratorio; si documenta pertanto un incremento del rischio per molteplici patologie quali cancro, diabete, patologie respiratorie, malattie neurodegenerative, cardiovascolari, disturbi della sfera riproduttiva, disfunzioni metaboliche ed ormonali (specie della tiroide) (1). Tali rischi inoltre sono ancor più elevati se l'esposizione avviene nelle fasi più precoci della vita, a cominciare dal periodo embrio-fetale (2): è emerso ad esempio che il rischio di leucemia era oltre il doppio dell'atteso per esposizione durante la gravidanza (3).

Esposizione cronica a pesticidi: caratteristiche e modalità

Esistono poi fattori come età, sesso, stato nutrizionale, abitudini personali, variabilità genetica individuale che influenzano grandemente la suscettibilità ai

pesticidi; in particolare esiste una variabilità genetica che influenza le vie enzimatiche responsabili del metabolismo di queste sostanze: i diversi polimorfismi comportano infatti profili metabolici più o meno favorevoli con aumentata degradazione degli agenti tossici o, viceversa, con una loro bioattivazione. Tale variabilità è particolarmente importante nell'infanzia ed associata ad aumentato rischio di deficit sullo sviluppo neurologico e motorio specie se l'esposizione avviene, come vedremo, nelle prime fasi della vita.

Queste sostanze possono entrare in contatto con l'organismo sia per assorbimento cutaneo, grazie alla loro liposolubilità (*organofosfati, carbammati, organoclorurati, DDT, lindano, aldrin e clordano*) che per inalazione od ingestione (*piretroidi, erbicidi, clorofenoli*).

Le principali modalità con cui può avvenire l'esposizione sono:

- esposizione professionale

Può avvenire durante la produzione, il trasporto, la preparazione e l'applicazione di pesticidi. I principali fattori coinvolti in questo tipo di esposizione includono l'intensità di applicazione, la frequenza, la durata e il metodo, il rispetto delle norme di sicurezza, l'uso di dispositivi di protezione individuale, nonché i profili fisico-chimici e tossicologici dei pesticidi in uso. Anche membri della famiglia di coloro che utilizzano pesticidi possono avere notevoli rischi per sversamenti accidentali, perdite, usi non corretti di attrezzature e non rispetto della sicurezza e delle linee guida.

- esposizione ambientale/residenziale

È ampiamente documentato che vivere vicino ai luoghi in cui i pesticidi vengono utilizzati, fabbricati o smaltiti può aumentare in modo significativo l'esposizione umana per inalazione e contatto con aria, acqua e suolo. Di particolare rilievo è anche l'effetto "deriva": ovvero la dispersione aerea di particelle di miscela di pesticidi che non raggiungono quindi il bersaglio ma si diffondono nell'ambiente circostante. In presenza di coltivazioni intensive confinanti con residenze private o luoghi pubblici (scuole, asili, parchi ecc.) è possibile quindi la contaminazione dei residenti e della popolazione che vi si trova. Questo tipo di contaminazione è particolarmente importante se lo spargimento avviene con atomizzatori ed in condizioni di ventosità. Importanti sono anche i rischi connessi con l'utilizzo domestico di tali sostanze, ad es. le "bombe per le pulci" o l'utilizzo per piante da appartamento, giardinaggio, o per disinfestazione di animali.

- esposizione attraverso la dieta per presenza di residui negli alimenti o nell'acqua Questa modalità è di grande importanza e riguarda potenzialmente tutti i consumatori.

L'ultimo rapporto ISPRA del 2014 "Pesticidi nelle acque" evidenzia una "ampia diffusione della contaminazione" ed il rilevamento nelle acque superficiali e profonde di ben "175 sostanze diverse, un numero più elevato degli anni precedenti" con riscontro di ben 36 sostanze in unico campione. Il tema delle miscele di sostanze è particolarmente preoccupante: "la valutazione rischio, infatti, nello schema tradizionale considera gli effetti delle singole sostanze, e non tiene conto dei possibili effetti delle miscele che possono essere presenti

nell'ambiente. C'è la consapevolezza, sia a livello scientifico, sia nei consessi regolatori, che il rischio derivante dalle sostanze chimiche sia attualmente sottostimato".

Residui di pesticidi si ritrovano poi in frutta e vegetali, ma anche in carni, pesce e prodotti lattiero-caseari, grazie al loro bioaccumulo e biomagnificazione nella catena alimentare. La situazione italiana è riportata nei rapporti di Legambiente "Pesticidi nel piatto": l'ultimo mostra che in Italia il 36% dei campioni di frutta e verdura analizzati presenta residui e che sono in aumento i campioni con multiresidui: addirittura 9 su un solo campione di uva da tavola.

I rischi per la salute umana da esposizione cronica a multiresidui attraverso la dieta non sono compiutamente noti: per indagare questo problema è stato avviato in Francia uno studio (PERICLES) che si propone di valutare su linee cellulari umane e test di laboratorio gli effetti di 79 residui di pesticidi in 7 diverse miscele (da 2 a 6) presenti abitualmente nella dieta dei francesi; oggetto di indagine svariate funzioni cellulari quali: citotossicità, genotossicità, stress ossidativo, apoptosi, nonché impedenza cellulare in tempo reale e transattivazione del recettore nucleare (5).

Tabella 1: Caratteristiche dell'esposizione cronica a pesticidi

Tossicità in relazione a dosi piccole ma prolungate
Difficoltà nel valutare l'esposizione (<i>questionari occupazionali - residenziali, biomonitoraggio</i>)
Valutazione della tossicità effettuata sui principi attivi e non sulle formulazioni commerciali spesso estremamente più tossiche (<i>ad esempio il glifosato in commercio, erbicida estremamente diffuso anche al di fuori della pratica agronomica, ha dimostrato, su cellule umane coltivate in vitro, maggior tossicità rispetto al principio attivo per la presenza di un surfactante derivato agli idrocarburi</i>)
Possibile diversità di effetti tossici fra composti originati e loro metaboliti
Possono essere presenti effetti anche per dosi inferiori ai limiti consentiti e per esposizioni minimali
Si studia abitualmente l'effetto della singola sostanza dimenticando che siamo esposti a cocktail di molecole
Diversa capacità di metabolizzazione per polimorfismi individuali
Diversa suscettibilità individuale in relazione ad età, genere, stato nutrizionale, abitudini personali
Maggiore suscettibilità degli organismi in via di sviluppo, in particolare periodo embrionale, neonati, bambini

Principali meccanismi d'azione dell'esposizione cronica a pesticidi

Stante le centinaia di principi attivi presenti sul mercato e l'immissione sul mercato di sempre nuove molecole, la conoscenza dettagliata della loro azione tossica sull'uomo, specie se a dosi minimali e prolungata nel tempo, è indubbiamente complessa e difficilmente esaustiva.

I principali effetti che possono risultare sono comunque così riassumibili:

- modificazioni genetiche ed epigenetiche,
- squilibri nella funzione recettoriale con azione di "interferenza endocrina",
- disfunzione mitocondriale,

- perturbazione della conduzione neuronale per alterazione dei canali ionici,
- alterazione dell'attività enzimatica specie per interferenza con l'acetilcolinesterasi,
- stress ossidativo,
- stress del reticolo endoplasmatico.

Una sintetica rappresentazione dei meccanismi eziopatogenetici e delle conseguenti patologie correlate (*cancro, diabete, Parkinson, Alzheimer, sclerosi laterale amiotrofica (SLA), difetti di nascita, disordini riproduttivi, asma, broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO), malattie cardiovascolari, nefropatie croniche, lupus eritematoso sistemico, artrite reumatoide, sindrome da stanchezza cronica, invecchiamento*).

Nell'ambito dei meccanismi d'azione sopra citati va sottolineato in particolare l'azione dei pesticidi come “*interferenti endocrini*” (6). Questo termine, introdotto per la prima volta nel 1991, contempla tutte le sostanze che interferiscono con sintesi, secrezione, trasporto, azione, metabolismo o eliminazione degli ormoni. Il meccanismo d'azione presuppone quindi la possibilità di interferire con la capacità delle cellule di comunicare tra loro attraverso gli ormoni e vastissima è la gamma di effetti negativi per la salute che ne conseguono: *difetti di nascita, deficit riproduttivi, di sviluppo, alterazioni metaboliche, immunitarie, disturbi neurocomportamentali e tumori ormono-dipendenti*.

L'Istituto Superiore di Sanità definisce gli interferenti endocrini come “*sostanza esogena, o una miscela, che altera la funzionalità del sistema endocrino, causando effetti avversi sulla salute di un organismo, oppure della sua progenie o di una (sotto)popolazione*”. Queste sostanze quindi possono non solo esplicare effetti negativi sull'individuo esposto, ma anche sulle cellule germinali con effetti trans-generazionali, eventualità che desta ovviamente non poche preoccupazioni. I principali gruppi di pesticidi con questa azione sono: *insetticidi clorurati (lindano, dieldrin), fungiciti (vinclozolin, linorun), triazolici (ciproconazolo), imidazoli (imidazolil) triazine (atrazina, simazina), ditiocarbammati (mancozeb), coformulanti (alchifenoli)*.

Principali patologie umane non tumorali correlabili a pesticidi

Patologie respiratorie

Numerosi sintomi e alterazioni della funzione polmonare si osservano per esposizione a pesticidi, in particolare: dispnea, irritazione delle vie respiratorie, gola secca/mal di gola, tosse, senso di costrizione toracica, rinorrea. Asma, bronchite cronica e Broncopneumopatia Cronica Ostruttiva (BPCO) sono risultate le patologie maggiormente correlate (7). In particolare l'asma è stata riconosciuta come la più comune malattia polmonare correlata ad esposizioni professionali: tra gli agricoltori U.S.A. di sesso maschile si è dimostrata una associazione statisticamente significativa, variabile dal +100% al +134%, tra insorgenza in età adulta di asma atopico e utilizzo di *coumaphos, eptacloro, parathion, dibromoetilene* ed una miscela - 80/20 - di *tetracloruro di carbonio / solfuro di carbonio*. Tra le donne l'esposizioni a pesticidi, quali *carbaril, coumaphos, DDT, malathion, parathion, permetrina, forate, erbicidi (2,4-D e glifosato)* e un fungicida (*metalaxil*), era maggiormente associata con l'asma atopico (su

base allergica) che non con quello non atopico.

In uno studio caso-controllo su agricoltori in India si è registrato un incremento del rischio del 154% di bronchite cronica per esposizioni ad *organofosfati e carbammati*. Parimenti nella grande coorte AHS è emerso che l'esposizione a *organoclorurati (eptacloro, clordano, DDT, lindano e toxafene)*, *organofosfati (coumaphos, diazinone, diclorvos, malathion e parathion) carbammati, permethrina, erbicidi clorofenossici (2,4,5-TP 2,4,5-T) e due erbicidi (chlorimuron-etile e olio di petrolio)* comportava un rischio statisticamente significativo di bronchite cronica.

Sistema Nervoso

La neurotossicità è uno dei più importanti effetti della esposizione a pesticidi: per esposizioni acute ad organofosfati, ad esempio, non solo si riscontrano nell'immediato sintomi a carico del sistema nervoso centrale sia di tipo sensoriale che motorio, ma anche sequele neuropsichiatriche a lungo termine quali deficit nel rilevamento di stimoli e nell'elaborazione delle informazioni, carenze nell'attenzione e nella memoria e maggiore incidenza di depressione.

Allo stesso modo anche l'esposizione cronica a questi agenti è risultata associata con anomalie neurocomportamentali tra cui ansia, depressione, sintomi psicotici, sintomi extrapiramidali, deficit nella memoria a breve termine, nell'apprendimento, nell'attenzione e nell'elaborazione.

I meccanismi con cui la neurotossicità si può esplicare sono molteplici: ad es. gli organofosfati inibendo irreversibilmente l'acetilcolinesterasi - enzima essenziale alla funzionalità nervosa - impediscono la degradazione dell'acetilcolina che si concentra nello spazio sinaptico con gravi alterazioni della neurotrasmissione colinergica.

Le principali patologie neurodegenerative correlate a pesticidi sono: *Morbo di Parkinson, SLA e Alzheimer*: di particolare rilievo appare l'esposizione a lungo termine e a basse dosi di *paraquat, maneb, dieldrin, piretroidi ed organofosfati*. Sempre più inoltre emerge il ruolo dell'esposizione precoce in utero per malattie neurodegenerative che si manifestano nell'età adulta (8). Vi è inoltre una crescente mole di conoscenze che evidenzia seri rischi da esposizione a pesticidi per il cervello in via di sviluppo e conseguenti sequele neuropsichiche nell'infanzia.

Nello studio condotto sull'ampia coorte degli agricoltori americani (AHS) è emerso che anche l'esposizione residenziale rappresentava un fattore di rischio per *Morbo di Parkinson*.

Le categorie di pesticidi maggiormente responsabili per insorgenza di Parkinson sono risultati gli *organofosforici, i carbammati, gli organoclorurati, i piretroidi*. Una metanalisi del 2012 che ha rivisto la letteratura aggiornata, tra cui 39 studi caso-controllo, 4 studi di coorte e 3 studi trasversali, ha evidenziato che l'esposizione ad *insetticidi ed erbicidi* comportava complessivamente un incremento del rischio statisticamente significativo del + 62% (9).

Nel 2013 il Morbo di Parkinson è stato riconosciuto come *malattia professionale* in Francia.

Per quanto riguarda *l'Alzheimer*, patologia in rapida ascesa in tutto il mondo e

le cui cause non sono ancora del tutto chiarite, il ruolo eziopatogenetico dei pesticidi appare minore rispetto al Parkinson, tuttavia molto recentemente si sono aggiunte interessanti evidenze.

Nel 2010 è stato pubblicato un ampio studio di coorte longitudinale che ha dimostrato come le persone anziane che vivono in una zona agricola mostrano un più alto tasso di deficit di performance cognitiva e rischio di malattia di Alzheimer (10). Anche un altro studio ecologico condotto in Andalusia ha evidenziato che le persone che vivono nelle zone più contaminate da pesticidi hanno un aumento del rischio di malattia di Alzheimer, come pure di altre patologie neurodegenerative (Parkinson, sclerosi multipla) e psichiatriche (psicosi e tentativi di suicidio).

Per quanto riguarda la *sclerosi laterale amiotrofica* (SLA), la forma più comune delle malattie del motoneurone caratterizzata da esito invariabilmente fatale, numerosi sono i fattori di rischio ipotizzati fra cui le esposizioni ad agenti chimici. Un grande studio caso-controllo condotto da McGuire e colleghi nel 1997 è stato il punto di partenza delle indagini che hanno correlato pesticidi e SLA. In questo studio, è stata valutata l'esposizione professionale a tre gruppi di sostanze chimiche: solventi, metalli e pesticidi; i risultati hanno mostrato il ruolo predominante di questi ultimi. Nel 2012 è stata pubblicata una metanalisi condotta nella grande coorte AHS che ha evidenziato un incremento del rischio di SLA (statisticamente significativo) del 95% per esposizione a pesticidi nel loro insieme (11).

Effetti sul cervello in via di sviluppo

Di particolare rilievo sono gli effetti di tali sostanze per esposizioni in utero: una mole crescente di conoscenze correla l'esposizione a questi agenti, oltre che a metalli pesanti, solventi, diossine etc., ad una "pandemia silenziosa". Con questo termine si indica un insieme di deficit neuropsichici e comportamentali, spesso subdoli e di diversa gravità, che sempre più si verificano nell'infanzia e che vanno dai disturbi dello spettro autistico, ai deficit di attenzione ed iperattività, alla dislessia e a deficit cognitivi fino alla riduzione del Quoziente Intellettivo (QI). Molti pesticidi sono infatti lipofili e durante la vita fetale il cervello, che è l'unico organo in cui è presente tessuto adiposo, diventa un vero e proprio organo bersaglio per questi agenti. Già nel 2006 su Lancet era comparso un allarmante articolo con un elenco di 202 sostanze, tra cui 90 pesticidi, note per essere tossiche per il cervello umano; del tutto recentemente gli stessi Autori hanno ripreso l'argomento sottolineando come in particolare il clorpirifos sia implicato in questo tipo di rischi e come sia indispensabile una politica di prevenzione globale per arginare questa vera e propria epidemia (12). Nello specifico si è dimostrato che i bambini con livelli più alti di tracce di metaboliti di insetticidi quali i derivati degli organofosfati presentano un rischio quasi doppio di sviluppare deficit di attenzione ed iperattività rispetto a quelli con livelli di "normale" contaminazione (13).

In seguito altri studi condotti indipendentemente presso l'Università di Berkeley, il Mt. Sinai Medical Center e la Columbia University hanno dimostrato con accurate valutazioni di biomonitoraggio (misurazioni dei metaboliti

sulle urine o alla nascita sul cordone ombelicale) che le donne esposte durante la gravidanza ai pesticidi, hanno maggiori probabilità di dare alla luce figli meno intelligenti della media. Più precisamente, un'esposizione prenatale dieci volte superiore alla norma corrisponde ad un calo di 5,5 punti nei test sul QI. Una revisione del 2013 (14) ha preso in esame gli effetti dei pesticidi sul neurosviluppo ed in particolare sulla sfera sensoriale, motoria, cognitiva, su QI e sulla morfologia cerebrale con risonanza magnetica. Dallo studio è emerso che 26 su 27 studi evidenziano effetti neurocomportamentali, con una relazione dose-risposta in 11 su 12 studi; inoltre 10 studi longitudinali, che hanno valutato l'esposizione prenatale, hanno riscontrato effetti comportamentali all'età di 7 anni ed alterazioni motorie specie nei neonati. In 2 gruppi di 20 bambini ciascuno, con livelli medio/alti e medio/bassi di clorpirifos valutato sul cordone ombelicale, una RMN eseguita in età scolare ha evidenziato alterazioni cerebrali più o meno marcate in relazione alla differente esposizione. Gli autori concludono che *“questo studio riporta una associazione significativa fra esposizione ad una sostanza neurotossica ambientale ampiamente utilizzata a livelli d'uso normali con cambiamenti strutturali nel cervello umano in via di sviluppo”* (15).

Un'ulteriore sistematica revisione che ha preso in esame 134 studi ha confermato che è proprio l'esposizione prenatale in utero quella che comporta i maggiori rischi (16).

Diabete

Lo studio condotto sulla coorte dell'AHS ha evidenziato che per *aldrin, chlordane, eptachlor, dichlorvos, trichlorfon, alachlor e cyanazine* vi era un aumento del rischio di diabete sia per un uso continuativo sia per un uso di almeno 100 giorni durante il corso della vita; in quest'ultimo caso per esposizione ad *aldrin, chlordane, eptachlor* l'incremento del rischio era rispettivamente del 51%, 63%, e 94% (17). Del tutto recentemente una ulteriore indagine, condotta sull'ampia coorte delle mogli della coorte AHS che avevano segnalato di non avere mai personalmente applicato o preparato pesticidi ha dimostrato che tre *organofosfati*, un *organoclorurato* e l'*erbicida 2,4,5-T/2,4,5-TP* erano associati con diabete incidente con rischi statisticamente variabili dal +50% al +99% (18).

Patologie cardiovascolari

Ipertensione ed assetto lipidico sono risultati alterati in relazione a contaminanti organici persistenti (POP's), inclusi pesticidi, sia fra i veterani U.S.A che per esposizioni residenziali. Fra i residenti in buona salute del sito industriale della Monsanto si è evidenziata una correlazione fra i più elevati livelli di PCB e pesticidi ed incremento di lipidi totali, trigliceridi e colesterolo totale con pattern diversi fra i diversi congeneri dei PCB e i diversi pesticidi (19). Analoghi risultati sono emersi da uno studio condotto in Svezia e si conferma così l'alterazione dell'assetto lipidico connesso ad esposizioni ambientali.

Di particolare interesse i risultati emersi sul legame fra esposizione prenatale a DDT ed insorgenza di ipertensione prima dei 50 anni: in donne gravide fra il

1959 e il 1967 sono stati raccolti e stoccati prima del parto campioni di siero su cui si è dosato il DDT; a distanza di decenni si è valutata l'incidenza di ipertensione sulle figlie ad età fra 39 e 47 anni. Per esposizione prenatale a livelli medi/alti di DDT l'incremento del rischio di ipertensione è risultato del 260%; per i più bassi del 150% (20).

Uno studio condotto sulla AHS ha evidenziato che anche i disordini ipertensivi in gravidanza, compreso l'eclampsia, sono associati in modo statisticamente significativo con l'esposizione sia professionale che residenziale a pesticidi durante il primo trimestre di gravidanza (21). Di particolare interesse a questo riguardo è quanto emerso da un recente studio condotto in Norvegia su 28.192 gravide: il rischio di eclampsia nel gruppo che aveva praticato abitualmente durante la gravidanza una dieta biologica è risultato quasi dimezzato (OR=0,76) rispetto al gruppo che aveva avuto una alimentazione tradizionale (22).

Disordini riproduttivi, malformazioni e difetti di sviluppo

La maggior parte dei pesticidi, in particolare gli *organofosfati*, possono alterare la qualità del seme in vari modi: riduzione della densità, motilità e numero degli spermatozoi, inibizione della spermatogenesi, aumento delle anomalie al DNA e alterazioni della loro morfologia, riduzione del volume e peso di testicoli, epididimo, vescicole seminali e prostata (23). Vi possono essere inoltre alterazioni dei livelli di testosterone per inibizione della attività testicolare, variazioni degli ormoni ipofisari e dell'attività degli enzimi antiossidanti a livello degli organi riproduttivi: tutti questi effetti sono ben comprensibili se si pensa all'azione di interferenti endocrini svolta da molte di queste sostanze.

Incremento dell'abortività spontanea, alterato rapporto maschi/femmine, effetti antiandrogeni con demascolinizzazione e cambiamenti nello sviluppo puberale si sono osservati principalmente per esposizione a DDT, *aldrin*, *chlordane*, *dieltrin*, *endosulfan*, *atrazina*, *vinclozolin*. Importanti correlazioni fra esposizione a pesticidi (in particolari *erbicidi*), malformazioni, morte intrauterina, ritardi di crescita, alterazioni nell'impianto sono giunte da studi sperimentali e da studi epidemiologici di sorveglianza sui veterani americani del Vietnam, coorte in cui è stato documentato un aumentato rischio di spina bifida ed anencefalia. Un più alto rischio di ipospadia è emerso per esposizione prenatale sia materna che paterna (24): è interessante notare che da un recente studio è emerso che una alimentazione di tipo biologico in gravidanza si è dimostrata protettiva nei confronti dell'ipospadia (25).

Malattie della tiroide

Uno studio condotto nell'ambito dell'AHS ha valutato il rischio di ipo-ipertiroidismo fra le mogli degli agricoltori americani in relazione all'uso/non uso di organoclorurati: è emersa una prevalenza di malattie tiroidee clinicamente diagnosticate pari al 12,5% con una prevalenza di ipotiroidismo e ipertiroidismo rispettivamente del 6,9% e 2,1%. In particolare l'esposizione ad *organoclorurati* e *fungicidi* ha comportato un incremento notevole del rischio di ipotiroidismo (26). Un ulteriore studio nella medesima coorte dell'AHS, ma questa volta prendendo in esame i 22.246 maschi, ha valutato l'associazione tra l'uso di 50

diversi pesticidi e le patologie tiroidee ed anche in questo caso è emersa una aumentata probabilità di ipotiroidismo con l'uso degli *erbicidi 2,4-D, 2,4,5-TP, alaclor, dicamba e olio di petrolio* (27).

Conclusioni

È ormai assodato in modo inequivocabile che l'esposizione a pesticidi comporta non solo gravi ed irreversibili alterazioni a carico dell'ambiente e delle sue varie forme di vita, ma si correla anche a gravi conseguenze sulla salute umana. Questi effetti, dapprima evidenziatisi per esposizioni professionali, riguardano oggi tutta la popolazione umana, stante l'utilizzo sempre più massiccio e diffuso di questi agenti in ogni parte del pianeta. Queste conseguenze sono particolarmente gravi per esposizioni - anche a dosi minimali - che si verificano durante la vita embrio-fetale e la prima infanzia, comportando in special modo danni sullo sviluppo cerebrale e rischio di malattie non solo nell'infanzia, ma anche nelle fasi più tardive della vita.

I pesticidi hanno dimostrato di alterare l'omeostasi dell'organismo umano in quanto in grado di indurre molteplici e complesse disfunzioni a carico praticamente di tutti gli apparati, organi e sistemi, comportando quindi patologie di tipo endocrino, nervoso, immunitario, respiratorio, cardiovascolare, riproduttivo, renale. Vi è ormai evidenza di forte correlazione fra esposizione a pesticidi e patologie in costante aumento quali: cancro, malattie respiratorie, Parkinson, Alzheimer, sclerosi laterale amiotrofica (SLA), autismo, deficit di attenzione ed iperattività, diabete, disordini riproduttivi, malformazioni fetali, disfunzioni tiroidee.

La possibilità che tali disfunzioni si trasmettano anche alle generazioni future, attraverso alterazioni epigenetiche della linea germinale, non può che accrescere le nostre preoccupazioni, stimolandoci a ricercare e realizzare pratiche agronomiche in grado di soddisfare i bisogni alimentari delle popolazioni senza comprometterne in modo, forse irrimediabile, la salute.

In particolare dobbiamo prendere maggiore coscienza dei rischi che queste sostanze determinano nell'infanzia anche alla luce delle dure parole di denuncia del grande pediatra Bruce P. Lanphear: *“a dispetto del grande affetto che noi abbiamo per i nostri bambini e della grande retorica della nostra società sul valore dell'infanzia, la società è riluttante a sviluppare quanto necessario per proteggere i bambini dai rischi ambientali”*.

Dal momento che sono soprattutto le esposizioni precoci, in particolare in utero, quelle più pericolose e alla luce di quanto emerso da alcuni studi che hanno dimostrato l'effetto protettivo della alimentazione biologica, riteniamo che la popolazione debba essere adeguatamente informata per scelte più consapevoli. È auspicabile inoltre che il biologico non rimanga un privilegio per pochi, ma un diritto per tutti, specie nelle fasi della vita più delicate quali gravidanza, allattamento ed infanzia.

Una recente metanalisi dell'Università di Berkeley (<http://rspb.royalsocietypublishing.org/>), che ha esaminato 115 ricerche scientifiche per confrontare agricoltura biologica e convenzionale, ha concluso che, almeno per alcune colture, non vi sono prove sufficienti per affermare che l'agricoltura convenzionale sia

più efficiente e dia rese maggiori rispetto a quella biologica, affermando che: “è importante ricordare che il nostro attuale sistema agricolo produce molto più cibo di quanto sia necessario per sfamare il pianeta. Per sradicare la fame nel mondo è necessario aumentare l’accesso al cibo, non solo la produzione. Inoltre, aumentare la percentuale di agricoltura che utilizza metodi biologici e sostenibili non è una scelta, è una necessità. Non possiamo semplicemente continuare a produrre cibo senza prenderci cura del nostro suolo, dell’acqua e della biodiversità”.

Perché non debba ulteriormente crescere l’elenco delle “lezioni imparate in ritardo da pericoli conosciuti in anticipo” (<http://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2>) crediamo che si debba promuovere senza esitazioni una agricoltura di tipo biologico, la sola in grado di rispettare, ancor prima dell’ambiente, la salute umana ed in special modo quella delle generazioni a venire.

Bibliografia

1. Mostafalou S Abdollahi M. 2013 *Toxicol Appl Pharmacol.* Apr 15; 268(2):157-77. *Pesticides and human chronic diseases: evidences, mechanisms, and perspectives.*
2. James R. Roberts, Catherine J. Karr 2012. *Pediatrics:* 130; e 1765; *Pesticide Exposure in Children.*
3. Van Maele-Faby G, Lantin AC, et al. 2011 *Environ Int.* Jan; 37(1):280-91. *Residential exposure to pesticides and childhood leukaemia: a systematic review meta-analysis.*
4. Burillo-Putze G, Luzardo OP, et al. 2014 *Gac Sanit.* Jul-Aug; 28(4):301-418. *Exposure to persistent and non-persistent pesticides in a non-occupationally exposed population in Tenerife Island.*
5. Crépet A, Héraud F, et al. 2013 *Toxicology.* Nov 16; 313(2-3):83-93 The PERICLES research program: *An integrated approach to characterize the combined effects of mixtures of pesticide residues to which the French population is exposed.*
6. Mnif W, Hassine AI, et al 2011 *Int. J. Environ. Res. Public Health,* 8, 2265-2303; *Effect of Endocrine Disruptor Pesticides: A Review.*
7. Ming Ye, Beach J, et al 2013 *Int. J. Environ. Res. Public Health* 10, 6442-6471 *Occupational Pesticide Exposures and Respiratory Health.*
8. Modgil S. et al 2014 *Translational Neurodegeneration* 2014, 3:9 *Role of early life exposure and environment on neurodegeneration: implications on brain disorders* <http://www.translationalneurodegeneration.com/content/3/1/>.
9. Van der Mark, M., Brouwer, et al. 2012 *Environ. Health Perspect,* 120 (3), 340-347 *Is pesticide use related to Parkinson disease? Some clues to heterogeneity in study results.*
10. Jones, N. 2010 *Nat. Rev. Neurol,* 6 (7), 353. *Alzheimer disease: risk of dementia and Alzheimer disease increases with occupational pesticide exposure.*
11. Kamel F, Umbach DM, et al. 2012 *Neurotoxicology* 33 (3), 457-462 *Pesticide exposure and amyotrophic lateral sclerosis.*
12. Grandjean P, Lrandrigan PJ 2014 *Lancet Neurol.* Mar; 13(3):330-8. *Neurobehavioural effects of developmental toxicity.*
13. Bouchard M.F., Bellinger DC, et al. 2010 *Pediatrics* vol. 125 1270-77 *Attention- deficit/hyperactivity disorders and urinary metabolites of organophosphate pesticide.*
14. Munoz-Quezada MT, Lucero BA, et al 2013 *Neurotoxicology,* (39) 158-168 *Neurodevelopmental effects in children associated with exposure to organophosphate pesticides: a systematic review.*
15. Raub VA, Perera FP, 2012 *Proc Natl Acad Sci U.S.A.,* May 15;109(20):7871-6. *Brain anomalies in children exposed prenatally to a common organophosphate pesticide.*

16. Gonzales Alzaga B, Lacasana M, et al. 2014 *Toxicol Lett.* Oct 15;230(2): 104-21 *A systematic review of neurodevelopmental effects of prenatal and postnatal organophosphate exposure.*
17. Montgomey MP, Kamel F, et al, 2008 *Am J Epidemiol*, May 15;167(10) *Incident diabetes and pesticide exposure among licensed pesticide applicators: Agricultural Health Study, 1993-2003.*
18. Starling AP, Umbach DM, et al. 2014 *Occup Environ Med.* Sep 71(9): 629-35 *Pesticide use and incident diabetes among wives of farmers in the Agricultural Health Study.*
19. Aminov Z, Haase RF et al, 2013 *Environ Health.* Dec 11;12:18 *Analysis of the effects of exposure to polychlorinated biphenyls and chlorinated pesticides on serum lipid levels in residents of Anniston, Alabama.*
20. La Merrill M, Cirillo PM, et al, 2013 *Environ Health Perspect.* May; 121(5):594-9 *Prenatal exposure to the pesticide DDT and hypertension diagnosed in women before age 50: a longitudinal birth cohort study.*
21. Saldana TM., Basso O, et al, 2009 *Environ Health Perspect* 117:1393-96 *Pesticide Exposure and Hypertensive Disorders During Pregnancy.*
22. Torjusen H1, Brantstæter AL, et al, 2014 *BMJ Open.* 2014 Sep 10;4(9). *Reduced risk of pre-eclampsia with organic vegetable consumption: results from the prospective Norwegian Mother and Child Cohort Study.*
23. Mefrpour O, Karrari P, et al, 2014 *Toxicol Lett.* Oct 15;230(2): 146-56. *Occupational exposure to pesticides and consequences on male semen and fertility: A review.*
24. Rocheleau CM, Romitti PA, 2009 *J Pediatr Urol.* Feb 5(1):17-24. *Pesticides and hypospadias: a meta-analysis.*
25. Christensen JS, Asklund C, et al 2013 *J Urol*, Mar;189(3):1077-82 *Association between organic dietary choice during pregnancy and hypospadias in offspring: a study of mothers of 306 boys operated of hypospadias.*
26. Whitney S. G, Dale P. S, et al. 2010 *Am J Epidemiol*, 171:455-46 *Pesticide Use and Thyroid Disease Among Women in the Agricultural Health Study.*
27. Goldner WS, Sandler DP, et al, 2013. *J Occup Environ Med.* 55(10):1171-8. *Hypothyroidism and pesticide use among male private pesticide applicators in the agricultural health study.*

CONTAMINANTI E SALUTE RIPRODUTTIVA: VALUTARE E RIDURRE I RISCHI DA INTERFERENTI ENDOCRINI

Alberto Mantovani

Gli Interferenti Endocrini (IE) sono un vasto ed eterogeneo gruppo di sostanze, accomunate dalla capacità di danneggiare la salute alterando il sistema endocrino, cioè la regolazione ormonale dell'organismo, e in particolare danneggiando la capacità riproduttiva e lo sviluppo del feto e del bambino (1). Gli IE comprendono:

- contaminanti persistenti in grado di bioaccumulare in organismi animali e vegetali. Un esempio ben noto sono le diossine, prodotte da prodotti di combustione (plastiche, fonderie, ecc.); altri esempi sono rappresentati da sostanze come il DDT o i PCB, che continuano a contaminare l'ambiente pur essendo state vietate da decenni, rappresentando un vero "lascito" negativo alla generazione futura;
- diversi gruppi di pesticidi. Tra questi si trovano alcuni degli IE più potenti (ad es., il vinclozolin che blocca l'azione del testosterone, l'ormone "maschile"), tuttavia la legislazione europea sta progressivamente vietando i pesticidi identificate come IE per proteggere sia i consumatori sia chi vive e lavora nelle zone agricole;
- sostanze industriali largamente diffuse in prodotti di consumo, ad esempio come componenti delle plastiche, anche a contatto con gli alimenti (bisfenolo A -BPA, ftalati), o come conservanti (parabeni). In genere si tratta di IE nettamente meno potenti rispetto a pesticidi o diossine; sono tuttavia sostanze ben presenti nel nostro ambiente di vita ed ancora incompletamente note e controllate;
- infine sono IE anche sostanze di origine naturale prodotte dalle piante; un esempio è lo zearalenone, un potente composto ad azione estrogenica prodotto da un fungo microscopico (appartenente quindi alle c.d. "micotossine") che può contaminare i cereali come il grano e, soprattutto, il mais.

Gli effetti degli specifici IE sono correlati alle rispettive azioni. Sostanze come il BPA e lo zearalanenone si comportano come "imitatori" (agonisti) degli estrogeni; pertanto, l'organismo viene esposto ad un'azione estrogenica che potremmo definire "non voluta e non richiesta", cioè in tempi e modi estranei alle proprie richieste fisiologiche. Altri IE possono invece bloccare l'azione di un ormone nella cellula, agendo da antagonisti; ad esempio, nel caso della vinclozolina, già citata, e delle sostanze apparentate (pesticidi dicarbossimidi) l'azione antagonista avviene specificamente nei confronti del testosterone. Molti altri IE invece alterano la produzione degli ormoni: ad esempio, i triazoli - un altro gruppo di pesticidi - inibiscono l'enzima aromatasi responsabile della sintesi degli estrogeni, inducendo quindi una riduzione dei livelli fisiologici ormonali.

Le evidenze scientifiche portano a considerare gli IE come fattori di rischio per molte patologie multifattoriali a base endocrina, in primis le patologie riproduttive (infertilità, criptorchidismo, endometriosi, poliabortività, etc.), ma anche

alterazioni dello sviluppo neurocomportamentale e, in misura crescente, la predisposizione alla sindrome metabolica e ad a tumori ormono-mediati (prostata, mammella, testicolo). Per tutti questi aspetti, gli studi sperimentali ed anche, in misura crescente, gli studi epidemiologici, mostrano che l'organismo in via di sviluppo (il feto, ma anche il bambino sino alla pubertà) è molto più suscettibile dell'adulto, proprio a causa della critica importanza per lo sviluppo dell'equilibrio ormonale. Gli IE non causano nella maggioranza dei casi malformazioni alla nascita ma aumentano il rischio di patologie a medio e lungo termine, soprattutto della sfera riproduttiva, ma anche del sistema nervoso, immunitario e del metabolismo: l'organismo "cresce nel suo deficit" ed è maggiormente vulnerabile a stress e danni esogeni (2). Considerando gli IE come un problema di sanità pubblica associato con l'aumentata incidenza di disturbi della salute su base ormonale e per il quale le risposte sono ancora inadeguate, nel marzo 2013 il Parlamento Europeo ha adottato una risoluzione che impegna la Commissione Europea ad adottare criteri scientifici per identificare e valutare gli IE, a ridurre l'esposizione anche aggiornando sostanzialmente le normative vigenti, nonché ad incrementare gli investimenti nella ricerca e a rafforzare il coordinamento ed integrazione fra le attività di monitoraggio e controllo (3).

La valutazione del rischio degli IE sta conoscendo sviluppi scientifici importanti. Inoltre gli IE sono tra i "protagonisti" del principale regolamento europeo sulla chimica, il "Regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 18 dicembre 2006 concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche, in inglese *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals* - REACH (4)

Nuovi sviluppi scientifici nella valutazione degli IE

Per valutare i rischi da IE occorre in primo luogo identificare le sostanze che possono avere effetti endocrini "specifici", cioè non secondari ad altri effetti. Pertanto, occorre valutare la capacità degli attuali test tossicologici di identificare gli IE, nonché le priorità per l'eventuale sviluppo di nuovi saggi.

Lo sviluppo di test *in vitro* - cioè che utilizzano cellule di origine umana, invece che animali da laboratorio - potrà permettere una più efficiente protezione del pubblico; infatti l'uso di sistemi *in vitro* favorirà l'ottenimento di risultati in tempi decisamente più brevi. Nello stesso tempo, però, il sistema endocrino è una rete complessa in cui ogni ormone manda segnali a più organi: basti pensare, ad esempio, ai molteplici sintomi della disfunzione della tiroide. Questa complessità di meccanismi ed effetti è difficile da valutare con un singolo test *in vitro*, che in genere utilizza un solo tipo di cellula e dà risposte piuttosto semplici. Occorrerà, pertanto, sviluppare batterie che integrino test *in vitro* diversi: questo è vero soprattutto per gli effetti sulla salute riproduttiva e sullo sviluppo che rappresentano l'aspetto più preoccupante degli IE. La fertilità maschile e femminile, lo sviluppo embriofetale, la pubertà, la menopausa, etc., rappresentano ciascuno una serie di bersagli per i diversi meccanismi degli IE: inoltre, su queste fasi del ciclo vitale la ricerca sta accumulando conoscenze che potranno essere sfruttate per mettere a punto test tossicologici sempre più aggiornati e precisi. Il progetto europeo ReProTect, che ha visto una robusta partecipazione

della ricerca italiana, ha rappresentato un passo in avanti verso lo sviluppo di nuove batterie di saggi sperimentali (5). Nell'ambito di ReProTect, l'Istituto Superiore di Sanità ha messo a punto un test in vitro sugli IE che agiscono sulla funzionalità della prostata. Questa ghiandola è essenziale per la fertilità maschile, in particolare per rendere lo sperma capace di fecondare, è strettamente regolata dal testosterone e gli squilibri ormonali sono importanti nell'insorgenza dei tumori prostatici; nonostante ciò, la ricerca sugli IE ha trascurato per anni gli effetti sulla prostata. Un aspetto interessante del test sviluppato dall'Istituto Superiore di Sanità è l'uso di un biomarcatore già impiegato in clinica umana, la secrezione di PSA (Antigene Prostatico Specifico); il biomarcatore è direttamente dipendente dall'azione cellulare del testosterone ed è alterato in caso di iperplasia benigna ed adenocarcinoma. Il test è attualmente in grado di discriminare sostanze ad azione agonista (come l'anabolizzante metil-testosterone) ed antagonista (come il pesticida vinclozolina) nei confronti del testosterone, ed inoltre sostanze ad azione estrogenosimile (come il BPA), nonché, naturalmente, le sostanze che non sono IE che si limitano ad indurre una generica tossicità cellulare (ad es. aumento delle cellule non vitali) senza effetti specifici sul PSA (6).

L'apporto dei test in vitro è di fondamentale importanza per lo sviluppo di un nuovo concetto di tossicologia basato sulla comprensione degli effetti tossici e del modo in cui si verificano, e non più solo sulla loro descrizione. Questo approccio può essere utilmente integrato anche negli studi epidemiologici umani, che sono di importanza crescente nella valutazione del rischio degli IE. Lo sviluppo di biomarcatori è una componente chiave della "prevenzione traslazionale", che dal bancone del ricercatore porta alla valutazione del rischio. Rispetto alla epidemiologia tradizionale, che si limita a stimare la quantità di patologie associabili a situazioni di rischio ambientale, lo sviluppo di e l'uso di biomarcatori a livello molecolare o biochimico può fornire segnali precoci sui possibili danni per la salute da esposizioni in corso a IE (o altri contaminanti); in prospettiva, l'uso di biomarcatori nella sorveglianza sanitaria degli effetti dell'inquinamento può permettere di intervenire e, quindi, di prevenire o almeno ridurre il danno per la salute. A tale proposito, la ricerca sperimentale è essenziale sia per identificare biomarcatori sia per valutarne il significato. Ad esempio, il cadmio è un metallo pesante nonché un contaminante industriale che bioaccumula lentamente nell'organismo, soprattutto nei reni e nelle ossa, e può venire captato dal suolo da parte di piante come il tabacco, i cereali, i semi oleosi. Gli studi sperimentali indicano che il cadmio è un IE ad azione simil-estrogenica ed inoltre inibisce gli enzimi che difendono la cellula dallo stress ossidativo: partendo da tali meccanismi di tossicità si possono sviluppare biomarcatori che evidenzino precocemente gli effetti endocrini del metallo (7).

Il progetto PREVIENI, conclusosi nel dicembre 2011, è un primo esempio di progetto nazionale incentrato sull'uso di biomarcatori per valutare l'impatto di IE sulla salute riproduttiva; lo studio è stato promosso e finanziato dal Ministero per l'Ambiente, la tutela del territorio e del mare e coordinato dall'Istituto Superiore di Sanità. PREVIENI ha valutato la esposizione agli IE "emergenti", quali i composti perfluorati perfluorotano-sulfonato (PFOS) e

acido perfluoro-ittanoico (PFOA), contaminanti persistenti di origine industriale, e i plasticizzanti BPA e dietil-esil-ftalato, DEHP: i quattro IE considerati sono diffusi nell'ambiente e negli alimenti, ma ancora non sono oggetto di programmi di sorveglianza. I primi risultati pubblicati di PREVIENI riguardano il campione femminile (donne fertili ed infertili di tre aree italiane: metropoli, media città con retroterra agro-industriale, grosso comune rurale) e sono in qualche misura inattesi. La misura dei livelli degli IE nel sangue mostra che vi è una diffusa esposizione a BPA e DEHP; dal momento che sono composti considerati "non persistenti", la presenza frequente di livelli - anche elevati, nel sangue indica un'assunzione ripetuta e continua per vie multiple (alimenti, inalazione, contatto..). L'esposizione a BPA è significativamente più elevata nelle donne infertili dell'area metropolitana: i soggetti del medio centro urbano avevano livelli minori di IE rispetto alla metropoli, con l'eccezione del PFOA, ma comunque molto più alti rispetto all'area rurale. La misura di recettori ormonali nei linfociti del sangue ha mostrato una espressione marcatamente più elevata nelle donne infertili, in particolare per i recettori per gli estrogeni e testosterone; tale espressione era correlata direttamente ai livelli ematici di BPA, e in misura minore, di DEHP e PFOS (8). L'analisi e la pubblicazione dei dati di uno studio complesso come PREVIENI è ancora in corso, ma intanto ha dato luogo ad ulteriori iniziative scientifiche, come il progetto PERSUADED incentrato sull'esposizione a BPA e DEHP nei bambini (9).

Come controllare e ridurre i rischi: gli IE nel programma REACH

Controllare e ridurre i rischi per la salute derivanti dagli IE richiede un forte legame fra incremento della conoscenza (ricerca/innovazione) ed intervento, sia normativo sia sul territorio. Le criticità vanno dallo sviluppo di metodi per il risanamento di ambienti inquinati, all'aggiornamento e miglioramento delle regolamentazione (sicurezza alimentare, risposta ai rischi emergenti, sicurezza sul lavoro), ai criteri per applicare il principio di sostituzione promosso da REACH (2, 3). Quest'ultimo aspetto è importante dal punto di vista scientifico ed etico: la presenza sul mercato di prodotti che possono mettere a repentaglio la salute non è più accettabile ove esistano soluzioni alternative. Un esempio viene dal DEHP, che è tuttora il plasticizzante più ampiamente utilizzato nei dispositivi sanitari in PVC. Tuttavia, il DEHP nel PVC non è completamente stabile e può migrare nella matrice a contatto (ad es., il sangue) in seguito ad un uso prolungato. I neonati prematuri sono particolarmente a rischio, a causa delle loro dimensioni, delle condizioni fisiche e dell'esposizione contemporanea a molteplici dispositivi medici (10). La ricerca di plasticizzanti alternativi biocompatibili e di bassa tossicità, è andata avanti per anni, ma si è scontrata con la mancanza di decisioni normative verso la presenza di DEHP ed altri ftalati nelle plastiche ad uso medico: a sua volta, l'inerzia normativa non ha stimolato le imprese a produrre di documentazioni adeguatamente accurate e dettagliate a sostegno di prodotti alternativi.

Nel 2010 il Comitato Nazionale Biosicurezza, Biotecnologie e Scienze della Vita, organo della Presidenza del Consiglio ha identificato priorità e obiettivi per una migliore gestione dei rischi associati agli IE, e tra questi (2):

- integrazione dei dati della sorveglianza epidemiologica, alimentare ed ambientale, sinora raccolti in modo separato e con finalità diverse
- l'aggiornamento delle strategie per la sicurezza alimentare con azioni quali: considerare gli IE persistenti non ancora inclusi nei programmi di controllo come PFOS e PFOA; considerare la possibile azione “cocktail” di IE con analoghi effetti, come i residui multipli di pesticidi nella frutta e verdura (11); dare una specifica attenzione alla presenza di IE nella dieta dei consumatori più vulnerabili, come i bambini e i ragazzi in età puberale (12).
- *last but not least*, l'adeguata (cioè: corretta, trasparente e comprensibile) comunicazione ai cittadini. In questo ambito, proprio dall'Italia è partita la prima iniziativa da parte di un ente di governo che è andata oltre la semplice informazione dell'esistenza degli IE. Nell'ottobre 2012, a seguito del progetto PREVIENI, il Ministero dell'Ambiente e per la Tutela del Territorio e del Mare, con la consulenza scientifica dell'Istituto Superiore di Sanità, ha prodotto e diffuso l'opuscolo “Conosci, riduci, previeni gli interferenti endocrini. Un decalogo per il cittadino”, con l'obiettivo di informare il cittadino su comportamenti da adottare in merito alla possibile esposizione a taluni IE (BPA, DEHP, PFOS-PFOA, ed altri) largamente presenti in oggetti di uso quotidiano (13). La conoscenza di “dove si trovano” e delle possibili scelte alternative, in termini sia di comportamenti sia di prodotti, mette il cittadino in grado di adottare comportamenti consapevoli, riducendo il rischio *hinc et nunc*, in attesa di nuove decisioni normative su queste sostanze. Il Decalogo inoltre informa sinteticamente il cittadino, per la prima volta in Italia, su tutte le normative europee vigenti atte a regolare l'utilizzo di ciascun IE considerato.

Ma qual è il ruolo degli IE nel regolamento REACH? Il Regolamento REACH ha lo scopo principale di migliorare la conoscenza dei pericoli e dei rischi derivanti da sostanze chimiche già esistenti (introdotte sul mercato prima del settembre 1981) e nuove (dopo il settembre 1981) in modo da assicurare, attraverso la gestione di tali rischi, un elevato livello di protezione della salute umana e dell'ambiente; al contempo il Regolamento ha anche l'obiettivo di tutelare e rafforzare la competitività e le capacità innovative dell'industria chimica europea. Allo scopo di realizzare gli aspetti tecnici, scientifici e amministrativi del regolamento e di assicurarne la coerenza, il Regolamento REACH ha istituito l'Agenzia Europea per le Sostanze Chimiche (*European Chemicals Agency* - ECHA; www.echa.eu). Rispetto alla legislazione precedente, una novità fondamentale del Regolamento REACH è l'inversione dell'onere della prova riassunta nell'assioma *no data, no market*, ossia in assenza di informazioni sulla sicurezza mediante un adeguato dossier tossicologico non è possibile commercializzare una sostanza chimica. L'industria chimica, quindi, ha la responsabilità di presentare le informazioni sulla tossicità/dannosità delle sostanze chimiche e dei prodotti che produce e/o commercializza, in primo luogo sulla base di test standard *in vitro* e *in vivo* in accordo con le linee guida internazionali aggiornate (ad es., tossicità per esposizioni ripetute, cancerogenesi, genotossicità, tossicità riproduttiva, etc.). L'ECHA, con la rete di esperti degli Stati Membri,

valuta i risultati di tali test; le informazioni tossicologiche (compresi anche eventuali dati sull'essere umano per sostanze chimiche già in uso) e quelle sulla esposizione (volume di produzione, persistenza e dispersione ambientale, capacità di bioaccumulo, etc.) che comporranno la valutazione del rischio per i diversi usi proposti; particolare rilievo verrà dato infine ad alcune scenari, ad esempio, ove vi è una possibile esposizione attraverso la contaminazione degli alimenti della popolazione generale e/o di gruppi vulnerabili come i bambini. Il Regolamento REACH considera come "sostanze particolarmente preoccupanti" (*Substances of Very High Concern/SVHC*) quelle con effetti cancerogeni, mutageni e tossiche per la riproduzione (*Carcinogenic, Mutagenic or toxic for Reproduction/CMR*). Risulta, pertanto, evidente la criticità della tutela della generazione futura: le varie fasi dello sviluppo, dalla prima embriogenesi alla pubertà, vanno considerate come particolarmente vulnerabili e con serie conseguenze a lungo termine anche nella vita adulta. In questo contesto, gli IE hanno acquisito nel tempo una posizione di rilievo per i molteplici effetti avversi sulla salute degli organismi viventi e della loro progenie: infatti, gli IE vengono considerati dal Regolamento REACH come sostanze che causano una "preoccupazione equivalente" ai classici CMR. I motivi di preoccupazione, già ricordati, posso essere così riassunti:

- la molteplicità delle strutture chimiche e dei modi e meccanismi di azione da cui consegue la possibilità di indurre uno spettro di effetti avversi la cui conoscenza è tuttora incompleta;
- la diffusa esposizione, la cui sorveglianza è resa maggiormente complessa dalla capacità di persistenza e bioaccumulo di diversi gruppi di IE (ad. es, policlorobifenili, ritardanti di fiamma bromurati, composti perfluorati): questo comporta la esposizione combinata attraverso la dieta e l'ambiente a diversi IE con effetti additivi e/o sinergici;
- la difficoltà di valutare correttamente il rischio per gli effetti a lungo termine in seguito ad esposizioni precoci (in utero o durante le fasi dello sviluppo) sui tessuti endocrino-dipendenti e di conseguenza sulle patologie cronico-degenerative su base endocrina quali quelle metaboliche, del sistema riproduttivo e del sistema nervoso nonché sulla maggiore suscettibilità agli eventi tumorali e alle disfunzioni del sistema immunitario.

Recentemente, considerando le malattie umane nelle quali gli IE hanno un ruolo dimostrato da molteplici studi sperimentali e/o epidemiologici, si è calcolato che in Europa si potrebbero risparmiare decine di miliardi di euro per anno se le legislazioni comunitarie e nazionali promuovessero la prevenzione dell'esposizione agli IE associati a patologie quali i disordini riproduttivi femminili e maschili legati al rischio di infertilità, alle anomalie congenite del sistema riproduttivo (ad es., ipospadia e criptorchidismo), ai tumori della prostata, della mammella e dei testicoli, ai disturbi dello sviluppo neuro-comportamentale e cognitivo (tra cui anche forme di autismo) ed anche ai disordini metabolici come l'obesità e il diabete di tipo II (14). Tale approccio però tiene conto principalmente di alcuni gruppi di IE molto studiati come alcune categorie di pesticidi o gli ftalati, o anche di singole sostanze come il BPA, mentre per molte altre sostanze chimiche i dati tossicologici sono limitati. Almeno alcune di que-

ste sostanze tuttora poco studiate, possono essere IE.

Un aspetto innegabilmente problematico è l'utilità di alcuni IE come i già citati ftalati e BPA, che si usano come additivi nelle plastiche, compresi molti materiali a contatto con gli alimenti, o come diversi pesticidi che hanno effetti endocrini (per es., triazoli e dicarbossimidi) ma che svolgono un ruolo molto importante per la difesa delle coltivazioni. In questi casi, più che il divieto di utilizzo può essere appropriata la sostituzione con sostanze chimiche equivalenti con un migliore profilo tossicologico. Il rischio è che in nome del principio di precauzione si sostituiscano sostanze con un profilo tossicologico "allarmante" con sostanze non adeguatamente studiate che potrebbero creare a posteriori problemi di sicurezza ugualmente preoccupanti. Il Regolamento REACH, sostiene l'obbligo di sostituzione dei composti pericolosi con alternative più sicure quando disponibili (il "*principio di sostituzione*"), un requisito essenziale per evitare di continuare ad accumulare sostanze chimiche dannose nel corpo umano e nell'ambiente. La questione dirimente è, quindi, sviluppare sistemi scientificamente validi per la reale ed affidabile applicazione di tale principio; particolare attenzione va data agli IE che presentano un alto volume di produzione ed un uso diffuso, caratteristiche che portano ad un'esposizione della popolazione generale attraverso alimenti e prodotti di consumo, come evidenziato, ad esempio, dai risultati di PREVIENI (8). Un recentissimo sforzo per mettere a punto una strategia scientifica per la sostituzione di IE è rappresentato dall'avvio del progetto LIFE EDESIA (4, 15): lo studio sviluppa un sistema integrato *in silico* (modelli informatici)/*in vitro* (linee cellulari umane) che valuti l'attività di interferenza endocrina delle sostanze selezionate come candidate per la sostituzione di BPA, DEHP e di parabeni, un gruppo di conservanti con potenziale attività estrogenica tuttora utilizzati nei prodotti per la cura personale e negli alimenti. Il progetto ambisce, pertanto, a sviluppare una strategia che dia solide informazioni sulla sicurezza di sostanze selezionate come possibili sostituti degli IE e nel contempo sia vantaggiosa in termini di costi e di tempi.

Considerazioni conclusive

Il consenso scientifico internazionale su una aggiornata valutazione degli IE porterà a nuove strategie per la tutela dell'ambiente, delle filiere alimentari e della salute della generazione presente e di quelle future. È importante, tuttavia, non limitare la propria visione alla ristretta cerchia dei paesi "industrializzati": in molte società con economie emergenti, la crescita produttiva agricola ed industriale con regole e controlli insufficienti (o insufficientemente attuati) può dare luogo a situazioni espositive anche impressionanti, molto più intense di quelle osservabili in Europa. A questo proposito, sono di particolare interesse le situazioni di contaminazione ambientale ed alimentare in Africa, esaminate in un documento elaborato da ricercatori dell'Istituto Superiore di Sanità, del Camerun e della Nigeria (16).

Dal punto di vista etico, la ricerca sugli IE ha un ruolo e un interesse che vanno oltre quello scientifico: entrano in gioco la diversa suscettibilità legata all'età ed al genere, ma anche allo status socioeconomico (che condiziona la qualità

degli alimenti, del lavoro, dell'ambiente di vita), nonché la necessità di disciplinare produzione, distribuzione e consumo di sostanze, talora utili allo sviluppo materiale (ad es., numerosi pesticidi) anche usando il principio di precauzione in modo coerente: gli IE rappresentano un interessante esempio per l'estensione all'ambito salute del concetto di sviluppo sostenibile (17), attraverso la specifica attenzione verso la tutela della salute delle nuove generazioni. In particolare, lo sviluppo del "principio di sostituzione" (un aspetto, come abbiamo visto, critico per gli IE) è un modello paradigmatico della complessità delle questioni che si pongono a chi (ricercatore, valutatore, gestore del rischio) si occupa di sicurezza dei prodotti chimici. Accanto al valore prioritario della tutela della salute è infatti necessario affrontare problemi di ordine legale e socio-economico, quali la tutela di attività produttive (e del tessuto sociale che da queste dipendono) e la coerenza e continuità fra le azioni in campo regolamentatorio. La missione dei valutatori del rischio (*Risk Assessors*) è l'uso delle conoscenze scientifiche per raccomandare in modo chiaro e trasparente ai gestori del rischio (*Risk Managers*) azioni e obiettivi per proteggere la salute dei cittadini, delle generazioni a venire e delle componenti del loro ambiente di vita (alimenti, prodotti di consumo, materiali di abitazione, etc.).

L'Italia è obiettivamente ancora in ritardo sul problema "IE" rispetto ad altri grandi paesi europei e non, sia sul piano delle risorse che sulle iniziative, nonostante l'impegno di alcuni gruppi scientifici e la crescente attività istituzionale a seguito delle questioni poste dal programma REACH e dagli sviluppi della sicurezza degli alimenti. Gli IE sono una grande questione di valutazione del rischio, tuttora con aspetti emergenti, che richiede un approccio nazionale complessivo, identificando le priorità italiane (2). Affrontare seriamente il problema IE può essere un'occasione per riportare l'attenzione alla prevenzione primaria, per ridurre i costi sociali delle tante e diffuse patologie su base endocrina e per sviluppare un modello di prevenzione traslazionale che instauri un circolo virtuoso fra ricerca, innovazione, valutazione ed intervento.

Bibliografia

1. Istituto Superiore di Sanità. Area tematica dedicata agli Interferenti Endocrini <http://www.iss.it/inte>
2. Comitato Nazionale Biosicurezza, Biotecnologie e Scienze della vita. Proposta di Piattaforma Ambiente e Salute. Priorità e obiettivi per la valutazione e gestione del rischio per la salute umana e la qualità ambientale da esposizione a Interferenti Endocrini, 2010. http://www.governo.it/biotecnologie/documenti/Documento_Interferenti_Endocrini3.pdf
3. Parlamento europeo (2009-14). Relazione sulla protezione della salute pubblica dagli interferenti endocrini (2012/2066(INI). <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=..//EP//NONSGML+REPORT+A7-2013-0027+0+DOC+PDF+V0//IT>. Commissione per l'ambiente, la sanità pubblica e la sicurezza alimentare. Relatore: Åsa Westlund
4. Lorenzetti S, Mantovani A. *Il principio di sostituzione per gli interferenti endocrini: il progetto europeo LIFE-EDESIA*. Il Cesalpino. 2014; 37:37-40.
5. Lorenzetti S, Altieri I, Arabi S, Balduzzi D, Bechi N, Cordelli E, Galli C, Ietta F,

- Modina SC, Narciso L, Pacchierotti F, Villani P, Galli A, Lazzari G Luciano AM, Paulesu L, Spanò M, Mantovani A. *Innovative non-animal testing strategies for reproductive toxicology: the contribution of Italian partners within the EU project ReProTect*. Ann Ist Super Sanità 2011; 47(4):429-443.
6. Lorenzetti S, Marcoccia D, Narciso L, Mantovani A. (2010) *Cell viability and PSA secretion assays in LNCaP cells: a tiered in vitro approach to screen chemicals with a prostate-mediated effect on male reproduction within the ReProTect project*. Reprod Toxicol. 30(1): 25-35.
 7. La Rocca C, Mantovani A. *Gli interferenti endocrini: dagli studi tossicologici alla caratterizzazione di biomarker*. Epidemiol Prev 33(3): 59-63.
 8. La Rocca C, Tait S, Guerranti C, Busam L, Ciardo F, Bergamasco B, Stecca L, Perra G Mancini FR, Marci R, Bordi G Caserta D, Focardi S, Moscarim M, Mantovani A. *Exposure to endocrine disrupters and nuclear receptors gene expression in infertile and fertile women from different Italian areas*. International Journal of Environmental Research and Public Health 2014 11, 10146-10164.
 9. LIFE PERSUPLDED *Phthalates and bisphenol A biomonitoring in Italian mother-child pairs: link between exposure and juvenile diseases* - LIFE13 ENV/IT/000482, <http://www.wiss.it/lifp>.
 10. Latini G Ferri M, Chiellini F. *Materials degradation in PVC medical devices, DENP leaching and neonatal outcomes*. Curr Med Chem 2010; 17: 2979-89.
 11. European Food Safety Authority. *Identification of pesticides to be included in cumulative assessment groups on the basis of their toxicological profile*. EFSA Journal 2013; 11(7):3293 [131 pp.].
 12. Maranghi F, Baldi F, Mantovani A. (ed.) *Sicurezza alimentare e salute dell'infanzia*. Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2005. Rapporti ISTISAN 05/35.
 13. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Istituto Superiore di Sanità. *Conosci, riduci, previeni gli interferenti endocrini. Un decalogo per il cittadino*. Roma, 2012. http://www.iss.it/binary/inte/cont/Decaiogo_MODIFICATO_130320_14_finale.pdf
 14. "Estimating Burden and Disease Costs of Exposure to Endocrine-Disrupting Chemicals in the European Union" The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 2015 <http://press.endocrine.org/doi/10.1210/jc.2014-4324>.
 15. LIFE EDESIA. *Endocrine Disrupters Evaluation and Substitution for Industrial Applications*. [Http://www.iss.it/life](http://www.iss.it/life)
 16. Frazzoli C, Asongalem BA, Orisakwe OB (Ed.). "Cameroon-Nigeria-Italy scientific cooperation: veterinary public health and sustainable food safety to promote "one health" prevention". 2012. Rapporti ISTISAN 12/49.
 17. Frazzoli C., Petrini C., Mantovani A. (2009) *Sustainable development and next generation's health: a long-term perspective about the consequences of today's activities for food safety*. Annali Ist. Sup. Sanità 45 (1): 65-75.

AGRICOLTURA E AMBIENTE

Norme europee per un'agricoltura sostenibile

Paolo Scipio

Negli ultimi decenni il rapporto Agricoltura-Ambiente è stato oggetto di doverosa attenzione da parte dell'Unione Europea al fine di far emergere quegli interessi comuni che l'**Agricoltura** (dalla sua con l'attività di produzione di beni alimentari attraverso lo sfruttamento del suolo) e l'**Ambiente** (con i suoi elementi-suolo, acqua, aria, flora e fauna che consentono la vita dell'uomo), condividono tra loro interagendo e assemblandosi, nell'interesse primario dell'uomo stesso e della sua salvaguardia.

L'utilizzazione agricola del territorio interessa la metà della superficie dell'Unione Europea e ciò è sufficiente a dimostrare l'importanza che l'attività agricola riveste per l'ambiente naturale. L'interazione, quindi, fra agricoltura e ambiente è profonda e la consapevolezza che la tutela dei due processi sia l'obiettivo prioritario della Comunità Europea, ha portato la stessa ad emanare regolamenti comunitari, fatti propri dagli stati membri, denominati Regolamenti Agroambientali o Misure Agroambientali.

L'introduzione nel panorama comunitario delle misure agroambientali risale alla metà degli anni ottanta (reg. n° 797/1985) e per la prima volta si introduce la nozione di "zone sensibili", dal punto di vista ambientale, e si prevede la facoltà per gli stati membri, di erogare un aiuto a favore degli agricoltori che si impegnino a conservare o migliorare la situazione ambientale di tali zone. Questi impegni dovevano prevedere la non intensificazione di produzione e la compatibilità della densità di bestiame con le esigenze ambientali specifiche della zona interessata. Successivamente questo regolamento fu modificato, prevedendo nei successivi un rafforzamento di aiuti in favore di agricoltori che dietro l'erogazione di un premio annuo per ettaro si impegnavano per un periodo vincolativo di cinque anni ad instaurare o mantenere pratiche di produzione agricola compatibili con le esigenze della protezione dell'ambiente. Quindi l'attenzione verso questo binomio, Agricoltura-Ambiente, va crescendo negli anni a seguire in ragione dell'aumentata sensibilità sociale sulla questione ambientale.

All'inizio degli anni novanta altri regolamenti comunitari, il 2092/1991, il 2078/1992 e il 2080/1992, riconoscono ed integrano le modalità di conduzione dei processi produttivi con sostegni per coloro che adottano tecnologie produttive a basso impatto ambientale. È in questo periodo che molti agricoltori, sollecitati da questi interventi, scelgono di modificare la propria forma di conduzione aziendale passando al regime di agricoltura biologica. In prospettiva ambientale, è biologica tutta quella agricoltura nella quale vengono adottate tecniche di coltivazione e di allevamento del bestiame, rispettose dei criteri specificati nei regolamenti comunitari. Le misure agroambientali sono state inserite tra gli interventi per lo sviluppo rurale, affidando alle regioni il compito di definirne i criteri di applicazione nell'ambito degli stessi piani. Queste misure agroambientali quindi, hanno rappresentato e rappresentano tutt'ora lo strumento operativo più importante adottato dall'Unione Europea per assicurare l'uso di risorse naturali, in alternativa a concimi e fitofarmaci, favorendo la

riduzione degli effetti negativi e l'adozione di pratiche e comportamenti sostenibili in funzione dell'ambiente.

Le stesse Misure continuano ad essere integrate e migliorate fino ai nostri giorni (vedi le nuove norme contenute nel Piano di Sviluppo Rurale per la programmazione 2007/2013) dove all'interno delle stesse si trovano norme di salvaguardia che tutelano gli interessi degli agricoltori e contestualmente l'interesse primario per la collettività vale a dire l'ambiente.

Questa attenzione ad agricoltura ed ambiente è altresì oggetto di interesse da parte di una serie di provvedimenti dell'Unione Europea (già intrapresi negli anni sessanta) che vanno sotto il nome di Politica Agricola Comune (PAC). L'attività agricola può contribuire a mantenere un ambiente sostenibile, ma può anche metterlo a rischio: la PAC ha un ruolo importante da svolgere nella ricerca di questo equilibrio, ruolo che sarà fondamentale negli anni a venire. L'agricoltura è chiamata a svolgere la funzione primaria di venire incontro alle esigenze dei cittadini per quanto riguarda l'alimentazione, nello stesso tempo salvaguardare l'ambiente ed assicurare agli agricoltori un tenore di vita dignitoso; la Politica Agricola Comune deve permettere e soddisfare questi obiettivi fondamentali. Essa si fonda principalmente su due pilastri, i pagamenti diretti, gli interventi di mercato e lo sviluppo rurale. Il primo riguarda il sostegno dei prezzi dei prodotti agricoli attraverso integrazione diretta dei redditi degli agricoltori e regimi di sostegno ai mercati, ed è il pilastro che assorbe, in percentuale, la maggior parte delle risorse. Il secondo riguarda invece le misure relative allo sviluppo rurale, e nel corso degli anni ha assunto un'importanza sempre maggiore. Le misure agroambientali costituiscono uno dei più rilevanti strumenti utilizzati nell'ambito della Politica Agricola Comune al fine di promuovere la tutela ambientale, pur coniugandola sempre con un'agricoltura sostenibile ed un'attenzione alla dignità di chi l'agricoltura la vive in prima persona.

I miglioramenti della Politica Agricola Comune sono stati nel corso degli anni la risposta al fine della ridefinizione del ruolo che l'agricoltura ha assunto negli ultimi tempi nella società, dopo che il forte impatto di questa attività sull'ambiente ha esercitato una presa di coscienza nell'uomo. Poiché l'attività agricola, come detto, coinvolge la gran parte del territorio dell'Unione Europea, è naturale che assuma un aspetto importantissimo sia con la funzione produttiva che con l'importante ruolo della salvaguardia dell'ambiente e della protezione del territorio. Conseguentemente se fino ad ora l'aspetto preminente era quello dell'aumento delle produzioni, d'ora in poi l'attenzione principale è volta ad una qualificazione dei cibi nel rispetto della salute dell'uomo e nella salvaguardia del territorio. È in questo verso che la politica agricola comune pone attenzione, sviluppando azioni che promuovono la produzione di alimenti salubri attraverso un'agricoltura sostenibile che non abbia impatti negativi sull'ambiente circostante e sull'ecosistema, così; oltre alla funzione prettamente produttiva, viene riconosciuto alla PAC l'importante ruolo di salvaguardia del territorio e di protezione del paesaggio. È doveroso infine fare un cenno sul Piano d'Azione Nazionale (PAN), istituito con decreto legislativo del 14 agosto 2012 n° 150, (attuazione di una direttiva della comunità europea) che "...definisce le misure per un uso sostenibile dei pesticidi, che sono prodotti fitosanitari come

definiti dall'art. 3..."al solo scopo di ridurre i rischi e gli impatti sulla salute umana, sull'ambiente e sulla biodiversità. I ministeri interessati da tale decreto sono il Ministero dell'Agricoltura, il Ministero dell'Ambiente e il Ministero della Salute, che avranno il compito, unitamente alle Regioni e Province Autonome, di mettere in pratica le norme contenute nel testo di legge. Gli obiettivi del PAN riguarderanno i seguenti settori: 1) La protezione degli utilizzatori dei prodotti fitosanitari e della popolazione interessata - 2) La tutela dei consumatori - 3) La salvaguardia dell'ambiente acquatico e delle acque potabili - 4) La conservazione della biodiversità e degli ecosistemi. La scadenza prossima prevista dal PAN è il 26 novembre 2015 e sarà da questa data il rilascio di nuove autorizzazioni all'acquisto ed utilizzo dei prodotti fitosanitari (patentino), come pure il rilascio di nuovi certificati per la vendita e per la consulenza e l'assoluto divieto di vendita agli utilizzatori non professionali di prodotti fitosanitari che non rechino in etichetta la dicitura "prodotto fitosanitario destinato agli utilizzatori non professionali". Dovrà comunque essere prevista una sorta di armonizzazione tra alcune disposizioni del PAN con i programmi di sviluppo rurale e i dispositivi della nuova politica agricola comune (PAC). Tutto questo viene fatto per insegnare che l'utilizzo dei prodotti fitosanitari, per le loro caratteristiche intrinseche, deve essere fatto con la massima attenzione onde evitare effetti deleteri sulla salute dell'uomo e sulla qualità dell'ambiente.

Vista la crescente richiesta da parte dei consumatori di prodotti agricoli ed agroalimentari più salubri, ed una sempre maggiore attenzione ad un ambiente circostante più sano, è lecito chiedersi: "... come possono, gli addetti ai lavori, aderire ai regolamenti succitati o avere delucidazioni sulla nuova PAC, al fine di raggiungere quell'obiettivo tanto auspicato dalla nostra società"? È molto semplice; Le Regioni hanno la facoltà di emettere dei bandi pubblici attraverso la programmazione dei piani di sviluppo rurale, le cui linee guida sono dettate dalla Comunità Europea, e ciascuno stato membro ha la facoltà di assumere impegni giuridici ed economici nei confronti di coloro che vogliono beneficiare degli stessi. È attraverso questi bandi pubblici che possono essere presentate domande di aiuto/pagamento, che avranno un loro iter istruttorio al termine del quale il beneficiario otterrà l'agevolazione prevista e nel contempo assumerà l'impegno pluriennale che la misura stessa prescelta prevede. La ricezione, l'istruttoria, il pagamento ed i controlli di tali richieste, sono competenze regionali le quali, attraverso gli organi periferici (Aree Decentrate dell'Agricoltura) esplicano tali attività in maniera capillare. Le richieste, di cui sopra, devono essere presentate agli organi regionali tramite operatori professionisti (Agronomi, Periti Agrari, Agrotecnici ecc.) che avranno l'onere di predisporre adeguata documentazione a corredo delle richieste stesse. Altre organizzazioni o associazioni che operano nel settore agricolo (Coldiretti, Confagricoltura, Confederazione Italiana Agricoltori ecc.) sono preposti a tutela degli utenti agricoli, per sostenerne gli interessi, garantire lo sviluppo dell'impresa agricola, incentivarne l'imprenditorialità, promuovere politiche per il sostegno e lo sviluppo della ricerca in agricoltura ecc.. Associazioni quindi al servizio del mondo agricolo che può ricevere dalle stesse tutte le indicazioni e le notizie necessarie affinché questo comparto rivesta il ruolo primario che da sempre lo ha contraddistinto nella società.

AGRICOLTURA SOSTENIBILE, ALIMENTAZIONE E SALUTE

Carlo Antellini, Emilio Guerrieri

Introduzione

La parola “sostenibilità” è probabilmente una delle più abusate negli ultimi tempi e come tale è stata accostata a qualunque attività dell’uomo, inclusa l’agricoltura. È quindi necessario chiarire cosa si intende per sostenibilità prima di vedere come questo concetto possa applicarsi all’agricoltura e quali riflessi abbia sull’alimentazione e sulla salute dell’uomo.

Viene definita “sostenibile” un’attività con ridotto o nullo impatto sull’ambiente in cui viene svolta, intendendo come “ambiente” l’insieme delle componenti viventi e non. Applicando alla lettera tale concetto, si può affermare che l’agricoltura non può essere assolutamente definita come un’attività sostenibile, piuttosto il contrario. Essa infatti semplifica su aree più o meno estese la diversità vegetale e quella degli organismi ad essa legati, interviene in modo più o meno massiccio sulla struttura del terreno, impiega sostanze (di sintesi o naturali) per la nutrizione e la protezione delle piante coltivate.

Nata nella notte dei tempi per “sfamare” l’uomo, riducendo i rischi correlati alla ricerca del cibo, l’agricoltura è diventata un’attività caratterizzante della nostra specie anche se oggi riveste soprattutto un carattere imprenditoriale e quindi con un fine che è la realizzazione di profitto.

Questa diversa “destinazione d’uso”, non ha però cambiato il suo rapporto con i numerosi parassiti di varia natura, quali virus, funghi, nematodi, acari ed insetti che hanno insidiato e decimato le produzioni agricole fin dalla sua nascita e contro i quali si è ingaggiata una lotta, tutt’ora in corso, senza apparente esclusione di colpi.

Tale lotta è pesantemente influenzata dagli effetti negativi legati alla urbanizzazione, alla produzione industriale ed ai trasporti che, con le loro abbondanti emissioni di anidride carbonica nell’atmosfera, stanno determinando una profonda alterazione del clima. È proprio per tale motivo che molti geologi definiscono la nostra era ANTROPOCENE, per sottolineare come mai prima d’ora una specie terrestre sia stata in grado di mutare l’ambiente in cui vive in modo tanto profondo e, in scala geologica, tanto rapidamente.

In questo scenario, senza l’avvento dei pesticidi, l’agricoltura come noi la conosciamo probabilmente non sarebbe sopravvissuta. E allora la domanda che dobbiamo porci non è “È possibile un’agricoltura sostenibile?” ma piuttosto “Come possiamo rendere l’agricoltura meno dannosa per l’ambiente e per la salute dell’uomo?”

A questa domanda apparentemente semplice cercheremo di dare delle risposte che non potranno essere esaustive ma che speriamo possano rappresentare degli spunti di riflessione nel lettore. Concentreremo le nostre riflessioni sulla difesa delle piante e quindi sull’uso dei pesticidi e sulle possibili alternative oggi disponibili.

Agricoltura tradizionale, Agricoltura biologica, Agricoltura integrata

Le definizioni di Agricoltura Tradizionale, Agricoltura Biologica e Agricoltura Integrata sono anch'esse generatrici di dubbi e confusione. In questa sezione indicheremo le caratteristiche principali di questi 3 modi diversi di affrontare la difesa dai parassiti.

Nell'Agricoltura Tradizionale o Convenzionale) la difesa dai parassiti era regolata proprio "dalla tradizione", ossia da una serie di regole tramandate di generazione in generazione e basate più sul calendario che sull'osservazione diretta. In altre parole l'intervento con pesticidi era calendarizzato in base alla coltura e al periodo dell'anno utilizzando in genere prodotti a largo spettro di azione indipendentemente dalla effettiva presenza o meno del parassita in campo. Questo tipo di agricoltura è andato via via scomparendo ed oggi è diventato illegale poiché dal 2014 il Ministero ha reso "obbligatoria" la difesa integrata, sulla base di disciplinari pubblicati annualmente dalle singole Regioni.

A seguito delle forti pressioni esercitate dall'opinione pubblica sui rischi per la salute dell'uomo connessi all'uso dei pesticidi, come alternativa all'agricoltura tradizionale è stata proposta l'agricoltura biologica. In questo approccio, la difesa delle colture avviene attraverso l'uso ed il potenziamento dell'antagonismo naturale. Tutti gli organismi dannosi delle piante coltivate hanno dei limitatori naturali che nella maggior parte dei casi appartengono al loro stesso gruppo di specie. E quindi troviamo che i più agguerriti ed efficaci antagonisti degli insetti dannosi alle colture sono anch'essi insetti, così come i più attivi antagonisti dei funghi patogeni delle colture sono anch'essi dei funghi. Un concetto, questo, che può estendersi a qualunque gruppo di organismi viventi, uomo incluso. L'introduzione di un antagonista naturale in un campo coltivato è oggi resa possibile dalla presenza di numero "biofabbriche" che invece di produrre pesticidi di sintesi, allevano e vendono insetti, funghi e batteri da utilizzare per il controllo dei parassiti delle piante. La ben nota coccinella "portafortuna", ad esempio, è un predatore efficientissimo di afidi o pidocchi delle piante e qualora ne avessimo bisogno, è possibile acquistarla come fosse un insetticida naturale.

Accanto al potenziamento degli antagonisti, pilastro della difesa in agricoltura biologica è la resistenza delle piante. La selezione di specie e varietà resistenti alle più comuni avversità è un'attività che è nata con l'agricoltura. Da sempre, per la riproduzione dei semi l'agricoltore ha scelto le piante più "belle", quelle più "sane", quelle più "produttive" ma spesso, la selezione per produttività ha sacrificato il carattere resistenza. Il miglioramento genetico delle piante coltivate ha subito negli ultimi 20 anni un'accelerazione incredibile legata allo sviluppo delle tecniche molecolari che sono culminate con la creazione delle piante geneticamente modificate. Se l'uso di queste piante sia "sostenibile" o meno è materia di accessissimo dibattito e di un capitolo in questo volume. Per quanto attiene alla difesa dai parassiti qui ricorderemo soltanto che tra le prime piante geneticamente modificate c'è stata una varietà di mais che sintetizzava una tossina batterica insetticida. In effetti, le specie selvatiche da cui derivano quelle coltivate si difendevano "naturalmente" dai loro parassiti per mezzo di geni di resistenza che con la selezione ad opera dell'uomo sono definitivamente scomparsi nelle varietà commerciali. Diverse specie di pomodoro, ad esempio,

sono oggi passate al setaccio proprio per recuperare quei geni di resistenza ed “introdurli” nelle varietà commerciali attraverso processi di selezione molecolare assistita (MAS). Tale approccio ha lo scopo di avere una varietà bella e resistente che richiede un minor numero di interventi di protezione.

Il binomio piante resistenti + antagonismo naturale garantisce in molti casi un efficiente controllo dei parassiti delle piante che risulta ancor maggiore se combinato con pratiche di natura agronomica. La scelta del periodo di semina, di trapianto (per le colture erbacee), di raccolta rappresentano uno strumento molto efficace per sfuggire all’attacco dei parassiti.

Perché gli equilibri creati durino il più a lungo possibile sono indispensabili alcuni accorgimenti di natura agronomica e colturale. Da alcuni operatori del settore un simile approccio alla difesa ed alla gestione agricola viene definito biodinamico. Più semplicemente esso può essere definito integrato, cioè in grado di utilizzare qualunque mezzo a basso impatto di cui disponiamo per il controllo dei parassiti. Si parla quindi di controllo, non eliminazione dei parassiti. Questo è un aspetto cruciale dell’agricoltura biologica e dell’agricoltura integrata che rendono l’agricoltore un protagonista attivo e non un semplice esecutore di trattamenti con pesticidi.

A tale proposito merita di essere citata una esperienza tuttora in corso realizzata in Kenya che ha permesso di risollevarsi dalla povertà decine e decine di piccoli coltivatori di mais, principale fonte di carboidrati in quelle popolazioni. I principali parassiti di questa pianta sono dei lepidotteri (farfalle) che attaccano prima le foglie e quindi il fusto della pianta scavando una galleria che porta a morte la pianta. L’unica alternativa all’uso dei pesticidi fino a pochi anni fa era l’uso di piante GM con i relativi problemi legati ai contratti piuttosto restrittivi che le ditte produttrici obbligano gli agricoltori a firmare. Avanguardistici studi di chimica ecologica hanno permesso di risolvere il problema in modo assolutamente naturale con una serie di benefici accessori. L’odore di una pianta leguminosa (*Desmodium*) seminata a file alternate con quelle di mais, disorienta le farfalle impedendo loro di deporre sulla pianta coltivata. Le farfalle disorientate sono però attratte da un’altra pianta (*Pennisetum*) che viene allo scopo utilizzata come bordura del campo di mais considerata. Tale bordura diventa poi un prezioso serbatoio di nemici naturali dei lepidotteri del mais che possono comunque svolgere la loro azione benefica di protezione. Con questo schema ecologico l’attacco dei lepidotteri sul mais risulta assolutamente trascurabile e quindi tale da non richiedere l’uso di pesticidi. La presenza della leguminosa nell’interfila ha però altri 2 effetti benefici per la coltura. Da un lato, garantisce un prezioso apporto di azoto di cui il mais è particolarmente bisognoso, dall’altro, con la sua presenza, impedisce fisicamente lo sviluppo di erbe infestanti (es. Striga) particolarmente invasive. Il risultato, in termini di riduzione di input chimici e soprattutto di riduzione di acqua (necessaria per i trattamenti) durante l’intero ciclo colturale sono stati e sono tuttora stupefacenti.

Cosa c’è dietro un’esperienza del genere e cosa si può fare per estendere ad altre colture questa esperienza?

Innanzitutto è bene tener presente che nell’agricoltura che fa reddito (e quindi anche estensiva) non tutti i parassiti possono essere controllati efficacemente

(anche da un punto di vista economico) in modo biologico. Ed allora il ricorso ai pesticidi diventa necessario, anzi obbligatorio per salvare la produzione. Come detto nell'introduzione, senza i pesticidi probabilmente l'agricoltura non sarebbe arrivata ai nostri giorni ed ancora oggi è possibile salvare ingenti quantità di produzione solo grazie all'uso di queste sostanze. E allora come conciliare ciò con la salute umana e dell'ambiente?

Così come in altri campi, anche in quello dei pesticidi sono stati fatti notevoli progressi. Per esempio, dal famigerato DDT ai moderni regolatori di crescita degli insetti utilizzati oggi sono state ridotte drasticamente le dosi di impiego aumentando in modo esponenziale la specificità. In altre parole, è oggi possibile scegliere dei prodotti che hanno un target molto specifico e che, se usati correttamente, consentono di mantenere dei livelli produttivi eccellenti sia in termini di quantità che di qualità. E allora a pieno diritto nell'agricoltura integrata possono e devono essere considerati anche i pesticidi come mezzo di controllo anche se a loro ricorremo solo quando non abbiamo valide alternative.

Più che di uso sostenibile (I) potremmo perciò parlare di uso oculato dei pesticidi (ed in quest'ottica potrebbero essere considerate anche le piante geneticamente modificate) per ridurre al minimo i danni sulla salute dell'uomo e sull'ambiente. È bene ricordare che tutti i prodotti utilizzabili in agricoltura sono registrati solo dopo severissimi test che ne definiscono i modi ed i termini d'uso, particolarmente per quanto attiene ai tempi di carenza, ossia i giorni che devono passare fra l'ultima applicazione e la raccolta.

Le sfide dell'Agricoltura

Abbiamo accennato precedentemente al drammatico effetto che i cambiamenti climatici stanno avendo sulla nostra agricoltura. Riferendoci al nostro Paese, l'anomala distribuzione delle acque (piogge) nel corso dell'anno, l'innalzamento delle temperature invernali e l'abbassamento di quelle estive sono tutte condizioni estremamente favorevoli allo sviluppo ed alla diffusione dei parassiti. La globalizzazione ed il libero commercio di materiale vegetale aggiunge un ulteriore elemento che consente a specie esotiche di "entrare" e diffondersi. Al loro arrivo tali parassiti non trovano antagonisti naturali in grado di contrastarli e spesso assistiamo a vere e proprie catastrofi produttive.

Come possiamo difenderci da tutto questo?

È possibile individuare 3 livelli del problema: le conoscenze, la divulgazione, i costi.

Le conoscenze: l'esperienza del Kenia ha alla base anni di sperimentazioni e di studio delle sostanze chimiche che sono alla base di questa attrazione-repulsione degli insetti (push and pull), sia di quelli cattivi (parassiti) che di quelli buoni (antagonisti, impollinatori). Nel nostro Paese la ricerca in agricoltura non sembra essere tra quelle considerate prioritarie nonostante che a livello europeo, nei programmi di finanziamento, essa occupi un ruolo di primo piano (Horizon 2020). I fondi destinati alla ricerca sono andati negli anni riducendosi nonostante dichiarazioni sulla sua importanza come volano di sviluppo. Senza arrivare a concetti di macroeconomia, considerato l'enorme patrimonio che noi abbiamo in termini di biodiversità vegetale e considerata la natura dei nostri ter-

reni “naturalmente” predisposti all’agricoltura per la loro fertilità, sembra incredibile che non ci si accorga di come investimenti in questo settore avrebbero ritorni immediati e duraturi.

La generazione di nuove conoscenze, che ha spinto l’uomo fino all’esplorazione di pianeti lontani, deve però essere fruibile e la divulgazione è un altro punto critico del processo di costruzione di una catena virtuosa. Spesso, alcune conoscenze nel campo della chimica ecologica applicata alla difesa delle colture rimangono nei laboratori (o, al più, pubblicati su riviste prestigiose) mancando l’anello di collegamento tra il mondo della ricerca ed il mondo agricolo.

Infine, ma non ultimo, il costo delle produzioni a basso impatto ambientale. Utilizzare mezzi alternativi ai comuni pesticidi di sintesi è più costoso sia in termini di tempo lavorativo che di costi effettivi e tale differenza si riflette sul costo finale del prodotto.

Quali soluzioni possono essere attuate? Certamente non è possibile influire sulle politiche dei nostri governi ma forse sarebbe necessario che l’ambiente medico sottolinei l’importanza del cibo sano quale mezzo principale per prevenire e curare le malattie. Quanto alla divulgazione è questo un antico problema al quale si sta cercando (soprattutto a livello regionale) di porre rimedio attraverso il coinvolgimento degli operatori del settore nei programmi di ricerca e sviluppo (sulla scia dei progetti europei che ormai richiedono la costante ed attiva presenza delle SME). Infine i costi delle produzioni “a basso impatto”. Come detto, l’applicazione di metodi di difesa delle produzioni a basso impatto ambientale comporta costi maggiori. Questi costi potrebbero essere ridotti, in prima battuta, mediante incentivi alla produzione, ma anche riducendo il numero di passaggi che si compiono per portare il prodotto al consumatore. In quest’ottica i gruppi di acquisto, le filiere a chilometro zero ed i mercati locali dovrebbero essere sempre più diffusi e supportati. Tali cambiamenti possono e devono essere realizzati a partire da una sempre maggiore collaborazione tra il settore medico ed il settore agricolo propriamente detti perché la nostra salute dipende da ciò che mangiamo.

IL CASO OGM

Roberto Defez

Sono trascorsi centocinquanta anni da quando Gregorio Mendel delineava i fondamenti della Genetica ed apriva una strada che a partire dalla scoperta della doppia elica del DNA nel 1953 è diventata una storia di grandissimo sviluppo, innovazione ed apertura di nuove frontiere in differenti campi. Ma proprio sul fronte della genetica vegetale si scatenata una guerra psicologica e mediatica che, prescindendo da qualunque dato scientifico riproducibile, ha demonizzato le piante geneticamente migliorate, i cosiddetti OGM.

Per dare una dimensione della vera e propria fobia che avvolge e stritola la tematica degli OGM quasi fosse un boa constrictor, basti osservare come tale tematica viene gestita a livello europeo. Il dossier OGM, trattando di piante geneticamente migliorate mediante l'aggiunta di uno o pochi geni in piante coltivate, è un tema che spetta di diritto alla Direzione Generale Agricoltura. Ma questa, incapace di gestire le tensione (le contraddizioni ed anche gli inganni sottesi) sul tema, trasferisce il dossier alla Direzione Generale Sanità. Da questa migra poi alla DG Ambiente ed ultimamente a discutere dell'approvazione di piante OGM è stata la DG Affari Sociali. Ma non basta. L'Europa sta per spaccarsi sul tema degli OGM. L'Europa, cresciuta attorno al tema della politica agricola comune (PAC) e che spende il 42% del budget per sovvenzioni all'agricoltura, sta per alzare bandiera bianca sugli OGM e restituire ai singoli stati nazionali la libertà di consentire o vietare la coltivazione di vari OGM. Finora i dossier per chiedere di coltivare o importare OGM venivano inviati e valutati dall'EFSA, l'Agenzia Europea per la Sicurezza Alimentare, con sede a Parma. Immancabilmente alle valutazioni scientifiche positive su alcuni OGM adatti, secondo EFSA, alla coltivazione in Europa seguivano ritardi, intralci procedurali, sovrapposizioni di decisori, richieste dilatorie di ulteriori approfondimenti, voti politici a livello di Ministri che hanno fino ad oggi consentito la coltivazione di una sola pianta OGM in Europa: il mais Bt, attorno a cui ruota tutta la polemica sull'uso degli OGM in Europa. Tale pianta autorizzata alla coltivazione dal 1998 in tutta Europa fornisce notevoli soddisfazioni agli agricoltori spagnoli ed è la pianta che i due coltivatori friulani, Silvano Dalla Libera e Giorgio Fidenato, hanno legalmente coltivato nel 2013 senza causare problemi di sorta, anzi evitando l'uso di insetticidi e producendo un mais più sicuro per il consumo umano del mais tradizionale o biologico. Ma questi aspetti saranno trattati più avanti.

Dicevamo che l'EFSA aveva dato parere favorevole alla coltivazione di molte piante OGM, ma solo il mais Bt ha ottenuto tale autorizzazione (politica) nel 1998, così tanto tempo fa che in questo 2015 scade il brevetto sull'utilizzo di tale pianta ingegnerizzata. Ma perlomeno una volta adottata, la decisione era valida in tutti gli Stati dell'Unione, ma ora questa centralizzazione delle politiche sta per frammentarsi e potrebbero essere solo l'inizio di un processo di progressivo indebolimento della già fragile Unione Europea, con tutti i rischi che questa ripresa degli egoismi ed individualismi può significare in un momento

di gravi tensioni anche militari alle frontiere di vari stati membri. Ma mentre i Ministri comunitari bloccano sistematicamente l'autorizzazione alla coltivazione di piante OGM, non hanno nessuna obiezione quando dall'EFSA gli arriva un parere favorevole all'importazione di differenti tipi di OGM. In questo momento l'Europa importa 46 diversi tipi di OGM, molti dei quali autorizzati anche per il consumo umano. Mai la polemica ha riguardato queste importazioni, mai il parlamento Europeo o quello italiano (totalmente ostile agli OGM) hanno mai obbiettato sulle importazioni di milioni di tonnellate di OGM. **La sola Italia consuma ogni giorno 10.000 tonnellate di soia OGM senza alcuno scandalo e senza che nessuno sollevi problemi di sicurezza sanitaria** o ambientale. Senza neanche che venga imposta una etichettatura agli alimenti derivati da animali nutriti con OGM. Se tale etichetta, dovuta per onestà e trasparenza ai consumatori, fosse applicata forse gran parte della polemica sugli OGM crollerebbe. In pratica si può prevedere che l'intero reparto refrigerato dei supermercati sarebbe preceduto da una gigantesca scritta. Di qui in poi tutto OGM. Perché, e sono parole del Ministero dell'Agricoltura italiano da sempre accanitamente ostile agli OGM in linea con i dettami dell'organizzazione privata Coldiretti, l'intera zootecnia italiana andrebbe al collasso se non potesse più usare mangimi OGM. Si deve quindi capire che:

Da quasi vent'anni ci alimentiamo di derivati di animali nutriti con OGM Latte, yogurt, carni, salumi, formaggi, prosciutti anche dei più prestigiosi Consorzi di tutela derivano da animali nutriti con OGM

Le vacche italiane si sono alimentate con OGM ed hanno procreato usando gli stessi mangimi andando avanti in questo ciclo per 9 successive generazioni. Nessun organismo sanitario o veterinario europeo ha registrato alcun problema derivante dal consumo di OGM.

Tutte le organizzazioni sanitarie nazionali ed internazionali hanno consapevolmente autorizzato la sostituzione di alimenti e prodotti tradizionali con gli analoghi derivanti da OGM.

Tantissimi alimenti che usano proteine di soia, olio di soia o di colza possono derivare da OGM e il tutto è assolutamente lecito in quanto un'etichetta che indichi che quell'alimento deriva da OGM deve essere applicata solo se la percentuale supera lo 0,9%. Ma per i tantissimi alimenti che mescolano ingredienti diversi le proteine o l'olio derivante da un OGM è estratto dall'ingrediente e quindi il DNA viene quasi a scomparire. Le analisi vengono condotte cercando proprio il DNA e così non vi sarebbe alcuna frode ad usare proteine da soia OGM o olio di colza OGM anche in alimenti che non vengono etichettati come OGM.

Lo stesso cotone idrofilo con cui ci asciugiamo le ferite o di cui sono fatti i cerotti è mediamente per il 70% OGM.

Tale cotone OGM non ha causato alcun problema sanitario a livello globale e quindi è come se avessimo condotto con pieno successo uno skin test a livello planetario riscontrando l'assenza di reazioni allergiche al cotone OGM.

Gli OGM sono quindi nella realtà parte integrante ed indispensabile di un pro-

dotto tipico italiano. Sono la base dell'alimentazione degli animali che produrranno gli alimenti che poi, esportati in tutto il mondo, costituiscono il vanto del Made in Italy agroalimentare. Ma anche la moda italiana non sfugge a tale descrizione quando utilizza tessuti a base di cotone.

Il paradosso autolesionistico è che possiamo consumare OGM, possiamo vestirci di OGM e ci possiamo curare con OGM, ma non possiamo produrli. Se un mais Bt viene fatto in Brasile a Cuba o in Spagna lo possiamo importare e consumare, ma spaventosi ostacoli (e processi penali) insorgono quando i nostri agricoltori vorrebbero produrre sui terreni di loro proprietà lo stesso mais Bt che trovano nei mangimi che acquistano anche nei consorzi agrari legati a quella Coldiretti che tanto osteggia la coltivazione degli OGM. Davvero un paradosso questo in cui una organizzazione che dovrebbe tutelare gli agricoltori italiani, vende prodotti agricoli OGM fatti da agricoltori esteri in danno di quelli nazionali.

Dicevamo del fatto che l'intera polemica ruota attorno alla sola coltivazione di una sola pianta OGM: il mais Bt. Questo mais ha ricevuto lo stesso gene contenuto nel cotone OGM di tipo Bt, quindi lo stesso che quando si trova in cotone non ci causa problemi anche se posto a contatto con le nostre ferite.

Tale mais Bt evita lo spargimento di due cicli di insetticidi necessari a produrre un mais che non venga (troppo) aggredito dal suo parassita più classico, la piralide (*Ostrinia nubilalis*). Gli attacchi di piralide sono particolarmente frequenti in pianura padana e il danno non si limita alla perdita di parte del raccolto. Il vero problema insorge perché nelle ferite procurate dalle larve del parassita si insediano funghi del tipo *Fusarium* che rilasciano dei pericolosi prodotti del loro metabolismo secondario: le fumonisine. Queste micotossine sono probabili cause della maggiore frequenza di tumori esofagei e di malformazioni congenite derivanti da carenza di acido folico. Difatti è noto che le fumonisine impediscono l'assorbimento di questa vitamina (somministrata in Italia a tutte le gestanti dal mese prima dell'inizio della gravidanza a tutto il primo mese di gravidanza) causando difetti del tubo neurale durante le prime fasi dello sviluppo che vanno dalla palatoschisi alla spina bifida ed oltre.

Secondo il regolamento europeo 1126 del primo ottobre 2007, il tenore massimo di fumonisine che possono essere presenti nel mais appena raccolto non può superare le 4000 parti per miliardo se tale mais è destinato al consumo umano. Nel 2012 il 52 per cento del mais italiano e nel 2013 il 62 per cento del nostro mais superava tale limite e quindi non era utilizzabile per il consumo umano.

Si deve poi ricordare che il legislatore europeo ha fissato due ulteriori soglie per il mais pulito e pronto per il consumo umano diretto: 1000 parti per miliardo per il consumo degli adulti e 200 parti per miliardo se tale mais è destinato a bambini. O forse, utilizzando le parole preoccupate del Consiglio Superiore della Sanità (<http://www.salmon.org/comunicato-capanna-consiglio-superiore-sanita/>), andrebbero “per verificare lo stato di esposizione della popolazione alle fumonisine, con particolare riguardo a fasce sensibili di popolazione che possono presentare un maggiore fattore di rischio come i soggetti celiaci o i bambini”.

Un paio di considerazioni agronomiche sono necessarie a questo punto. La

prima riguarda il fatto che la piralide, e quindi le infezioni di Fusarium, colpiscono quasi solo la fascia Sud dell'Europa (Spagna, Francia del Sud e Nord Italia), quindi inutile cercare complicità nelle agricolture del Nord Europa, che non vengono aggredite dallo stesso parassita. Solo questi Paesi hanno bisogno di coltivare le varietà di mais Bt che, annullando quasi gli attacchi di piralide, sono capaci di ridurre tra le tre e le dieci volte il tenore di fumonisine nel mais. La seconda considerazione è che oggi nei Paesi sviluppati il mais viene raccolto da macchine mietitrebbia. Una volta veniva raccolto a mano ed una volta spighe marcie o ammuffite potevano essere scartate a mano, ora non più. Abbiamo quindi di fronte due possibili modelli di agricoltura: una meccanizzata, efficiente, imprenditoriale e redditizia. Una seconda vecchia, contadina, fatta di tanto lavoro manuale che nessun italiano vuole più fare.

Da un lato le macchine (e con loro un campo tutto integro, con tutti frutti o spighe pulite e non ammuffite) dall'altro un'agricoltura che si basa sui braccianti e su rapporti di lavoro quasi medioevali. Non decidere a quale modello ispirarsi sta già causando la scomparsa di decine di migliaia di aziende agricole ogni anno e queste sono scelte da cui poi non è facile tornare indietro.

Non decidere fa la fortuna delle multinazionali estere (sia quelle sementiere statunitensi, sia quelle europee dell'agrochimica) che possono spadroneggiare con pesticidi e semi vecchi, i non-OGM ossia modelli antiquati ed inefficienti che solo noi acquistiamo, senza che agricoltori e scienziati possano porre argine a questa ritirata di massa dell'intera agricoltura nazionale.

Vediamo ora che risultati positivi ha finora raggiunto la coltivazione di OGM nel mondo.

- a. secondo l'associazione dell'agricoltura biologica statunitense grazie alla coltivazione di mais e cotone Bt si è evitato in 16 anni lo spargimento di 56mila tonnellate di insetticidi senza ridurre le rese per ettaro, senza abbassare la qualità, anzi elevandola e senza aumentare il prezzo finale per il consumatore o erodere tasse dai fondi pubblici come avviene per i sovvenzionamenti concessi all'agricoltura biologica.
- b. Grazie all'utilizzo della tecnica no-tilling ossia la semina su sodo, si è evitata l'aratura di parte dei terreni destinati alla coltivazione delle piante OGM tolleranti agli erbicidi. Questa tecnica consente di seminare senza arare perché si può applicare direttamente l'erbicida solo su piante che ne tollerano la presenza.

Non arare i suoli evita che l'anidride carbonica sequestrata nei suoli venga liberata in atmosfera. Non arando una frazione di suoli destinati alla coltivazione di questo tipo di OGM, si sono risparmiate le emissioni di gas ad effetto serra equivalenti alle emissioni che liberano 11,9 milioni di autovetture che percorrono ognuna 15 mila chilometri. Tutto questo risparmio della nostra impronta ambientale relativo ad un solo anno solare, ossia ogni anno che coltiviamo senza arare alcuni suoli risparmiamo un simile ammontare di gas serra.

- c. Il numero di vite umane salvate non è calcolabile, ma ammonta di certo a decine di migliaia. Per averne una vaga percezione va ricordato che nei Paesi meno sviluppati lo spargimento di insetticidi avviene a mano median-

te una pompa con una tanica che gli agricoltori trasportano tipo zaino sulla schiena. Se prendiamo l'esempio dei coltivatori di cotone indiani, questi spruzzano anche tre volte la settimana insetticidi tossici per i parassiti del cotone come e quanto per gli esseri umani. Se invece di assecondare i comizi destituiti di qualunque fondamento scientifico dell'attivista indiana Vandana Shiva (inoltre anche nominata ambasciatrice di EXPO), su queste tematiche, utilizzassimo i dati delle organizzazioni governative indiane dei più prestigiosi giornali scientifici mondiali o delle organizzazioni internazionali più affidabili scopriremmo che l'incidenza dei suicidi dei contadini indiani è crollata in maniera spettacolare a mano che sono aumentati gli ettari coltivati in India con cotone OGM del tipo Bt. Il semplice dato che oggi in India il 95% dei coltivatori indiani ha scelto di coltivare cotone Bt dimostra:

- a. Il clamoroso successo di questa coltivazione che ha consentito di raddoppiare la resa per ettaro indiana in circa 12 anni salvando molte migliaia di vite umane ed arrestando la piaga secolare dei suicidi,
- b. il completo distacco dalla realtà dell'attivista indiana che confeziona dichiarazioni allarmanti ad esclusivo beneficio dei media nazionali nonostante che la sua figura come attivista e come scienziata abbiano trovato una planetaria sconfessione nell'agosto 2014 dopo una serie di articoli giornalistici del quotidiano Liberal statunitense New Yorker,
- c. le ragioni per cui l'introduzione delle coltivazioni OGM del tipo Bt in particolare sul cotone indiano abbiano consentito di ridurre del 40% l'uso di insetticidi mostrando così quanto gli interessi delle multinazionali biotech siano opposti a quelli delle multinazionali degli agrofarmaci e pesticidi.

Calando tutto questo nella realtà italiana il solo fatto che la coltivazione di mais Bt, l'unica pianta OGM coltivabile in Europa, eviterebbe due trattamenti con insetticidi e produrrebbe un mais più sicuro per il consumo umano perché meno inquinato da fumonisine dovrebbe permettere che almeno la sperimentazione di campo su terreni di volontari possa riprendere come è lungamente avvenuto in passato in Italia usando questo stesso mais Bt.

IL CITTADINO E LA SUA ALIMENTAZIONE

Agostino Macrì

Introduzione.

Anche se l'alimentazione è una necessità insostituibile, il nostro approccio al cibo varia sensibilmente in funzione di fattori fisiologici, culturali, etici, comportamentali, sociali, religiosi. La scelta del cibo è condizionata dalle risorse finanziarie delle singole persone ma anche dagli interessi economici dei produttori e dei distributori degli alimenti.

Ne deriva un complesso rapporto con il cibo; c'è chi vi si rivolge con assoluta fiducia e c'è chi invece è molto sospettoso facendo delle scelte accurate. Molti hanno addirittura paura di quello che mangiano.

La maggioranza delle persone è onnivora, ma ci sono molti vegetariani e vegani. Non sono poi rari i casi di una alimentazione eccessiva associata a scarso movimento fisico che sfociano in patologie alimentari vere e proprie, come l'obesità, a cui sono correlate serie malattie metaboliche (diabete ed alcuni tipi di tumori). Esistono infine delle malattie comportamentali quali la bulimia, l'anoressia, l'ortoressia, la drunkoressia che provocano sofferenze e gravi danni fisici ed invalidanti.

In generale il livello di conoscenza in materia di alimentazione da parte dei cittadini è molto modesta e spesso basata su opinioni preconcepite derivanti da conoscenze empiriche o da ideologie le cui basi scientifiche sono di dubbia solidità.

Ad aggravare il livello di disinformazione contribuiscono efficacemente i messaggi pubblicitari che hanno lo scopo prevalente di convincere i cittadini ad acquistare determinati prodotti piuttosto che altri; non di rado sono mendaci e qualche volta addirittura pericolosi per la salute.

Misure di prevenzione Pacchetto Igiene

Essendo l'alimentazione un argomento di interesse generale e di notevole ricaduta sulla salute dei cittadini, l'Unione Europea (UE) ha studiato a fondo i problemi che ne sono connessi. Sulla base di importanti valutazioni tecniche e scientifiche, nel corso degli anni ha emanato numerose norme finalizzate alla produzione ed immissione in commercio di alimenti sicuri sia da un punto di vista nutrizionale sia da quello igienico sanitario.

Nel 2002 l'impianto normativo comunitario in materia di sicurezza alimentare è stato ridisegnato con il Regolamento (CE) n. 178/2002 ("General Food Law"), che introduce il principio fondamentale di un approccio integrato di filiera: ciò comporta la responsabilizzazione di tutti gli operatori della filiera alimentare, dalla produzione agricola primaria alla distribuzione finale al consumatore, ristorazione compresa. Tale approccio è meglio conosciuto come "dal campo alla tavola".

Il complesso delle nuove norme è anche conosciuto come Pacchetto Igiene che comprende principalmente 4 testi legislativi ed in particolare:

1. il regolamento (CE) 853/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio sull'igiene dei prodotti alimentari

2. il regolamento (CE) 853/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio, che stabilisce norme specifiche in materia di igiene per gli alimenti di origine animal;
3. la direttiva 41/2004/CE del Parlamento europeo e del Consiglio che abroga alcune direttive recanti norme sull'igiene dei prodotti alimentari e le disposizioni sanitarie per la produzione e la commercializzazione di determinati prodotti di origine animale destinati al consumo umano e che modifica le direttive 89/662/CEE e 92/118/CEE del Consiglio e la decisione 95/408/CE del Consiglio
4. il regolamento (CE) 854/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio che stabilisce norme specifiche per l'organizzazione di controlli ufficiali sui prodotti di origine animale destinati al consumo umano; il regolamento (CE) 882/2004 del Parlamento europeo e del Consiglio relativo ai controlli ufficiali intesi a verificare la conformità alla normativa in materia di mangimi e di alimenti e alle norme sulla salute e sul benessere degli animali

Tra le novità più importanti della nuova legislazione Comunitaria si segnalano la tracciabilità degli alimenti, la valutazione dei rischi affidata all'Autorità Alimentare Europea, la responsabilità della sicurezza degli alimenti affidata direttamente ai produttori che hanno dovuto istituire dei sistemi di autocontrollo, il sistema di allerta comunitario, una diversa organizzazione delle attività di controllo pubblico. Si è trattato di una autentica rivoluzione che, di fatto, ha reso molto sicuri gli alimenti messi a disposizione dei cittadini della Unione Europea.

Informazioni ai consumatori.

La stessa UE, nonostante le iniziative intraprese, ha però capito che i cittadini non sono sufficientemente informati della qualità e della sicurezza del cibo anzi, al contrario, non si rendono conto dei pericoli cui possono andare incontro con un consumo sbagliato degli alimenti.

Proprio con lo scopo di fornire corrette informazioni ai consumatori è stato emanato il Regolamento 1169/2011.

Il principale obiettivo del Regolamento è di elevare il livello di tutela della salute umana dai potenziali pericoli derivanti dal consumo di alimenti, fornendo ai consumatori delle informazioni semplici, puntuali, complete, trasparenti e veritiere, tali da educarli ad una corretta gestione del cibo.

La norma in questione, nel rispetto sia della libera circolazione nell'UE di alimenti sani e sicuri sia della lealtà dello scambio commerciale, ha semplificato e armonizzato, in un unico testo contestualmente efficace in tutti gli Stati membri dell'UE tutte le norme preesistenti.

Il nuovo Regolamento non è solo un adeguamento legislativo finalizzato a soddisfare le aspettative emerse in sede comunitaria, ma rappresenta, di fatto, una vera e propria evoluzione culturale, ampliando il concetto di "sicurezza alimentare" alla "sicurezza nutrizionale". Tutto ciò è stato realizzato grazie a un maggiore coinvolgimento e responsabilizzazione degli attori della filiera alimentare e soprattutto fornendo delle informazioni ancor più chiare e comprensibili a tutti i consumatori.

L'etichetta è il mezzo d'informazione attraverso il quale un prodotto alimentare viene presentato, nella sua interezza, al potenziale consumatore. Rappresenta di fatto il primo incontro tra acquirente e venditore che, in caso di acquisto del bene, diventa un vero e proprio contratto. L'etichetta, è la carta d'identità del prodotto e non deve indurre in errore l'utilizzatore finale del bene sulle caratteristiche dell'alimento. Peraltro dal punto di vista degli Operatori del Settore Alimentare (OSA), l'etichettatura è un ottimo strumento di marketing attraverso il quale è possibile sponsorizzare i propri prodotti, valorizzandone le specifiche proprietà, caratteristiche e requisiti.

Molto importanti sono le indicazioni relative alla eventuale presenza di allergeni e del valore nutrizionale.

Per gli allergeni, non sono previsti particolari adempimenti quando l'alimento contiene nella sua denominazione di vendita un preciso riferimento all'allergene stesso (come ad esempio: cioccolato al latte). Se invece l'allergene o la sostanza da esso derivata, non è presente nella denominazione ma lo è tra gli ingredienti del prodotto, è obbligatorio indicarlo in etichetta inserendolo nell'elenco degli ingredienti oppure riportandolo in etichetta preceduto dalle diciture "contiene" o "può contenere" qualora l'elenco degli ingredienti non sia obbligatorio per l'alimento in questione.

L'allegato II del Regolamento riporta l'elenco completo delle sostanze o prodotti che provocano allergie o intolleranze.

Il Regolamento riguarda anche gli esercenti, i quali devono informare i propri clienti qualora negli alimenti distribuiti e/o serviti siano presenti eventuali sostanze responsabili di allergie e intolleranze alimentari.

In merito al valore nutrizionale il Regolamento prevede un unico modo di predisporre la dichiarazione. Dovrà contenere le seguenti indicazioni, possibilmente elencate nello stesso ordine: valore energetico (kJ e kcal), grassi (g) di cui acidi grassi saturi (g), carboidrati (g) di cui zuccheri (g), proteine (g) e sale (g). In particolare, nella nuova etichetta, scompare l'obbligo di indicare la fibra alimentare (facoltativa), il termine "sodio" è sostituito da "sale" e viene meno la possibilità di indicare il colesterolo presente nell'alimento poiché alcune informazioni sono diventate facoltative (acidi grassi monoinsaturi, acidi grassi polinsaturi, polioli polialcoli, amido, ecc.)

Per quanto concerne le modalità di presentazione delle informazioni, le nuove disposizioni confermano l'esigenza di riportare le informazioni obbligatorie e facoltative nello stesso "campo visivo". Inoltre dovranno essere presentate in formato tabulare, se lo spazio lo consente, altrimenti la dichiarazione potrà essere presentata in formato lineare.

Se in un alimento il valore energetico o la quantità di sostanze nutritive sono trascurabili, in etichetta è possibile sostituire le informazioni riguardanti questi elementi con una dicitura del tipo "*contiene quantità trascurabili di*", da riportare accanto alla dichiarazione nutrizionale.

Inoltre viene precisato che i valori dichiarati nell'etichetta devono essere i valori medi stabiliti sulla base delle analisi effettuate sull'alimento e realizzate dal produttore oppure dai calcoli realizzati a partire dai valori medi noti o effettivi relativi agli ingredienti utilizzati oppure dai calcoli realizzati a partire da dati

usualmente stabiliti e accettati.

In ogni caso i valori medi andranno rapportati a 100g o 100 ml di prodotto. Sono esenti dall'obbligo dell'etichettatura nutrizionale: i prodotti elencati nell'allegato V del Regolamento (in pratica le materie prime come la carne, la frutta e la verdura), i prodotti confezionati in contengono imballaggi la cui superficie è inferiore ai 10 cm² infine le bevande aventi contenuto alcolico superiori all'1,2% in volume.

Restando nell'ambito dell'etichettatura, nel nostro Paese viene attribuita grande importanza alla dichiarazione dell'origine degli alimenti con lo scopo di indurre i consumatori di acquistare prodotti "made in Italy". Va detto con molta chiarezza che si tratta di una legittima difesa delle produzioni nazionali, ma che da un punto di vista di sicurezza alimentare non ci sono differenze tra i prodotti di importazione e quelli italiani.

I pregiudizi.

Dopo aver chiarito che tutti gli alimenti in commercio debbono rispondere a criteri di sicurezza stabiliti dalla UE, non si può ignorare che sono molto diffusi dei pregiudizi in merito ad alcuni alimenti o categorie di alimenti.

Ne esamineremo alcuni.

Le carni di pollo sono ricche di estrogeni. È assolutamente falso sia perché è proibito l'impiego degli estrogeni in tutti gli animali da allevamento compresi i polli, sia perché non sarebbe economicamente vantaggioso farlo.

Gli Organismi Geneticamente Modificati sono pericolosi per la salute. Gli OGM finora autorizzati sono stati studiati seguendo delle linee guida predisposte da organismi scientifici internazionali. La valutazione dei dati sperimentali (nella UE) viene fatta dall'EFSA e soltanto se esiste un parere favorevole viene poi concessa l'autorizzazione al consumo alimentare.

Gli Alimenti Biologici sono più sicuri. Sono prodotti che si ottengono senza l'impiego di sostanze chimiche xenobiotiche (concimi, fitofarmaci, farmaci veterinari) e quindi sono privi di residui di queste sostanze. Gli alimenti biologici possono però essere contaminati come quelli convenzionali con sostanze chimiche naturali (es. micotossine) e da microrganismi responsabili di tossinfezioni alimentari. Non è quindi corretto dire che sono più sicuri, ma si può solo affermare che vengono prodotti con criteri rispettosi dell'ambiente.

La dieta mediterranea è salutare. Si dimentica spesso di dire che la dieta mediterranea deve essere considerata nel contesto di una vita contadina di persone che lavorano duramente nei campi con forte dispendio di energia. In tali condizioni è necessario il forte apporto calorico che possono dare i carboidrati. Seguendo la dieta mediterranea con lo stile di vita sedentario praticato dalla maggioranza della popolazione il rischio di andare incontro a sovrappeso e obesità elevato.

Conclusioni

Il livello di sicurezza attuale dei nostri alimenti è molto elevato grazie alle misure imposte dalle Autorità Sanitarie Comunitarie e taliane.

Il cittadino ha la possibilità di informarsi in modo adeguato sulle caratteristiche degli alimenti che consuma e quindi di fare delle scelte consapevoli.

Spesso però queste scelte sono “pilotate” dai messaggi pubblicitari che possono indurre a consumare quantità eccessive di alcuni cibi e quindi superare i livelli di alcuni nutrienti raccomandati giornalmente.

Un problema è rappresentato dalla gestione del cibo dal momento dell’acquisto, al trasporto, alla cottura ed alla conservazione; nei vari momenti si possono creare situazioni favorevoli alla produzione di sostanze chimiche pericolose e, soprattutto, allo sviluppo di microrganismi responsabili di tossinfezioni alimentari.

Per evitare problemi di salute quindi non è sufficiente garantire la sicurezza degli alimenti che vengono acquistati, ma è di fondamentale importanza la consapevolezza del ruolo dei consumatori nella gestione del cibo.

AUTORI

Dott. C. Antellini - Agronomo Presidente ALAB (Associazione Nazionale Agricoltura Biologica)
Dott.ssa E. Beccaloni - Dipartimento Ambiente - Istituto Superiore Sanità
Dott. A. Calenzo - Centro di Formazione e Studi - FORMEZ
Prof.ssa MS. Cattaruzza - Dipart. Sanità Pubblica e Malattie Infettive Univ. La Sapienza Roma
Dott.ssa G. Coccia - Dirigente di Ricerca - Istituto Nazionale di Statistica
Dott. R. Defez - Istituto Bioscienze e Biorisorse - CNR Napoli
Dott.ssa RM. Farnesi - Zoologa
Dott. S. Fuselli - Dipartimento Ambiente - Istituto Superiore Sanità
Dott.ssa A.M. Galanti - Primario Medicolegale INAIL
Dott.ssa P. Gentilini - International Society Development Environment - Italia
Prof. M. Grandolfo - già Direttore Lab. Fisica - Istituto Superiore Sanità
Prof. E. Guerrieri - Istituto Protezione Piante - CNR Napoli
Dott. L. Lucentini Istituto Superiore Sanità - Roma
Prof. Agostino Macrì - Ispezione Alimentare Università Campus Biomedico Roma
Prof. M. Manganaro - Malattie Infettive Univ. La Sapienza Roma
Dott. Alberto Mantovani - Dirigente di Ricerca - Istituto Superiore Sanità
Prof.ssa R. Murgia - Docente Chimica
P.I M. Orlandi - Sicurezza Ambiente Tyssen Krupp Terni
Dott. P. Scipio - Agronomo
Dr.ssa F. Vanni - Dipartimento Ambiente - Istituto Superiore Sanità

INDICE

Presentazione

Giovanni Paolo Coppola, Governatore 3

Prefazione

Naldo Anselmi, Delegato alla Presidenza del Centro Studi 4

Premessa - Introduzione al problema

M. Manganaro 5

I cambiamenti della patologia nell'ultimo secolo in Italia

G. Coccia - M.S. Cattaruzza 7

Il degrado ambientale e le sue conseguenze: allarme per la sopravvivenza del pianeta

R.M. Farnesi 12

Documentazione sull'ambiente:

a) Inquinamento dell'aria outdoor (esterna)

S. Fuselli 16

b) Acqua potabile e inquinamento

L. Lucentini 27

c) Inquinamento del suolo - Origini e possibili rimedi

M. Orlandi 35

d) Inquinamento del suolo - Le tutele

E. Beccaloni, F. Vanni 37

e) Campi elettromagnetici ambientali e salute

M. Grandolfo 40

f) Aspetti legislativi della tutela dell'ambiente

A. Calenzo 50

Agrofarmaci e salute pubblica

M. Manganaro 58

Luci e ombre nell'uso di agrofarmaci	
<i>R. Murgia</i>	60
Patologia tumorale da pesticidi nel lavoro agricolo	
<i>A. M. Galanti</i>	74
Esposizione a pesticidi e rischi per la salute umana	
<i>P. Gentilini</i>	78
Contaminanti e salute riproduttiva: valutare e ridurre i rischi da Interferenti endocrini	
<i>A. Mantovani</i>	89
Agricoltura e Ambiente	
<i>P. Scipio</i>	98
È possibile reimpostare il modo di fare agricoltura?	
a) Agricoltura sostenibile, Alimentazione e Salute	
<i>C. Antellini, E. Guerrieri</i>	101
b) Il caso OGM	
<i>R. Defez</i>	106
Il cittadino e la sua alimentazione	
<i>A. Macrì</i>	111
Autori	116

