LEGAMBIENTE

DOSSIER

STOP PESTICIDI

2022

ANALISI DEI RESIDUI DEI FITOFARMACI NEGLI ALIMENTI E BUONE PRATICHE AGRICOLE

LEGAMBIENTE

DOSSIER

STOP PESTICIDI 2022

ANALISI DEI RESIDUI DEI FITOFARMACI NEGLI ALIMENTI E BUONE PRATICHE AGRICOLE

A cura di

ANGELO GENTILI,
responsabile Legambiente agricoltura

CARLOTTA PRIORE,
ecotossicologa Legambiente agricoltura

MELANIA FARNESE,
ecotossicologa

LUCIA CULICCHI,
agronoma Legambiente agricoltura

MARGHERITA AMBROGETTI DAMIANI,
responsabile comunicazione Legambiente agricoltura

INDICE

PREMESSA PAG. 4

1. RESIDUI DI PESTICIDI NEGLI ALIMENTI PAG. 8
1.1 Residui di pesticidi negli alimenti in Italia
1.2 Multiresiduo in Italia
1.3 MIELE
1.4 PEPERONI
1.5 PERE
1.6 UVA E VINO
1.7 Come la filiera zootecnica biologica potrà contribuire alla riduzione dell'uso di pesticidi in Italia
1.8 Danni alla salute umana
1.9 Agricoltura biologica
1.10 Il biologico in difesa del suolo e della salute

2. PESTICIDI E AMBIENTE PAG. 29
2.1 Pesticidi nelle acque
2.2 Pesticidi di sintesi in agricoltura: monitorarli meglio e puntare alla loro graduale eliminazione
2.3 Ridurre i pesticidi per favorire la resilienza della biodiversità del suolo
2.4 Le api: problematiche e impiego di questi fondamentali bioindicatori
2.5 Tecniche d'innovazione per ridurre l'impiego di fitofarmaci: casi concreti

3. VOCI DAI TERRITORI PAG. 42
3.1 L'agricoltura che serve ai parchi è biologica e pesticidi free
3.2 Il disagio lavorativo in agricoltura tra sfruttamento, caporalato e prolungata esposizione ad alti rischi per la salute
3.3 Il *litter plastico* come mezzo di dispersione della contaminazione chimica
3.4 Pesticidi e industria tessile: il caso del cotone
3.5 Gli Standard Fairtrade e l'uso dei pesticidi
3.6 Pesticidi ed altri prodotti chimici alimentari

4. CONCLUSIONI PAG. 56

5. FONTI BIBLIOGAFICHE E SITOGRAFICHE PAG. 59

6. APPENDICE PAG. 62

PREMESSA

Anche quest'anno, torna il dossier *"Stop pesticidi"*, realizzato da Legambiente in collaborazione con Alce Nero allo scopo di fotografare la situazione, da Nord a Sud della Penisola, circa l'utilizzo di fitofarmaci in ambito agricolo. Nell'edizione 2022, oltre all'analisi dei dati pervenuti, anche interessanti contributi esterni sia di carattere scientifico che da parte di soggetti impegnati nella riduzione degli impatti ambientali. Già sperimentata in diversa misura nelle precedenti edizioni del rapporto, questa formula offre al lettore la possibilità di avere una visione d'insieme delle conseguenze concrete, dal campo alla tavola, legate all'utilizzo di queste pericolose molecole di sintesi e, allo stesso tempo, di approfondire con focus specifici le possibili soluzioni e alternative.

In Italia, l'impiego di sostanze chimiche nocive, utilizzate per combattere piante infestanti, insetti, funghi e prevenire il possibile sviluppo di malattie biotiche, è ancora estremamente diffuso. Eppure, è ampiamente dimostrata la possibilità di ridurne l'utilizzo sia attraverso le strategie di lotta integrata che ricorrendo a tecniche di intervento o prevenzione alternative, tra cui: l'applicazione di corrette pratiche di gestione agronomica, l'agricoltura biologica, l'utilizzo di specie antagoniste e fitofarmaci di origine naturale.

L'emergenza sanitaria globale che stiamo ancora attraversando ci obbliga, ancora più di ieri, a mettere in primo piano lo stretto legame di causa ed effetto che esiste tra esseri umani e Pianeta. Durante la pandemia da Covid-19, i consumatori hanno dimostrato un crescente interesse verso produzioni di qualità legate al cibo e alla sua provenienza. Dalle statistiche è emerso chiaramente che i cittadini-consumatori hanno sentito la necessità di sentirsi più *"vicini"* agli alimenti da portare in tavola, chiedendoli freschi e meno processati, di provenienza preferibilmente locale, prodotti in modo sostenibile, nel rispetto dei diritti dei lavoratori e del benessere animale.

Nonostante ciò, nello Stivale, purtroppo, pur assistendo a una diminuzione dell'utilizzo di fitofarmaci nel corso degli anni, si continua a registrarne un utilizzo significativo. A conferma di ciò, basti pensare a quanto emerso dai dati Eurostat pubblicati dalla Commissione Europea: in Italia, nel 2020 è stato registrato un aumento dell'8,66% di fitofarmaci venduti rispetto all'anno precedente; dei 121.550.398 kg di pesticidi distribuiti nel 2020, quasi la metà è rappresentata da fungicidi (45,20%) seguita da erbicidi (21,03%), insetticidi e acaricidi (16,16%)[1]. Nello stesso anno, in Europa sono state vendute ben 350.000 tonnellate di pesticidi. Principalmente fungicidi e battericidi (43% del totale). Seguono poi erbicidi, abbattitori di scorie e muschi (35%), insetticidi e acaricidi (14%). L'Italia rimane, dunque, in vetta alla classifica dei Paesi europei per l'utilizzo di pesticidi, accompagnata da Spagna, Francia e Germania che, insieme, raggiungono quota 75% del totale di antiparassitari venduti in Europa.

1 Dati Istat, aggiornati a novembre 2022

La contaminazione degli alimenti non riguarda solo frutta e verdura. A esserne interessati sono anche prodotti di derivazione animale come carne, uova e latticini. Gli animali da allevamento possono venire a contatto con residui di fitofarmaci sia legati alla contaminazione diffusa delle matrici ambientali (suolo, acqua, aria), sia nutrendosi di mangimi derivati da colture che ne hanno già accumulato in quantità. Grazie all'intervento di Lucia Culicchi, agronoma dell'ufficio Legambiente agricoltura, dettaglieremo le modalità di gestione che consentono la riduzione degli impatti, a partire dal metodo biologico.

In tale contesto, occorre evidenziare la stretta correlazione tra l'utilizzo di molecole pericolose di sintesi, la salute umana e, più in generale, le influenze sull'intero ecosistema. Le conseguenze potrebbero essere molto serie, se si considera che in Europa è già stata rintracciata una particolare vulnerabilità rispetto all'insorgenza di patologie strettamente correlate all'alimentazione[2]. Come ben chiarisce nel suo intervento la Dott.ssa Renata Alleva di *ISDE - Medici per l'ambiente*, la compresenza di più principi attivi comporta gravi ripercussioni a carico dell'organismo. I pesticidi, infatti, non raggiungono solo gli organismi bersaglio ma, attraverso l'aerodispersione e l'ingestione di cibi contaminati, sono rintracciabili sia nell'ambiente che nel corpo umano, come spiega Federica Luoni di *LIPU* che, nel suo intervento, illustra l'iniziativa di *citizen science*, realizzata dal gruppo di associazioni e coalizioni che aderiscono all'alleanza *Europea Good Food Good Farming*, rappresentata in Italia dalla *Coalizione CambiamoAgricoltura*, allo scopo di verificare la presenza di residui di pesticidi utilizzati in agricoltura nei capelli dei cittadini europei.

Le strategie europee *Farm to fork* e *Biodiversità 2030* ci chiedono esplicitamente di accompagnare il Green Deal, puntando sulla sostenibilità ambientale dell'intero settore agroalimentare attraverso il raggiungimento di alcuni obiettivi, appunto, al 2030, tra cui: la riduzione del 50% dei pesticidi, del 20% dei fertilizzanti e del 50% degli antibiotici utilizzati negli allevamenti; il raggiungimento del 25% di terreni agricoli dedicati al biologico a livello europeo; il raggiungimento del 10% delle aree agricole destinate a fasce tampone e zone ad alta biodiversità.

In fatto di fitofarmaci, l'Ue ha fatto un ulteriore e importante passo in avanti: per la prima volta, un membro dell'*Organizzazione mondiale del commercio* ha imposto limitazioni all'import di alimenti con tracce di neonicotinoidi non ammessi in UE (*Clothianidin* e *Thiamethoxam).* L'utilizzo di questi insetticidi era stato vietato dall'Ue dal 2018 a seguito del parere dell'EFSA che li ha giudicati rischiosi per le api e, dunque, per la sopravvivenza sulla Terra. Con altre associazioni del mondo ambientalista, Legambiente sta esortando la Commissione a non tornare sui propri passi, favorendo l'effettiva entrata in vigore del divieto a partire dal 2023**.**

Altro aspetto di cui si tiene conto nel presente rapporto riguarda il sistema agroalimentare italiano e il forte legame con il territorio dei prodotti di eccellenza. Senza dubbio, una specificità da mantenere e rafforzare. In tale direzione, l'Italia ha ricevuto un'ulteriore sollecitazione dall'attuale proposta di Regolamento Ue che fissa obiettivi specifici vincolanti per i singoli Stati membri. In relazione alla quantità di

2 Eurostat database,2022.

sostanze chimiche di sintesi utilizzate e alla loro riduzione degli ultimi anni, all'Italia è stato attribuito l'obiettivo di riduzione del 62% dell'uso di fitofarmaci e del 54% delle sostanze attive pericolose entro il 2030. Il Piano Strategico Nazionale (PSN) per l'applicazione della PAC post 2022, approvato dal nostro Paese e trasmesso alla Commissione europea il 30 settembre scorso, come abbiamo più volte ribadito anche nell'ambito della *Coalizione CambiamoAgricoltura,* che riunisce le principali associazioni ambientali e del biologico, non è, dal nostro punto di vista, sufficientemente efficace allo scopo di ridurre gli impatti legati alla zootecnia e all'agricoltura intensiva e risulta non adeguato al raggiungimento dell'obiettivo imposto dall'Ue. Per dirsi in linea con i target fissati, l'Italia avrebbe dovuto adeguare la pianificazione legata alla PAC agli obiettivi delle strategie europee. Peraltro, è d'uopo segnalare la mancanza di un eco-schema dedicato alla biodiversità, fondamentale per raggiungere il 10% di aree ad alta biodiversità. Considerando che, a oggi, la presenza di boschetti, siepi, alberature è vicina al 3%, risulta assai difficile riuscire a raggiungere un simile obiettivo in altro modo[3]. È degna di nota l'introduzione, invece, nel PSN di un eco-schema dedicato agli apicoltori e alla salvaguardia delle api che rappresenta un elemento positivo data l'importanza degli insetti pronubi nell'ambito della tutela della biodiversità.

Il settore agricolo deve essere accompagnato in un percorso strategico volto a minimizzare gli impatti dell'agricoltura sulle matrici ambientali connessi all'uso di pesticidi, attraverso buone pratiche, metodi più sostenibili e un forte incremento dell'agricoltura biologica, sostenuta anche dal Piano Strategico Nazionale, con l'obiettivo di raggiungere il 25% di superficie agricola coltivata a biologico nel 2027.

Scommettere sul biologico è strategico. A marzo del 2022, dopo 13 anni di attesa, è finalmente arrivata l'approvazione della legge quadro. Un'attesa del tutto immotivata, se si pensa che i prodotti biologici sono sempre più fiori all'occhiello del made in Italy e che il nostro Paese è tra i primi in Europa per SAU (Superficie Agricola Utilizzata) coltivata a biologico (17,4 %)[4]. Tra le novità del provvedimento, vi sono anche l'adozione di un Piano di Azione Nazionale (PAN) per la produzione biologica e lo stanziamento di ingenti fondi (3 miliardi di euro) per i prossimi 5 anni. Un'agricoltura sempre più intelligente e sostenibile, che attrae sempre più giovani, come testimonia la crescita del 5,4% dei nuovi impiegati nel settore biologico, arrivando a quota 86.144. Numeri che hanno permesso all'Italia di confermarsi Paese leader nel settore biologico per superficie agricola, operatori ed export (3,4 miliardi di euro di vendite sui mercati internazionali). Quella biologica è una buona agricoltura, capace di diminuire l'utilizzo della chimica, di incrementare la fertilità dei suoli, rispettare i cicli naturali, la biodiversità e il benessere animale, assicurando cibo sano per i consumatori. Come spiega nel rapporto Maria Grazia Mammuccini, presidente di *FederBio*, è la strada maestra da seguire.

Grazie al contributo di Carlo Jacomini, ricercatore *ISPRA*, e Lorenzo D'Avino, ricercatore *CREA,* nel dossier viene ben chiarito quanto un suolo ricco di biodiversità sia importante per un ecosistema sano e quanto, invece, sia invasivo l'impatto dei residui di fitofarmaci sui microrganismi del suolo. Come parte integrante dell'ecosistema terrestre, il sistema suolo-sottosuolo, svolge un ruolo di prioritaria importanza nella fornitura di numerosi servizi ecosistemici tra i quali lo stoccaggio della CO_2 e la salvaguardia della biodiversità. Se fino ad ora è stato trascurato sia dalla legge che dalle convenzioni internazionali, il Green Deal cerca di riposizionarlo come uno dei principali pilastri delle politiche europee. Basti pensare all'aggiornamento della *"Strategia europea per la protezione del suolo - Suolo sano per una vita sana"* da parte della Commissione europea. In tale contesto, appare evidente l'importanza di abbinare ai controlli effettuati su frutta e verdura anche un monitoraggio della presenza di residui nel suolo, come effettuato a livello sperimentale dalla campagna del 2021 *"La compagnia del suolo"*, organizzata da "*Cambia la terra"* e promossa da *FederBio* con il patrocinio di *ISPRA* e in collaborazione con *Legambiente*, *Lipu*, *Medici per l'ambiente*, *Slow Food* e *WWF*. Nell'ambito dell'iniziativa, sono stati analizzati 12 suoli agricoli convenzionali, comparandoli con altrettanti vicini terreni biologici con le stesse colture, per un totale di 24 campioni. Nei 12 siti convenzionali, sono state rilevate 51 positività. La sostanza chimica più rilevata è stata l'erbicida *Glifosato* e il suo metabolita *AMPA,* che continua a essere l'erbicida più utilizzato al mondo (la sua messa al bando - quanto mai opportuna, considerando la sua sospetta cancerogenicità - viene purtroppo rimandata di anno in anno).

Proprio in tema di *Glifosato*, il contributo di Paolo Barberi della *Scuola Superiore Sant'Anna di Pisa*, attraverso i risultati di una ricerca specifica, dimostra che è possibile evitarne l'utilizzo, sviluppando sistemi colturali efficienti, capaci di garantire un ottimale controllo della flora infestante senza ricorrere all'utilizzo di erbicidi. A destare preoccupazione tra i risultati della campagna *"La compagnia del suolo"* è stato altresì il ritrovamento di alcune sostanze attive revocate, come *Permetrina* (revocata nel 2001), *Imidacloprid* (revocato nel 2021), *DDT* e il suo metabolita *DDE*. Alla luce di siffatta indagine, appare urgente evidenziare l'importanza di un piano di monitoraggio puntuale per rilevare la presenza di residui di fitofarmaci nel suolo e segnalare che, mentre per le acque vi è una normativa di riferimento[5], non esiste una analoga legge quadro in difesa del suolo, nonostante la necessità di agire velocemente per evitare, o almeno limitare, la perdita di biodiversità. Inoltre, risulta palese come la revoca dell'utilizzo dei principi attivi presente nei fitofarmaci sia soltanto un'azione mitigativa del problema, i cui effetti continuano a manifestarsi anche dopo molti anni a causa dell'elevata permanenza nel suolo di tali sostanze. Aria e acqua sono profondamente impattate dalla presenza di pesticidi, in cui purtroppo persiste un'alta concentrazione di principi attivi come indica con chiarezza il monitoraggio realizzato da *ISPRA* grazie al quale è emerso che nelle acque superficiali e sotterranee sono presenti tracce di pesticidi (rispettivamente, nel 55,1% e nel 23,3% dei punti di monitoraggio). Anche il nuovo Piano d'Azione Nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari - ancora non adottato, scaduto dal 2019, la cui ultima stesura risale al 2014 - ha il compito di fissare obiettivi di riduzione dell'utilizzo coerenti con quanto indicato dalla Commissione europea. Come illustrato nel contributo di Greta Gubellini e Matteo Santini, rispettivamente agronoma e collaboratore di *Alce Nero*, e in quello di Paolo Pastore, direttore di *FairTrade*, risulta chiara la necessità di puntare sull'innovazione. Proprio Pastore ci spiega come anche nel settore tessile sia possibile rinunciare all'utilizzo della chimica di sintesi a beneficio dell'ambiente e della salute umana.

3 Commissione Europea, 2020

4 Nomisma, 2022.

5 Direttiva Quadro Acque (2000/60/CE)

Al centro dell'attenzione anche le aree protette, importanti per la conservazione della biodiversità e per i numerosi servizi ecosistemici svolti al loro interno, catalizzatori di transizione. Nel dossier ne parla Antonio Nicoletti, responsabile aree protette e biodiversità di Legambiente, mettendo in luce l'importanza - a maggior ragione nelle aree naturali e protette - di evitare la contaminazione chimica, rendendole *"Zone pesticidi free e 100% biologico"*.

Focus, poi, sulla presenza di campioni che contengono uno o più residui di pesticidi. Il limite massimo di residui consentiti per legge descrive esclusivamente la concentrazione di ogni singolo principio attivo riscontrato nel campione, non prendendo in considerazione gli effetti sinergici e le interazioni che si instaurano tra le sostanze e che, a oggi, i sistemi di valutazione di rischio adottati dagli organismi competenti non sono in grado di prevedere in maniera adeguata. Servono specifiche misure di controllo sia nazionali che europee, che tengano conto del multiresiduo e degli effetti negativi ad esso correlati, a partire dal biomonitoraggio di cui, nel dossier, parlano Silvia Casini, Tommaso Campani e Ilaria Caliani dell'*Università di Siena*.

Un approfondimento specifico è dedicato alla lotta al commercio di fitofarmaci illegali, allo sfruttamento e al caporalato, come spiegato da Jean-René Bilongo, curatore del rapporto *"Agromafie e caporalato"* di *FLAI-CGIL*.

Anche in questa edizione del dossier, torniamo a chiedere, pertanto, di promuovere con convinzione un modello di agricoltura virtuoso, riducendo gli input negativi, alzando l'asticella dell'agricoltura integrata, puntando su innovazione tecnologica, ricerca e sperimentazione e promuovendo l'agricoltura biologica per ridurre l'utilizzo delle molecole chimiche di sintesi. In Italia, si continua a utilizzarle, mettendo a rischio gli ecosistemi e la salute delle persone. Serve invertire la rotta, permettendo all'agroecologia di divenire modello di riferimento per tutto il comparto agroalimentare e per il made in Italy.

1. RESIDUI DI PESTICIDI NEGLI ALIMENTI

1.1 RESIDUI DI PESTICIDI NEGLI ALIMENTI IN ITALIA

Nel 2021, sono stati analizzati 4313 campioni di alimenti di origine vegetale e animale, includendo anche i prodotti derivati da apicoltura. L'elaborazione dei dati (tabella 2022) prevede la loro distinzione in frutta, verdura, e trasformati. Dalla lettura dei dati, emerge una percentuale molto bassa di irregolarità, pari all' 1% del totale[6].Tali dati evidenziano inoltre che il 54,81% degli alimenti risulta a norma di legge e senza residui (fig.1). Nel 44,19%, invece, vi sono tracce di uno o più fitofarmaci. In linea con il trend degli anni precedenti (fig.2), la categoria maggiormente colpita è risultata essere la frutta con il 70,36% di residui.

6 Quando si parla di irregolarità, ricordiamo che si fa riferimento ad alimenti in cui si registra un superamento del limite massimo di residuo (LMR) o ad alimenti in cui è stata registrata la presenza di un fitofarmaco non autorizzato su quella coltura.

Le tipologie più colpite risultano (in ordine decrescente): pere (91,67%), uva (88,37%), pesche (80,65 %). Nei piccoli frutti (more, lamponi e bacche) la percentuale più alta di irregolarità riscontrata è pari al 5,97%. Nella categoria verdura (fig.3) si osserva una maggiore presenza di campioni a norma di legge e privi di fitofarmaci (65,57%). La percentuale di irregolarità si attesta all'1,06%. Le tipologie di verdura maggiormente interessate dalla presenza di pesticidi sono i peperoni e i pomodori con, rispettivamente, il 60,68% e 55,03% di residui. Tra gli alimenti trasformati (fig.4), invece, si evidenzia che il 57,93% risulta essere regolare e privo di residui. Tra gli alimenti che presentano almeno un residuo (41,46%), i cereali integrali trasformati e il vino quelli sono quelli con la maggiore percentuale di residui regolari, rispettivamente 77,78% e 61,80%.

I pesticidi maggiormente rilevati sono insetticidi e fungicidi. Nello specifico, in ordine decrescente: *Acetamiprid*, *Boscalid*, *Fludioxonil*, *Azoxystrobina*, *Tubeconazolo* e *Fluopyram*. Da segnalare sono: la presenza di residui di *Thiacloprid* rinvenuti in 2 campioni di miele, in 1 pesca e in 1 mela; tracce di residui di *Imidacloprid* in 34 campioni tra albicocche, arance, banane, carciofi, mandarini, peperoni, uva e pomodori. Tali sostanze attive sono particolarmente pericolose per la salute delle api e degli insetti pronubi e il loro impiego non è più consentito dai Reg. CE 2020/23 (*Thiacloprid)* e Reg. CE 2020/1643 (*Imidacloprid*), la cui data di entrata in vigore potrebbe aver permesso l'accettabilità dei campioni, ma che fanno ben capire quanto queste sostanze siano difficilmente degradabili in ambiente.

Oltre a questi residui, è doveroso segnalare la presenza in campioni di pesche, arance e peperoncini di tracce di *Dimethoate*, sostanza attiva di cui l'*EFSA* non ha potuto escludere il potenziale genotossico, determinandone la revoca (Reg. CE 2019/1090), ma concedendo, in seguito, deroghe per fare fronte alla cosiddetta mosca dell'olivo[7]. Da segnalare è altresì la presenza in tessuti adiposi di origine animale di *DDT* e del suo metabolita *DDE*. Tali molecole sono altamente lipofile e non stupisce trovarne tracce nonostante la revoca dal mercato da più di quarant'anni. Le cause del ritrovamento sono rintracciabili in tali casistiche: derivano da una contaminazione recente e, dunque, stando alle normative vigenti, sono conseguenza di un utilizzo illecito di *DDT*; sono legate al cosiddetto *effetto cavalletta*. Nonostante non siano più ammesse in Ue, la sostanza viene ancora utilizzata nei Paesi terzi e, per mezzo del *grasshopper effect* (trasporto delle molecole per lunghe distanze a causa delle continue fasi di evaporazione e precipitazione), vengono a contatto con animali ed esseri umani, interagendo con il loro metabolismo[8]. Nonostante il numero di campioni irregolari sia basso, sono state osservate tracce anche nei prodotti ortofrutticoli. La causa è da attribuire principalmente al superamento del limite massimo di residuo per i campioni considerati. Il *Dimethoate* rappresenta la sostanza con maggiori irregolarità.

7 Rappresenta l'insetto chiave dell'olivo, capace di arrecare forti riduzioni alla produzione e alla qualità dell'olio

8 Turosov et al., 2002

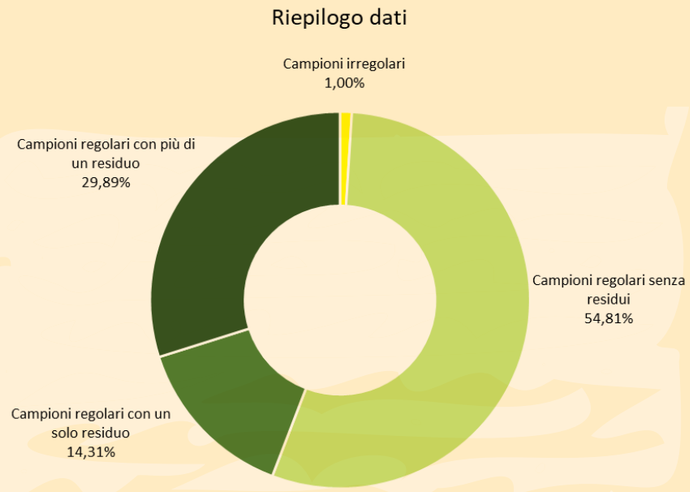

Figura 1 - distribuzione dei dati totali rielaborati da Legambiente

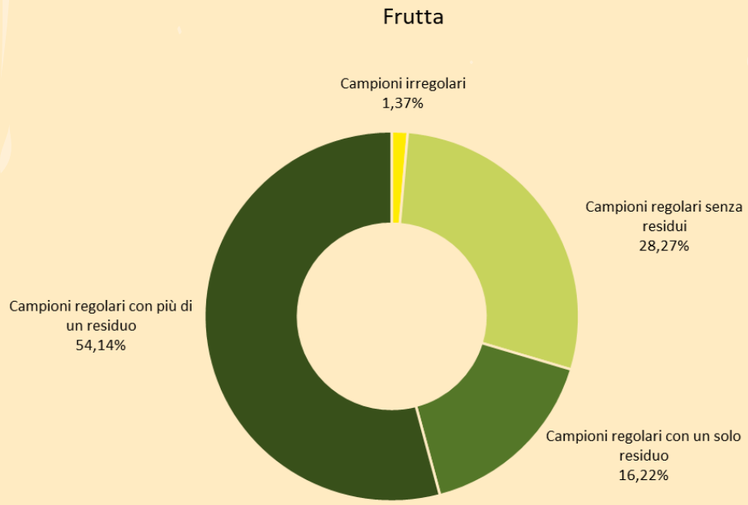

Figura 2 - distribuzione dei dati della categoria frutta rielaborati da Legambiente

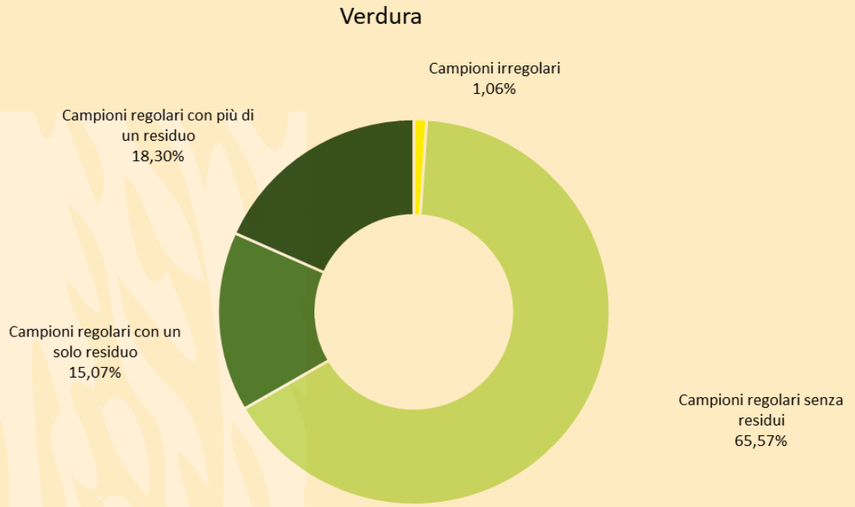

Figura 3 - distribuzione dei dati della categoria verdura rielaborati da Legambiente

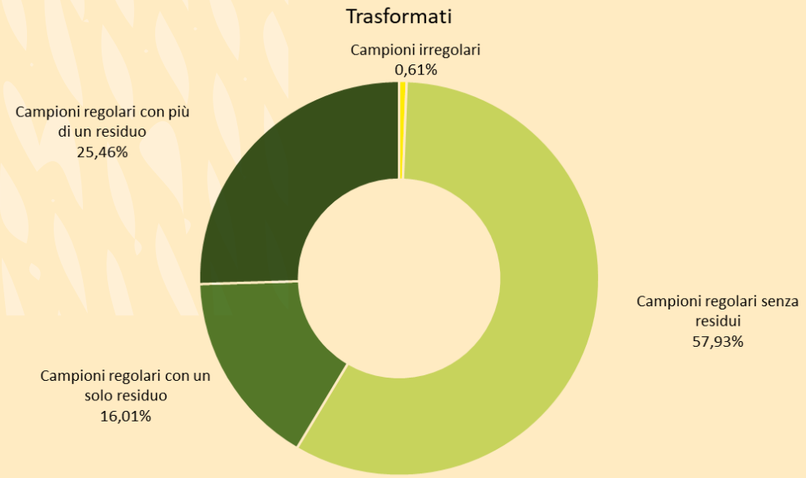

Figura 4 - distribuzione dei dati della categoria prodotti trasformati rielaborati da Legambiente

1.2 MULTIRESIDUO IN ITALIA

Il limite massimo di residuo (LMR) è la più alta quantità di un pesticida legalmente tollerata negli alimenti. Questa soglia è stabilita a livello europeo per ogni fitofarmaco in base all'uso che se ne fa in agricoltura (quantità e frequenza di applicazione e fase di crescita della pianta durante l'applicazione) e su due valori tossicologici: tossicità cronica o a lungo termine ovvero la dose giornaliera accettabile di pesticida (ADI); tossicità acuta o a breve termine ovvero la dose che non deve mai esser superata, neanche in un'unica assunzione (ARfD).

Quando si parla di rischio alimentare dovuto alla presenza di pesticidi, è importante prendere in considerazione il multiresiduo, cioè la compresenza di più residui di sostanze nocive nel medesimo campione. Residui multipli in un singolo alimento possono derivare dalla presenza di più principi attivi nello stesso pesticida o dall'applicazione di diversi tipi di sostanze attive (ad esempio, erbicidi, fungicidi o insetticidi contro diversi parassiti o malattie) o possono essere dovuti dalla contaminazione durante la lavorazione degli alimenti, dall'assorbimento di residui persistenti attraverso il terreno o dalla dispersione proveniente da trattamenti effettuati su campi limitrofi. Le interazioni di più principi attivi provocano effetti differenti a carico dell'organismo a seconda della struttura chimica delle sostanze nocive. Possono scaturire effetti antagonisti, additivi o addirittura sinergici tali da provocare danni amplificati, irreversibili e perfino imprevedibili rispetto alla loro singola azione.

Dai dati reperiti, si riscontra che il multiresiduo ha una frequenza abbastanza rilevante, pari al 29,89% dei casi (fig.1). Prima di scendere nel dettaglio, corre l'obbligo di ricordare che in Italia, a livello legislativo, il multiresiduo, se i singoli residui sono nei limiti, è sempre concesso. La frutta, purtroppo, anche per il multiresiduo (fig.1), si aggiudica il titolo di categoria più colpita (54,14%). In vetta alla classifica troviamo pere (81,94%) e uva (72,09%). Alla categoria frutta seguono i prodotti trasformati (25,46%) (fig.4), riscontrato soprattutto nella tipologia vino (42,70%), seguita dai cereali integrali trasformati (33,33%). La verdura (fig.3) presenta invece un quadro molto più roseo con un multiresiduo pari al 18,30% (39,32% solo nei peperoni). Tra i prodotti alimentari che contengono più residui sono da annoverare un campione di uva da tavola (14 residui), due di pere (10 e 12 residui), una fragola (10 residui) due campioni di pesche (7 e 10 residui) e due peperoni (8 e 10 residui).

A livello europeo, secondo l'ultimo rapporto *EFSA*, il 40,3% dei campioni conteneva quantità rilevabili di residui di pesticidi entro i limiti normativi, mentre il 5,1% superava il LMR, trend in aumento rispetto all'anno precedente (3,9%). I fitofarmaci riscontrati che hanno superato l'ARfD sono invece: *Cipermetrina* (24 campioni), *Dimethoato* (17 campioni) e *Chlorpyrifos* (11 campioni), molti dei quali ricordiamo non essere più ammessi in Europa[9]. Il numero dei campioni in cui si è registrata la presenza di multiresiduo rimane stabile (27%). Tra questi, si segnala una fragola in cui sono stati trovati 35 differenti pesticidi. Tra i cibi non processati, quelli maggiormente colpiti dalla presenza di multiresiduo sono, in ordine decrescente, arance, pere, carote e riso.

9 EFSA,2022

1.3 MIELE

Nel 2021, sono stati analizzati 108 campioni di miele. Nella maggior parte dei campioni non sono stati riscontrati residui (67,59%). Due campioni sono risultati irregolari a causa del superamento del limite. Dalle analisi è emerso che i campioni che presentano almeno un residuo sono il 30,56% del totale, con 15 diverse tipologie di pesticidi. I più frequenti sono l'erbicida *Glifosato* (27,94%), *N (2,4 Dimethylphenyl) Formamide* (17,65%) e *Amitraz* (14,71%), raggiungendo in alcuni casi 8 residui presenti contemporaneamente. Di particolare interesse è la presenza di *Amitraz*, acaricida classificato come molto tossico per l'ambiente acquatico, utilizzato principalmente per combattere uno dei maggiori problemi delle api: la *Varroa destructor*. Si segnala, inoltre, la presenza di due neonicotinoidi: *Thiacloprid* (rimosso dal mercato essendo stato classificato come interferente endocrino) e *Acetamiprid*. Come testimoniano le liste rosse della *IUCN*, dal ventesimo secolo stiamo assistendo a una forte diminuzione della popolazione di api e insetti apoidei, dovuta a più fattori tra cui la perdita e la frammentazione degli habitat, l'utilizzo di erbicidi e insetticidi, l'introduzione di specie aliene e di patogeni[10]. Tra i fattori che più incidono sul *CCD* (Colony Collapse Disorder) o *"Sindrome dello spopolamento degli alveari"* si trova la varroatosi che causa malformazioni, alterazioni comportamentali e riduzione delle aspettative di vita,[11] congiuntamente all'utilizzo su larga scala di *"cocktails"* di pesticidi, tra cui i neonicotinoidi, che causano stati di sovraeccitazione delle membrane sinaptiche che portano al decesso per paralisi[12].

Come dimostrano gli studi di *Phal et al.*, e di *Zhang et al.*, pubblicati nel 2022[13] e di *ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e Ricerca Ambientale,* è di particolare interesse conservazionistico il fatto che per api e bombi risulta molto più tossica la miscela di neonicotinoidi e *Glifosato* rispetto alle singole componenti[14]. Alla luce di ciò, è fondamentale ridurre gli stress a cui sono sottoposti gli impollinatori e in particolare i trattamenti multipli delle colture. L'introduzione dell'eco-schema sugli impollinatori va in tale direzione. Sono infatti numerosi gli studi che dimostrano come la creazione di siti con habitat semi-naturali all'interno dei terreni agricoli e l'implementazione del numero di specie vegetali utilizzate per il bottinamento, congiuntamente alla riduzione della chimica di sintesi, possano contribuire al miglioramento dello stato di salute degli impollinatori[15].

1.4 PEPERONI

I peperoni sono tra le colture più importanti, apprezzate a livello globale sia come alimento fresco che come cibo processato. Dai dati raccolti nel 2021, risultano la tipologia di verdura maggiormente colpita dalla presenza di almeno un pesticida, raggiungendo il 60,68%, e contando circa 38 categorie di fitofarmaci diverse, tra cui *Acetamiprid* (11,03%), *Fluopyram* e *Imidacloprid* (entrambi 8,82%) *Cypermethrina*

10 IUCN Red List, 2022
11 Ministero della Salute,2022
12 Baines et al., 2017
13 Zhang et al., 2022
14 Phal et al., 2022
15 Goulson et al., 2015

(5,15%), e con una quantità di multiresiduo superiore al monoresiduo (39,32% vs 21,37 %), contando fino ad un massimo di 10 residui nello stesso campione.

Fortunatamente, non sono stati riscontrati prodotti irregolari ed è presente una mediocre quantità di prodotti regolari senza residui (38,46%). Tali dati sono conformi a quelli della media europea in cui osserviamo una quantità di multiresiduo superiore al monoresiduo, con contaminazione significativa da *Chlorpyrifos*[16]. L'utilizzo di questo insetticida organofosfato è stato associato a disturbi dello sviluppo intellettivo dei bambini e a danni al sistema endocrino. Su richiesta della Commissione europea, l'*EFSA* si è pronunciata su di esso e sul suo principale metabolita (*Chlorpyrifos-methyl*), dichiarandoli imputabili di possibili danni al DNA oltre agli effetti già elencati,[17] causandone finalmente la revoca dal mercato nel gennaio 2020.

Ulteriore nota negativa è la presenza, oltre che del già citato *Imidacloprid*, anche di un altro fitofarmaco revocato dal mercato (2020): la *Ciromazina.* Il peperone è particolarmente sensibile all'attacco, durante la fase di accrescimento, di molti patogeni come *Botrytis cinerea, Colletotrichum spp., Alternaria spp., Phytophthora capsici and Xanthomonas spp*. Altri come *Rhizopus stolonifer, and Erwinia spp.* possono invece infettarlo durante la fase di stoccaggio, essendo una coltura globalmente commercializzata con tempi di trasporto molto lunghi. Per tale ragione, non stupisce trovare sempre più frequentemente una notevole quantità di fitofarmaci. La categoria di pesticidi più utilizzata, sia prima che dopo la raccolta, è quella dei fungicidi, utilizzati soprattutto contro la muffa grigia. Restrizioni nell'uso di prodotti agrochimici dovute a disposizioni governative, le preoccupazioni dei consumatori per i residui e il degrado ambientale e lo sviluppo di un'ampia resistenza ai fungicidi hanno portato alla ricerca di composti naturali con attività fungicida tra cui si annovera l'olio essenziale di Hinokitiol, l'olio essenziale di cannella e l'utilizzo di batteri antagonisti. Oltre a questi metodi, hanno dimostrato risultati promettenti anche l'utilizzo di chitina e chitosano, biopolimeri contenuti naturalmente nella parete cellulare dei funghi, il cui utilizzo permette di prevenire lo sviluppo di infezioni. Allo stesso modo, sta riscuotendo molto successo anche l'utilizzo di specifici batteri antagonisti, come sperimentato da molti esperti del settore. Tra questi, si annovera l'utilizzo di *Bacillus amyloliquefaciens* che, oltre a prevenire la diffusione della muffa grigia, svolge un'azione antiossidante.[18] Oltre a queste metodologie post-raccolta, lo studio svolto nel 2021 di *Li et al.*, ha dimostrato come durante la fase di coltivazione la consociazione con piante aromatiche come il rosmarino sia efficace per la riduzione degli attacchi da parte di insetti[19], dando prova del fatto che è davvero possibile limitare l'utilizzo della chimica di sintesi in favore di metodi meno dannosi per la salute umana.

16 EFSA, 2022
17 EFSA,2019
18 Krasnow et Ziv, 2022
19 Li et al., 2021

1.5 PERE

Dai laboratori italiani sono stati analizzati 144 campioni di pere. Di questi, il 91,67% contiene almeno uno o più residui di fitofarmaci. Sono state inoltre riscontrate fino a 22 categorie diverse di pesticidi (arrivando a 12 nello stesso campione), tra cui: *Acetamiprid* (14,29%), *Boscalid* (12,50%), *Piraclostrobin* e *Tubeconazolo* (rispettivamente 8,93% e 7,14%), percentuali pressoché rimaste invariate dai dati 2020[20]. Nonostante non siano presenti irregolarità, è da sottolineare come soltanto l'8,33% di tutti i campioni analizzati non contengano residui, percentuale estremamente bassa e in drastica diminuzione rispetto ai dati degli anni precedenti. Gli anticrittogamici rinvenuti vengono principalmente impiegati per contrastare la maculatura bruna, considerata una delle più pericolose avversità del pero europeo. A causa di questa infezione, vengono infatti effettuati, dalla fioritura alla raccolta, da 15 a 25 trattamenti anticrittogamici nel tentativo di contenerla entro limiti economicamente accettabili. È poi consentito l'utilizzo di *Acetamiprid* per debellare la presenza di 8 specie differenti di insetti: afide grigio, carpocapsa, cimice asiatica, tentredine, miride, cimice, mosca delle frutta e cemiostoma. È proprio la cimice asiatica (*Halyomorpha halys*) a causare le maggiori perdite. Essendo nel nostro Paese una specie alloctona, non ha limitatori naturali e i danni possono portare alla perdita dell'intero raccolto[21]. Grazie agli ultimi studi effettuati, sembra aprirsi una speranza con l'utilizzo di un insetto antagonista: la vespa samurai (*Trissolcus japonicus*). Questa ovidepone le uova in quelle della cimice asiatica, bloccando di fatto la schiusa, producendo altri individui che parassitizzano altre ovature di cimice[22].

Il mercato italiano delle pere ha subito una forte diminuzione, come testimoniano i dati Istat degli ultimi dieci anni. La superficie dedicata alla produzione di pere è passata da 35.195 ettari del 2012 ai 27.378 ettari di quest'anno. L'Emilia-Romagna è la Regione che produce più pere in Italia, con quattro provincie in vetta alla classifica: Bologna, Ferrara, Modena e Ravenna. Tali province compongono il cosiddetto *"quadrilatero d'oro"* della pericoltura a livello nazionale, anch'esso coinvolto da una forte crisi a causa dei cambiamenti climatici. Il pero, infatti, è una delle coltivazioni maggiormente interessate dal surriscaldamento globale che quest'anno ha portato al raggiungimento di temperature elevatissime con una siccità prolungata che ha causato, in termini di resa, lo sviluppo di frutti molto più piccoli della media. Purtroppo, la particolare sensibilità di questa specie (*Pyrus communis*) e le richieste del mercato che impongono frutti "esteticamente perfetti" comportano un sempre maggiore utilizzo di pesticidi in agricoltura convenzionale. Occorre, quindi, incentivare studi e ricerche per utilizzare sostanze naturali altrettanto efficaci nella lotta ai patogeni, da unire alle buone pratiche colturali, così da minimizzare il rischio associato all'utilizzo di fitofarmaci.

20 Dossier "Stop pesticidi 2021"
21 Coldiretti, 2021
22 Panizza C.,2019

1.6 UVA E VINO

Nel 88,37% dell'uva analizzata è stata rinvenuta la presenza di almeno un pesticida. Un trend in aumento rispetto allo scorso anno (85,71%), con una percentuale di multiresiduo superiore al monoresiduo (72,09% vs. 16,28%), contando oltre 50 tipologie differenti di fitofarmaci. Purtroppo, è proprio nell'uva da tavola che si è registrato il maggior numero di pesticidi presenti nello stesso campione (14). Analizzando i risultati ottenuti nella categoria vino, appare evidente come, anche in questo caso, il multiresiduo sia più frequente (42,70%).

Si evidenzia anche la bassa percentuale di campioni senza residui, pari a 38,20%. Ancor più bassa è quella dell'uva, pari all'11,63%. Le sostanze attive più frequentemente riscontrate sono state: *Metalaxyl* (12,24%), *Dimetomor*f (11,02%), e *Fenhexamid* (8,98%). L'elevata suscettibilità dell'uva (*Vitis vinifera*) a malattie fungine (peronospora e oidio) e agli attacchi degli insetti (tignola della vite, mosca bianca della vite), soprattutto durante il periodo di accrescimento vegetativo, sono tali da costringere, in agricoltura convenzionale, al massiccio impiego di pesticidi di sintesi. Il problema legato all'accumulo di queste sostanze nel terreno è particolarmente sentito nel bellunese, tanto che nel 2021 è stato riscontrato un abbandono quasi totale dell'agricoltura convenzionale, portando ad un incremento delle superfici di vigneti coltivati con metodi naturali. Secondo un'elaborazione di *Veneto Agricoltura* su dati *Sinab* (Sistema nazionale agricoltura biologica) e dell'agenzia regionale *Avepa*, i vigneti biologici sono passati da 9,83 ettari del 2020 a 24,31 ettari del 2021, con un incremento del 141,31%. Su circa 200 ettari complessivi di vigneti nel Bellunese, si tratta del 12%. Una percentuale in continua crescita grazie allo sviluppo delle varietà resistenti. In questa Regione, grazie al connubio tra territorio e coltivazione di varietà autoctone, è stato possibile abbandonare la chimica di sintesi.
Alla coltivazione dei vigneti senza la chimica di sintesi va incontro una grande scoperta alla base dell'agroecologia: è comunemente noto tra gli apicoltori che le api, attraverso il loro apparato boccale, favoriscono la cicatrizzazione dei frutti quando si presentano danni causati da insetti e uccelli o da eventi climatici avversi, evitando così il diffondersi di muffe e funghi. Per questo motivo, molti viticoltori mettono nelle vicinanze dei loro vigneti varie arnie, in modo da avere uve sane e di qualità senza l'utilizzo di pesticidi[23].

1.7 COME LA FILIERA ZOOTECNICA BIOLOGICA POTRÀ CONTRIBUIRE ALLA RIDUZIONE DELL'USO DI PESTICIDI IN ITALIA

Lucia Culicchi Ufficio Agricoltura Legambiente

La richiesta di filiere di produzione agroalimentare sostenibile, la ricerca di cibi salubri, la conoscenza dell'origine del prodotto, un sistema alimentare giusto e rispettoso nei confronti dei lavoratori, dell'ambiente e del benessere animale, sono gli elementi che sempre più spesso caratterizzano la scelta dei prodotti presenti nel carrello degli italiani. Chi poi predilige nel dettaglio l'acquisto di prodotti certificati da agricoltura biologica, lo fa anche perché sa di avere in più la garanzia di portare sulla propria tavola

23 Giorgio Baracani, vicepresidente CONAPI in "Agroecologia circolare" a cura di Angelo Gentili e Giorgio Zampetti, 2021

prodotti ottenuti senza fare ricorso a sostanze chimiche di sintesi o ad organismi geneticamente modificati in una filiera nella quale tutti i comparti, da quello agricolo a quello di trasformazione, dei trasporti, della piccola e grande distribuzione, operano secondo processi improntati su standard di produzione estremamente rigorosi. È il principio che regola la strategia *Farm to fork* inserita all'interno del programma di transizione ecologica del Green Deal europeo, voluto dalla stessa Commissione, per rendere l'Europa il primo continente climaticamente neutro entro il 2050. Un processo in cui tutti i cittadini si fanno attori del cambiamento, responsabili e coscienti che dalle proprie scelte e abitudini alimentari quotidiane dipenderà il futuro del Pianeta.

La filiera della zootecnia biologica ha avuto fino ad oggi più difficoltà di altre nel trovare una propria collocazione sul mercato, tanto che spesso ci troviamo di fronte ad allevatori che certificano i propri allevamenti ma non distribuiscono prodotti a marchio perché poco o per nulla valorizzati nella catena commerciale. In riferimento alle categorie zootecniche più rappresentative, attraverso un confronto con i dati ISTAT sulle consistenze, possiamo vedere come i più rilevanti in termini di incidenza del biologico sono il settore caprino con il 9,4%, l'ovino con l'8,6% (entrambi rispettivamente in lieve regressione tra il 5 ed i 7% di capi circa) e il bovino per un 7,0% (con un incremento del 5% sul totale dei capi allevati), mentre all'interno dell'allevamento suinicolo, il biologico incide ancora solo per lo 0,7%, seppure in lieve e costante crescita secondo il rapporto *Ismea* 2022. Sempre in riferimento al 2021 il comparto della carne biologica vede crescere in maniera esponenziale le proprie vendite, segnando un aumento del 15% rispetto all'anno precedente (superiore al totale dell'agroalimentare che ha raggiunto il 10%), sintomo che il consumatore, sempre più informato e attento, riconosce il valore e le opportunità che il settore è in grado di fornire all'intera comunità. È questo il dato rilevato da *Nomisma* nell'ultimo rapporto sul mondo del bio, che evidenzia inoltre che, a oggi, quasi 8 ristoranti su 10 e 6 bar su 10 utilizzano latte biologico e che tra i prodotti nostrani più apprezzati all'estero c'è proprio il formaggio. Vero è che i prodotti da filiera biologica tendono ad avere un prezzo più elevato al consumatore, ma produrre carne biologica in alcuni casi può arrivare a costare il 30-40% in più rispetto al convenzionale (soprattutto nel caso delle carni suine) e che alcuni vincoli alimentari possono inoltre generare le maggiori difficoltà gestionali, influendo direttamente o indirettamente sui parametri produttivi e riproduttivi degli animali. La garanzia di eccellenza di processo e la qualità del prodotto possono in ogni caso valere l'investimento. La carne e il latte biologico e, con esso, non solo il formaggio ma anche lo yogurt o il gelato, provengono infatti da aziende certificate, che rispettano i disciplinari comunitari e che proprio per il grado di complessità delle filiere, sono soggetti a controlli incrociati posti in essere da una pluralità di enti di certificazione di parte terza. Pertanto, valutiamo sempre anche l'idea di acquistare minori quantità, puntare sulla qualità e soprattutto ridurre i nostri sprechi domestici, anche se, secondo una recente indagine *Nielsen*, quella della carne è tra le filiere più virtuose e incide per il solo 5% sugli sprechi complessivi.

È comunque necessario essere chiari, ribadendo che i prodotti convenzionali come quelli biologici sono sottoposti alle stesse regolamentazioni per quanto riguarda la sicurezza alimentare ma è anche dove-

roso sottolineare che le differenze sono sostanziali: allo stato attuale, la zootecnia biologica pone la massima attenzione al benessere degli animali, allevati in spazi ampi per garantire libertà di movimento e con accesso al pascolo garantito. Un sistema di allevamento basato su una stretta connessione con la terra, che consente all'animale di esprimere costantemente le caratteristiche comportamentali intrinseche tipiche delle diverse specie e di alimentarsi con foraggi e mangimi biologici. La carne bio è inoltre ricca di *omega 3*, i cosiddetti grassi buoni per la nostra salute. Saperlo è importante, perché chi acquista biologico è interessato non solo a proteggere gli animali dagli allevamenti intensivi e dall'utilizzo di antibiotici e sostanze chimiche di sintesi ma anche a mangiare prodotti salutari. Nell'allevamento biologico, infatti, gli interventi veterinari devono dare la precedenza a metodi naturali quali omeopatia e fitoterapia. L'uso dei farmaci allopatici è ammesso solo in caso di estrema necessità, solo raddoppiando i tempi di sospensione del farmaco e per un numero limitato di trattamenti nell'arco dell'anno con lo scopo di ridurre al minimo un eventuale stato di sofferenza dell'animale. È vietato inoltre l'uso di ormoni o altre sostanze che stimolino artificialmente la crescita corporea e la produzione di latte. Le produzioni zootecniche biologiche sono inoltre caratterizzate da fattori di particolare rilevanza non solo per le loro conseguenze positive che si riflettono sull'animale ma anche per l'elevato grado di tutela e contributo alla valorizzazione dell'agroecosistema. Il suolo delle aziende a zootecnia estensiva risulta meglio utilizzato, gli elementi nutritivi più efficacemente impiegati e vi è un maggior grado di autoapprovvigionamento di sostanza secca nell'alimentazione degli animali. La presenza di pascoli freschi così come di erbai e prati da destinare ai fieni e la produzione delle materie prime concentrate necessarie a bilanciare la razione di fibra entra a far parte di un percorso di rotazioni colturali predisposto dall'azienda ed approvato dagli organismi certificatori, grazie al quale non solo si diversificano le colture in campo creando biodiversità colturale ma si combatte l'erosione e si rigenera il terreno migliorandone la composizione organica che ne costituisce elemento primario di fertilità.
I consumatori, malgrado le attuali difficoltà, mantengono una forte attenzione su questi temi e le istituzioni pubbliche sono fortemente interessate a progetti di sviluppo che possano garantire competitività a un settore tra i pochi in grado di creare valore aggiunto anche nelle aree marginali del nostro paese.

1.8 DANNI ALLA SALUTE UMANA

Renata Alleva, Isde Medici per l'Ambiente e vicepresidente dell'ordine dei biologi dell'Emilia Romagna - Marche

È ormai noto che l'esposizione cronica a basse concentrazioni di pesticidi e prolungata nel tempo (lavorativa, residenziale o legata alla catena alimentare) rappresenta un importante fattore di rischio associato all'insorgenza di molte patologie sia in età pediatrica che in età adulta24. Sebbene gli effetti sulla salute dipendano dalla tipologia e dalla natura chimica del pesticida, possiamo affermare che i più diffusi nell'ambiente sono gli erbicidi, i fungicidi e gli insetticidi, tutti responsabili con diversi meccanismi di azione. Alcuni, come gli organofosfati e i carbammati, influenzano il sistema nervoso. Altri possono essere cancerogeni o interferenti endocrini, ossia capaci di indurre alterazione del normale

24 Blair et al., 2014

funzionamento ormonale e del sistema endocrino, perturbando la fisiologia dell'esposto. Tra le malattie correlate all'azione dei pesticidi come interferenti endocrini vi sono patologie dismetaboliche (obesità, diabete, sindrome metabolica) e patologie legate al genere in relazione ad effetti sugli ormoni estrogeni e androgeni[25]. La funzione ormonale può essere alterata in seguito all'esposizione ai pesticidi in molti modi, tra cui: alterazioni nella sintesi e rilascio dell'ormone; alterazioni nel trasporto e suo metabolismo; modificazioni delle interazioni e legami con i recettori ormonali. Nelle donne, tale effetto è considerato la causa di reazioni avverse sulla salute durante la gravidanza e a carico del feto.
Le evidenze scientifiche che rendono l'esposizione ai pesticidi particolarmente preoccupanti per la salute umana sono principalmente tre: sono persistenti per anni nell'ambiente e ubiquitarie nella catena alimentare; possono esercitare l'effetto nocivo non solo su chi è esposto ma, colpendo anche le cellule riproduttive, si possono trasmettere alle generazioni successive mediante un meccanismo epigenetico; i loro effetti si manifestano spesso molti anni dopo e questo rende l'esposizione in *"utero"* particolarmente critica sia per i disturbi del neuro-sviluppo che per alcuni tumori che si manifestano in età pediatrica e neonatale[26].
L'esposizione pre-concepimento dei genitori e l'esposizione in utero a sostanze chimiche, come i pesticidi, causano alterazioni epigenetiche nella linea germinale che possono essere trasmesse tra le generazioni e influenzano la suscettibilità alle malattie (incluso il cancro) nella progenie. Diversi meccanismi giocano un ruolo potenziale nella trasmissione intergenerazionale e transgenerazionale della predisposizione alla malattia, tra cui: la metilazione del DNA, i modelli di metilazione del DNA associati al fattore di trascrizione, le modificazioni degli istoni e gli RNA non codificanti[27]. È stato inoltre dimostrato che l'esposizione cronica a pesticidi per motivi non residenziali induce un danno ossidativo al DNA proporzionale all'intensità dei trattamenti. Questi ultimi, mandando in affanno il sistema di riparazione cellulare, generano una serie di danni *"silenti"* che, se non riparati, con il tempo si accumulano nella cellula e possono indurre il processo di carcinogenesi anche in associazione ad altri fattori di rischio[28].

Una meta-analisi di diversi studi epidemiologici ha trovato una relazione tra l'esposizione materna prenatale ai pesticidi e lo sviluppo della leucemia infantile[29]. Diversi studi epidemiologici hanno dimostrato che l'esposizione ai pesticidi, anche a basse dosi, durante la gravidanza o la prima infanzia aumenta il rischio di leucemia nei bambini[30]. È stata anche identificata un'associazione con l'esposizione professionale paterna ai pesticidi, ma i risultati appaiono meno coerenti. Tuttavia, l'esposizione paterna (peri-concepimento) ai pesticidi professionali è stata associata al rischio di leucemia linfoblastica acuta (LLA) nella prole in un'altra coorte umana. I risultati sono stati più evidenti nei bambini diagnosticati a 5 anni di età o più e in quelli con diagnosi di LLA delle cellule T[31]. Il neuroblastoma colpisce soprattutto i

25 Encarnação & Pais, 2019.
26 Lushak ey al., 2018.
27 Collotta, Bertazzi & Bollati, 2013.
28 Alleva et al.,2018.
29 Flower et al.,2004
30 Khan et al.,2021
31 Bailey et al., 2014

bambini di età inferiore ai 5 anni ed è il tipo più comune di neoplasia nei bambini di età inferiore a 1 anno. Una recente meta-analisi suggerisce che l'esposizione pre-concepimento e prenatale dei genitori ai pesticidi è legata all'aumento dei tassi di questi tumori pediatrici[32]. Nel complesso, le associazioni tra le esposizioni ai pesticidi sono più forti per i bambini diagnosticati dopo l'età di un anno[33].

Un esempio invece di danno trans-generazionale proviene dalle analisi epidemiologiche che utilizzano i *Child Health and Development Studies* (CHDS) e altre coorti, che hanno mostrato che le esposizioni allo sviluppo al *DDT* sono associate a un aumento dei tassi di cancro al seno. Ad esempio, le figlie di donne esposte ad alti livelli di *DDT* in gravidanza hanno un aumento di circa cinque volte del rischio di cancro al seno e hanno maggiori probabilità di essere diagnosticate con tumori in stadio avanzato[34]. Ciò è stato spiegato dalla capacità del *DDT* di alterare l'espressione di 3 geni associati alla suscettibilità al cancro al seno (CCDC85A, CYP1A1 e ZFPM2), mediante processi di metilazione e causando così conseguenze per tutta la vita. Un'elevata incidenza di patologie tumorali ematologiche è documentata negli agricoltori[35] e recentemente uno studio ha documentato la maggiore incidenza di linfomi non Hodgkins in relazione all'uso di *Glifosato*[36]. Lo studio ha analizzato i dati di oltre 30.000 agricoltori e lavoratori agricoli provenienti da studi condotti in Francia, Norvegia e Stati Uniti e ha riportato collegamenti tra *Glifosato* e linfoma diffuso a grandi cellule B[37]. La neurotossicità indotta da pesticidi è considerata come uno dei più importanti problemi a carico della salute umana, poiché la maggior parte dei pesticidi, tra cui organoclorurati, organofosfati, carbammati, agisce principalmente mirando alla struttura e ai componenti del sistema nervoso[38]. L'esposizione cronica a pesticidi è stata studiata sia in relazione a patologie neurodegenerative (Alzheimer, Parkinson, Sclerosi laterale amiotrofica, Sclerosi multipla), che a patologie del neurosviluppo, che comprendono: disturbo da deficit di attenzione e iperattività, disturbi dello spettro autistico, ritardo dello sviluppo e disabilità intellettiva), altri disturbi neurocomportamentali e neuropsichiatrici (depressione, ansia, insonnia e deterioramento cognitivo), alcuni dei quali sono tra i più problematici e debilitanti per la salute umana.

Già nel 2007, era stato riportato che il *Chlorpirifos*, insetticida organofosforico, bandito solo nel 2020 dall'*EFSA*, a basse concentrazioni, era in grado di alterare oltre il 60% di 252 geni coinvolti nel neurosviluppo[39]. Mentre una recente revisione sul ruolo dei pesticidi riguardo ai disturbi del neuro-sviluppo e dello spettro autistico (iperattività, deficit del QI) evidenzia un'associazione con l'esposizione a pesticidi parentali o *"in utero"* e che, nel 79% dei casi, l'associazione risulta più forte quando si ha a che fare con insetticidi. Nello studio *Charge* pubblicato nel 2014, l'esposizione al *Chlorpirifos* di gestanti residenti in aree agricole intensive è stata associata a un'aumentata incidenza di autismo nei nascituri.

32 Shim et al.,2009
33 Khan et al., 2021
34 Cohn etal.,2019
35 Togawa et al.,2021
36 Pahawa,2019
37 Zhang et al.,2019
38 Mostafalou & Abdollahi,2018
39 Ray et al.,2010

Per quanto riguarda le patologie neurodegenerative, l'esposizione lavorativa a pesticidi è associata ad un aumentato rischio di sviluppare il Parkinson. Per tali motivi, la malattia è riconosciuta come professionale in Francia dal 2012. A maggiore conferma, recentemente è stata pubblicata una meta-analisi, che ha analizzato le esposizioni professionali in relazione al rischio di ammalarsi di SLA, Alzheimer oltre che del morbo di Parkinson, da cui è emerso che l'esposizione ai pesticidi aumenta il rischio del 50% di ammalarsi di tutte le patologie citate e le associazioni maggiori sono con pesticidi non classificati (39%), con insetticidi (36%) e con erbicidi 16% (*Glifosato*). Particolarmente interessante appare l'aumentato rischio di patologie neurodegenerative quali il Parkinson, in seguito al consumo di acqua contaminata da pesticidi, compreso il *Chlorpirifos*[40]. I meccanismi di azione di neurotossicità-indotta da pesticidi vengono principalmente attribuiti a una sovrapproduzione di specie reattive dell'ossigeno (*ROS*), che provocano uno stress ossidativo nelle cellule nervose. In generale, il sistema nervoso è molto suscettibile agli effetti dannosi dei *ROS* e degli altri radicali liberi a causa dell'elevato consumo di ossigeno, dell'alta quantità di acidi grassi insaturi nella mielina e della bassa capacità del sistema di difesa antiossidante[41]. Sebbene lo stress ossidativo sia stato proposto come importante meccanismo di neurotossicità dei pesticidi, altri possono esserne partecipi, essendo legati alla funzione del mitocondrio, un organulo regolatore dei processi di morte cellulare.

L'esposizione ai pesticidi è associata a molte altre patologie a carico della salute umana: danni al sistema immunitario, danni riproduttivi, in particolare, relativi alla riduzione della fertilità maschile; danni al sistema endocrino (soprattutto a carico della tiroide); danni di vario genere a carico della salute infantile per esposizione in utero (otite, asma, stress respiratorio, diminuzione della crescita fetale e durata della gestazione, alcuni tipi di malformazioni, quali criptorchidismo e ipospadia nei maschi, pubertà precoce nelle femmine).

Dato l'aumento di incidenza delle patologie tiroidee, è particolarmente interessante citare uno studio caso-controllo su popolazioni spagnole che vivono in aree classificate come ad alto o basso uso di pesticidi secondo criteri agronomici. Lo studio effettuato su 79.431 individui con diagnosi di gozzo, tireotossicosi, ipotiroidismo e tiroidite e 1.484.257 controlli appaiati per età, sesso e area di residenza, ha concluso che le malattie della tiroide risultano significativamente più alte nelle aree con un utilizzo più elevato di pesticidi, con un rischio maggiore del 49% per ipotiroidismo, 45% per tireotossicosi, 20% per tiroidite e il 5% per il gozzo. Insieme alle patologie tiroidee, negli ultimi decenni, è stata segnalata anche una crescente incidenza di infertilità maschile, concomitante con l'uso crescente di pesticidi e la loro la capacità di persistere nell'ambiente per lunghi periodi di tempo, nonché di bioaccumularsi nella catena alimentare, contribuendo così alla loro esposizione cronica. Inoltre, i pesticidi possono agire come sostanze chimiche che alterano il sistema endocrino (*EDC*), interferendo con la normale funzione degli ormoni naturali responsabili della regolazione del sistema riproduttivo o anche come obesogeni, promuovendo l'obesità e le comorbidità associate, come l'infertilità. L'evidenza epidemiologica suppor-

40 Gatto et al.,2009
41 Arab & Mostafalou, 2022

I pesticidi sono ovunque. Vengono utilizzati per la produzione di cibo nei campi agricoli e nelle serre, ma anche nelle aree forestali, negli spazi verdi aperti, nei giardini e nei parchi. Contaminano non solo il nostro non solo il nostro cibo, ma anche i fiumi e i laghi, le falde acquifere, il suolo e risalgono la catena alimentare, dai vermi, agli insetti, ai molluschi, ai pesci, insetti e molluschi ai pesci, agli uccelli, ai piccoli mammiferi e ad altre specie selvatiche. Ovunque i ricercatori li cercano li trovano. Tale contaminazione riguarda anche il nostro corpo. Per sensibilizzare su questo problema, nella primavera-estate 2022, il gruppo di associazioni e coalizioni che aderiscono all'alleanza Europea *Good Food Good Farming*, rappresentata in Italia dalla *Coalizione CambiamoAgricoltura*, ha promosso una campagna, dal nome evocativo ***"Pesticide-CheckUp - cosa si nasconde nei tuoi capelli?"***, per verificare la presenza di residui di pesticidi nei capelli dei cittadini Europei.

Tra maggio e agosto 2022, 300 persone da 16 paesi europei hanno inviato i loro campioni di capelli per partecipare all'azione, che ha volutamente avuto un carattere simbolico, senza volersi definire uno studio approfondito, visto il numero ristretto di campioni analizzati.

I capelli sono, infatti, una miniera di informazioni; una moltitudine di vasi sanguigni irriga la radice del capello e permette la sua crescita, incorporando però anche nella sua struttura le sostanze presenti nel flusso sanguigno, comprese quelle che il corpo vuole espellere. Crescendo in media di 1 cm al mese, ogni centimetro di capelli fornisce informazioni sull'accumulo di sostanze tossiche nell'organismo per quel periodo. L'analisi del capello può quindi essere utilizzata per stabilire l'esposizione di una persona in un periodo di diversi mesi.

I primi 3 centimetri a partire dalla base dei capelli sono stati analizzati dal laboratorio indipendente francese Expozom al fine di verificare la presenza di 30 diversi pesticidi (17 erbicidi, 11 fungicidi e 2 insetticidi) che rappresentano una piccola percentuale (6,6%) del totale di 455 sostanze attive attualmente autorizzate in Europa. Le sostanze analizzate sono state selezionate in base alla loro frequenza di utilizzo e alla loro potenziale tossicità per la salute umana e l'ambiente. Il *Glifosato* non è stato incluso perché richiede un metodo di analisi diverso. Le analisi forniscono dati sull'esposizione di circa i tre mesi precedenti all'invio dei campioni.

I risultati del **Pesticide-CheckUp** mostrano che residui di pesticidi possono essere trovati nei capelli di quasi una persona su tre (29%; 87 dei 300 partecipanti). Delle 30 sostanze ricercate, solo 5 (tutti erbicidi) non sono state rinvenuti nei campioni analizzati.

Il pesticida ritrovato con maggior frequenza è stato il ***Prosulfocarb***, un erbicida tossico per la vita acquatica con effetti di lunga durata (rilevato nel 9.3% dei campioni).

La seconda sostanza rinvenuta in termini si frequenza è il fungicida ***Tebuconazolo*** che è stato trovato nel 7,3% dei campioni. Questa sostanza è stata identificata dalle autorità dell›UE come sospetta di essere tossica per la riproduzione e potenziale interferente endocrino. Può anche contribuire allo sviluppo del cancro al fegato. Fa parte dell›elenco UE dei **53 «candidati alla sostituzione" (CfS)** ed è uno dei 12 pesticidi tossici che secondo PAN Europe dovrebbero essere immediatamente vietati. Nei capelli sono stati rilevati altri sei pesticidi molto tossici dell›elenco CfS dell'UE.

Il terzo pesticida percentualmente presente è stato ***l'Acetamiprid***, insetticida neonicotinoide sospettato di essere neurotossico.

I risultati mostrano come i residui di pesticidi possono essere rilevati più frequentemente nei capelli degli agricoltori e dei lavoratori agricoli (43,5%), a conferma delle numerose ricerche scientifiche pubblicate. È proprio un agricoltore a presentare il numero massimo di sostanze riscontrate in un solo campione, ben 11!

In relazione ai luoghi di vita dei cittadini che hanno partecipato alla ricerca, i pesticidi testati sono stati trovati più frequentemente nei capelli delle persone che vivono nelle aree rurali (39,5%), seguite da quelle che vivono nei piccoli centri (25,9%) e nelle città (21,8%).

I risultati mostrano, inoltre, una tendenza, anche se non statisticamente significativa probabilmente a causa del numero ristretto dei campioni analizzati, nelle persone che consumano cibo biologico ad avere un numero minore di pesticidi riscontrati nei propri capelli.

I dati ottenuti da questa campagna, seppur simbolica, sono in linea con i risultati di altre numerose ricerche basate su un numero molto più elevato di campioni. I risultati completi dello studio sono a disposizione sul sito della *Coalizione CambiamoAgricoltura* (www.cambiamoagricoltura.it) o sul sito dell'Alleanza Europea (www.goodfoodgoodfarming.eu).

È dunque evidente la necessità di migliorare le normative europee sui pesticidi, incrementando soprattutto le attività di monitoraggio della contaminazione delle diverse matrici ambientali (suolo, aria, acqua), ma anche indagini a livello epidemiologico per comprendere come proteggere al meglio la salute dell'ambiente e dei cittadini, ad iniziare dal nuovo Regolamento Europeo per l'uso dei pesticidi, la cui proposta, presentata dalla Commissione Europea a giugno è ora in discussione al Parlamento e al Consiglio Europeo.

A CURA DI FEDERICA LUONI, LIPU-BIRDLIFE E CAMBIAMOAGRICOLTURA

ta l'associazione tra pesticidi e fertilità maschile per i lavoratori e la popolazione esposta in termini di qualità del seme, frammentazione del DNA e aneuploidia cromosomica[42]. Analogamente, uno studio su 325 donne sottoposte a fecondazione assistita ha mostrato che le donne che introducevano alimenti con alti livelli di residui di pesticidi (mele, cavoli, fragole e spinaci crudi) per più di due porzioni al giorno avevano il 18% in meno di probabilità di portare avanti una gravidanza[43]. Nuovi studi hanno fornito ampie prove che l'esposizione alimentare a pesticidi può influenzare negativamente la salute dei consumatori, causando alterazioni del microbiota intestinale. Sempre più emerge come l'esposizione a pesticidi, anche a dosi minimali, alteri profondamente la composizione microbica del tratto intestinale, la cui ricchezza, varietà e diversità sono parametri indispensabili per svolgere le funzioni fondamentali (integrità di barriera, sintesi di ormoni, proteine, vitamine, neurotrasmettitori). Poiché è in questa sede che sono espresse il 70% delle cellule immunitarie, è evidente che uno stato di eubiosi sia importante per la salute e che specifiche "disbiosi", ovvero alterazioni nell'equilibrio fra le diverse specie microbiche, sono alla base delle principali patologie cronico degenerative, quali obesità, cancro, diabete, patologie cardiovascolari, malattie immunomediate, ma anche autismo, Alzheimer, Parkinson e depressione[44]. I pesticidi introdotti con gli alimenti o l'acqua raggiungono il microbiota in cui vengono metabolizzati e dove esercitano la loro azione tossica, alterando la funzionalità della barriera intestinale, creando uno stato di disbiosi, alterando la concertazione di specie benefiche (lattobacilli, bifidobatteri e roseburia) e incrementando specie patogene, come lacnospiracee che favoriscono uno stato infiammatorio. Questi effetti sono stati documentati per tutti i pesticidi, organofosfati, erbicidi, fungicidi, permetrine[45]. Ad esempio, sono ben noti gli effetti che a dosi minimali provoca l'insetticida *Chlorprifos* o l'erbicida *Glifosato*. Proprio il *Glifosato* fu ritenuto innocuo per l'uomo poiché inibisce una catena enzimatica (*enzima 5-enolpyruvylshikimate-3-phosphate synthase*) coinvolta nella sintesi di amminoacidi aromatici e presente in tutte le specie ad eccezione dei mammiferi. Ma non fu considerato che il *Glifosato* altera gravemente il microbiota comportando una disbiosi con aumento di clostridi dotati di azione neurotossica. In tal modo, l'incremento del rischio di autismo si aggiunge agli altri numerosi effetti tossici dell'erbicida[46]. Così pure per il *Chlorpirifos* che altera la permebilità della barriera intestinale, liberando lipopolisaccaridi in grado di innescare processi flogistici, che aprono a loro volta la strada ad obesità e diabete[47].

1.9 AGRICOLTURA BIOLOGICA

Grazie alla strategia *Farm to fork*, è stato reso chiaro l'obiettivo dell'Europa: convertire il 25% della SAU a biologico entro il 2030. Un target ambizioso, considerando che la superficie europea a coltivazioni biologiche è ancora ferma al 9,1%. Fortunatamente, tra i Paesi virtuosi si distingue l'Italia che nel 2022

42 Giulioni et al.,2022
43 Yu-Han Chius et al.,2018
44 Tan et al.,2021
45 Yuan et al.,2021
46 Mao et al., 2018
47 Zhang et al., 2021

ha raggiunto il 17,4% della superficie utilizzata in biologico48. Proprio per questo, è possibile, con un maggiore impegno, pensare di raggiungere i nuovi obiettivi proposti dalla Commissione che chiede il conseguimento del 25% della SAU a biologico entro il 2027. A oggi, la situazione in Ue è molto eterogenea, con l'Austria che ha già raggiunto tale obiettivo nel 2019 e 8 Paesi (Malta, Irlanda, Bulgaria, Romania, Polonia, Paesi Bassi, Lussemburgo e Cipro) in cui invece la quota non arriva al 5%.
In Italia, l'aumento dell'agricoltura biologica risulta visibile anche dall'andamento del mercato dei prodotti. Nel 2022, le vendite alimentari biologiche hanno raggiunto 5 miliardi di euro e rappresentano il 3,5% delle vendite al dettaglio biologiche mondiali. A trainare la crescita del mercato interno sono i consumi fuori casa che hanno superato il miliardo di euro, segnando un incremento del +53% a valore rispetto al 2021. L'impatto della pandemia e gli effetti a lungo termine del Covid-19 hanno spostato l'attenzione come mai prima d'ora sul ruolo chiave del sistema immunitario, portando a un carrello della spesa sempre più salutistico, con cibi ricchi di antiossidanti, vitamine e minerali che rafforzano le difese immunitarie.

Degno di nota è il fatto che i consumatori italiani scelgono sempre più prodotti con ingredienti semplici, trasformati con tecniche innovative, che rispettano le proprietà nutrizionali delle materie prime biologiche[49]. A beneficiare di questa *"rivoluzione green"* è anche l'occupazione legata al settore che cresce del +5,4% rispetto al 2020, con 86.144 operatori. Dal punto di vista delle vendite per comparti, emerge come siano le carni e i vini a mostrare l'andamento più brillante, rispettivamente +13% e +5,7% in confronto all'anno precedente[50]. Le carni, in particolare, registrano una crescita maggiore rispetto al comparto nel suo complesso, in cui la performance si attesta al +10%, insieme al reparto ortofrutta (+3%). Crescita sentita anche a livello di produzione, come dimostrato dall'aumento (+15%) del numero di animali allevati con metodo biologico nel 2021 rispetto ai dati 2020[51]. La zootecnia incide per i 2/3 delle emissioni climalteranti prodotte dall'intero settore, oltre a provocare processi di inquinamento significativi di acqua, suolo, biodiversità, e ha effetti sulla qualità del paesaggio, rappresentando la causa primaria dei processi di deforestazione dei Paesi terzi. Per questo, è importante scegliere prodotti provenienti da allevamenti biologici, che agiscano nel rispetto dell'ambiente e del benessere animale. In tale ottica, devono essere rispettati criteri specifici come l'allevamento di un numero di animali proporzionale alle dimensioni dell'azienda e devono essere monitorate qualità e tracciabilità della carne lungo tutta la filiera produttiva, compreso il trasporto. Gli allevamenti biologici mirano principalmente a garantire la qualità, rispettando i ritmi di crescita degli animali allevati e le loro necessità di spazio.

I vini biologici, allo stesso modo, rappresentano una delle eccellenze spesso ricercate non solo dai nostri consumatori ma anche all'estero. Un prodotto che, grazie all'elevata qualità, rappresenta alla perfezione i profumi e le fragranze del nostro territorio, ricco di paesaggi mozzafiato, storia e biodiversità. La qualità e la riconoscibilità del prodotto italiano restano le determinanti del suo successo sui mercati

48 Nomisma, 2022
49 Bio Bank, 2022
50 Meo, 2022
51 Sinab, dati aggiornati a novembre 2022

mondiali, tanto che l'export del made in Italy è cresciuto del 16% rispetto allo scorso anno, raggiungendo quota 3,4 miliardi di euro di vendite sui mercati internazionali.

Attraverso l'utilizzo di metodi ecocompatibili, i viticoltori biologici sono in grado di controllare i parassiti e le malattie, limitando così la contaminazione del suolo e delle falde acquifere. Inoltre, tutte le regole della viticoltura biologica hanno come obiettivo quello di minimizzare gli interventi anche nelle fasi successive, in cantina, e di puntare alla massima qualità del prodotto. L'incremento di vigneti bio è stato tumultuoso (+600% negli ultimi 20 anni e +114% negli ultimi 10) e vede l'Europa quasi senza rivali, con una superficie che arriva a coprire l'85% del totale. Da sole, Spagna, Francia e Italia, leader mondiali anche nella produzione di vino convenzionale, incidono per il 74% sull'estensione di vigneti biologici e hanno fatto registrare tassi di crescita nell'ultimo decennio di poco al di sotto della media mondiale, pur detenendo le superfici più ampie. Il numero complessivo di cantine coinvolte nella produzione di vino biologico in Italia è cresciuto moltissimo, arrivando nel 2021 a 2.139.[52]

I dati riguardanti l'agricoltura biologica riportano il 91,10% di prodotti regolari e senza residui e nessuna presenza di campioni multiresiduali. Per quanto riguarda i campioni con un solo residuo, la percentuale si attesta intorno al 5,48%. Contaminazione, questa, dovuta, molto probabilmente, alla vicina presenza di campi coltivati ad agricoltura convenzionale. Appare quindi chiaro come fondamentale sia l'implementazione delle aree ad alta biodiversità come siepi, boschetti ed alberature, soprattutto nelle aree di confine dei campi coltivati, che una specifica legislazione che stabilisca la creazione di fasce tampone nei limiti delle aree coltivate a biologico, evitando l'utilizzo di agricoltura convenzionale. Inoltre, sarebbe auspicabile la comunicazione obbligatoria degli eventuali trattamenti effettuati da parte dagli imprenditori agricoli che confinano con le aree coltivate a biologico.

Lo sviluppo del settore biologico deve andare di pari passo con il mondo della ricerca, dello sviluppo e delle innovazioni tecnologiche. Per questo, è di fondamentale importanza la sua relazione con le Università, che devono agevolare il processo di trasformazione dei metodi agricoli, trovando soluzioni sempre più performanti per gli agricoltori. Lo testimonia lo studio di *Iori et al.*, svolto in due località dell'Italia centro-meridionale: Tarquinia e Foggia. Nell'ambito della sperimentazione, è stato effettuato il monitoraggio fitopatologico di 27 diverse cultivar di frumento duro. Tale studio ha permesso l'individuazione delle varietà più resistenti alle malattie fungine[53].

L'individuazione di cultivar di frumento strategiche è fondamentale nell'ottica del raggiungimento degli obiettivi comunitari in modo da ottenere un migliore uso delle risorse naturali, la riduzione degli input esterni e la salvaguardia della biodiversità. La sostenibilità delle produzioni agrarie rappresenta ormai una via obbligata per rispondere agli obiettivi della riduzione del 20% dell'utilizzo dei fertilizzanti e salvaguardare la perdita di suolo. Diverse innovazioni tecniche e tecnologiche sono state proposte negli ultimi anni per migliorare la sostenibilità dei sistemi produttivi e ridurre quindi l'impiego di agrofarmaci

52 Del bello et al., 2021
53 Iori et al., 2022

e concimi. Particolarmente promettente è l'utilizzo di sostanze e microrganismi in grado di stimolare la crescita delle piante, incrementare la tolleranza a stress ambientali e migliorare l'efficienza d'uso delle risorse naturali degli agroecosistemi e degli input antropici. Per tali sostanze e microrganismi è stato proposto il termine di biostimolanti[54]. Nel 2010, il d.lgs. n. 75 ha dato una definizione di questi prodotti, che devono apportare al suolo o alla pianta sostanze che favoriscono o regolano l'assorbimento degli elementi nutritivi e migliorano i processi metabolici della pianta. Il decreto legislativo distingue tra prodotti ad azione sulla pianta (estratti di alghe e melasso e idrolizzati proteici) e prodotti ad azione sul suolo (inoculi di funghi micorrizici, estratto umico derivante da acque di vegetazione delle olive), indicando anche alcune caratteristiche chimiche a cui devono rispondere tali prodotti.[55]

1.10 IL BIOLOGICO IN DIFESA DEL SUOLO E DELLA SALUTE

Maria Grazia Mammuccini, presidente di FederBio

L'utilizzo di sostanze di origine naturale, con il divieto di impiego di prodotti di sintesi chimica rappresenta un principio distintivo essenziale della produzione biologica ed è uno degli elementi chiave per la transizione ecologica dei sistemi agricoli e alimentari. Per tanti anni l'uso della chimica di sintesi è apparso come un aiuto fondamentale per gli agricoltori; oggi le evidenze scientifiche ci dicono che non è così e sono numerosi gli studi che dimostrano come diserbanti e pesticidi di sintesi chimica siano molto dannosi per la salute umana, per l'ambiente e per la biodiversità. Il quantitativo totale dei pesticidi accumulati nel suolo, nell'acqua e addirittura nell'atmosfera aumenta costantemente perché si tratta, in gran parte, di sostanze che non si degradano. Secondo il "Global Assessment on soil pollution" (Fao e Unep, 2021) "l'analisi dei suoli agricoli in Europa ha dimostrato che l'80% contiene residui di pesticidi, con il 58% che presenta una mistura di varie sostanze".

A livello nazionale i rapporti Ispra sulla qualità delle acque che sono stati realizzati nell'ultimo decennio fanno emergere una crescita consistente dei punti di campionamento che risultano inquinati sia nelle acque superficiali che in quelle sotterranee: dal 2012 al 2018 i siti contaminati sono aumentati del 35% nelle acque superficiali e del 14% in quelle sotterranee. D'altra parte, la stessa relazione della Corte dei conti europea rileva come i progressi nella misurazione e nella riduzione dei rischi derivanti dall'uso dei pesticidi nell'Ue sono stati limitati. Diversi Stati membri hanno recepito in ritardo la direttiva sull'uso sostenibile dei pesticidi, mentre gli agricoltori non sono stati adeguatamente incentivati ad adottare metodi alternativi considerato che non c'è collegamento efficace tra l'obiettivo di ridurre in maniera concreta e misurabile l'uso dei pesticidi e i pagamenti a titolo della PAC. E nessuno verifica la reale consistenza del fenomeno pesticidi: mancano sistemi di monitoraggio appropriati relativi all'effettiva riduzione dell'uso dei pesticidi nel territorio dell'Ue.
Anche a livello nazionale, se andiamo ad analizzare quale è stata la destinazione delle risorse nel periodo di programmazione 2014-2020 dobbiamo registrare che il 9,5% dei fondi dei Piani di Sviluppo Rurale regionali (PSR) è stato destinato alla Misura 11 (finalizzata alla conversione e al mantenimento dell'agricoltura biologica) con un investimento pari a 1,7 miliardi di euro, mentre alla Misura 10 relativa ai "pagamenti agro climatico ambientali" è andato il 13% delle risorse, cioè 2,47 miliardi di euro. In quest'ultima misura non rientra l'agricoltura biologica, ma pratiche colturali – come l'agricoltura integrata e conservativa - che continuano a fare uso di pesticidi e fertilizzanti di sintesi a partire dal *Glifosato*.

54 Zagaria D., Gentile C., Catalano L., Melillo V.A.N. 2022
55 Lucini et al., 2015

L'Europa con le strategie *Farm to fork* e *Biodiversità 2030* ha adottato una svolta strategica, investendo sulla transizione ecologica dell'agricoltura e puntando a triplicare entro il 2030 le superfici coltivate a biologico e a ridurre del 50% l'uso di pesticidi. Raggiungere questi obiettivi costituisce una sfida di grande rilevanza che significa introdurre pratiche agroecologiche già utilizzate nel biologico anche per il resto dell'agricoltura. Il Piano Strategico Nazionale della PAC non ha assunto pienamente la svolta necessaria per raggiungere tutti gli obiettivi della Farm to Fork; tuttavia, ha adottato una scelta strategica a favore del biologico con l'obiettivo di raggiungere il 25% di superficie agricola coltivata a bio al 2027. Per tale obiettivo ha inserito un aumento considerevole di risorse destinate alla conversione e al mantenimento del biologico, trasferite dal Ministero dal primo pilastro allo sviluppo rurale e con la possibilità per le aziende biologiche di accedere agli ecoschemi previsti nel primo pilastro. Una scelta di questa natura può costituire un passo decisivo per la riduzione di pesticidi di sintesi chimica non solo per la maggior diffusione dell'agricoltura biologica, ma anche per il trasferimento di pratiche innovative agroecologiche al resto dell'agricoltura.

Un contributo determinante sarà la proposta della Commissione di nuovo regolamento sull'uso sostenibile dei pesticidi che può rappresentare uno strumento chiave per raggiungere gli obiettivi della strategia *Farm to fork*, quali la riduzione del 50% dell'uso di pesticidi chimici e la riduzione del 50% dell'uso di pesticidi più pericolosi entro il 2030. La proposta di regolamento in discussione a livello europeo riconosce in termini decisi il ruolo dell'agricoltura biologica nella riduzione dei pesticidi indicandola come priorità nei piani d'azione nazionali. Ridurre al minimo la dipendenza dagli input esterni è al centro dell'approccio del biologico alla salute delle piante, che si basa principalmente su misure preventive e indirette all'interno dell'agroecosistema. Quando necessario, possono essere utilizzati input esterni come i prodotti fitosanitari, ma solo se si tratta di "sostanze naturali o di derivazione naturale". I fitofarmaci a base di sostanze naturali rappresentano quindi una parte limitata ma essenziale, soprattutto per le colture specializzate come frutta, vite, ortaggi. Le sostanze autorizzate sono selezionate sulla base di un rigoroso insieme di criteri, con l'obiettivo di escludere qualsiasi input che possa causare problemi legati alla tossicità ambientale, umana e animale. L'impatto complessivo dell'agricoltura biologica sull'ambiente è quindi estremamente limitato. Investire in ricerca innovazione e formazione per l'agroecologia verso tecniche colturali che escludano o riducano drasticamente la necessità d'uso dei pesticidi con progetti finalizzati al trasferimento d'innovazione e alla diffusione di approcci agroecologici sarà fondamentale per il futuro, così come l'incentivazione all'utilizzo di prodotti e **tecniche di biocontrollo** all'interno delle aziende agricole legato a specifiche attività di formazione. Decisivo a tale proposito è

Per formare un centimetro di terreno fertile ci vogliono fino a 10.000 anni. Per rovinare irrimediabilmente un campo bastano pochi decenni di attività agricole non sostenibili. Secondo *ISPRA* (Istituto Superiore Protezione e Ricerca Ambientale), un terzo del suolo italiano risulta degradato e ogni anno se ne perdono circa 50km2 a causa dell'urbanizzazione. Ciò nonostante, la salute del suolo è un argomento spesso trascurato quando si parla di crisi ambientale e cambiamenti climatici.

La salute del suolo è minacciata dall'attività umana: tra l'altro, da un'agricoltura che non ne rispetta i cicli naturali e la biodiversità, come spiega il rapporto FAO "*Global soil pollution assesment*".

Per questo, dall'estate del 2021, nell'ambito del progetto Cambia la Terra, FederBio, insieme con Legambiente, Lipu, Medici per l'ambiente, Slow Food e WWF, promuove *"La Compagnia del Suolo"*, una campagna di sensibilizzazione sull'importanza dei terreni italiani.

La campagna che ha visto tre giovani percorrere l'Italia da Nord a Sud per prelevare suoli in campi bio e convenzionali. Obiettivo: individuare la presenza di pesticidi nei terreni agricoli e informare l'opinione pubblica sull'importanza della salute del suolo. *"La Compagnia del suolo"* ha percorso più di 4.000 chilometri, incontrato decine di esperti e parlato con centinaia di consumatori e produttori. Grazie all'aiuto di agronomi e tecnici sono stati raccolti campioni di terreno in 24 campi per valutare la presenza di sostanze nel suolo: un monitoraggio dimostrativo con finalità di comunicazione.

I risultati, in breve: nei campi convenzionali sono state ritrovate ben 20 sostanze chimiche di sintesi tra insetticidi, erbicidi e fungicidi. La sostanza più rilevata è il *Glifosato*, che compare in 6 campi convenzionali su 12, seguito dall'*AMPA*, un acido che deriva dalla degradazione del *Glifosato*. Si tratta dell'erbicida più usato al mondo, che ha effetti sulla salute degli ecosistemi e su quella umana, e che è rientrato nella lista delle sostanze *"probabilmente cancerogene"* dello Iarc di Lione (Agenzia internazionale per la ricerca sul cancro). Delle altre 18 sostanze chimiche di sintesi ritrovate, ben 5 risultano revocate da anni: due, il famigerato DDT e il suo metabolita DDE (sostanza che proviene dal degrado della molecola originaria), resistono in un campo presumibilmente da 44 anni, in quantità non trascurabili. Le altre (*Permetrina e Imidacloprid*), vietate rispettivamente nel 2001 e nel 2018, sono state ritrovate in un campo di pomodori; l'ultima (*Oxodiazon*) revocata nel 2021, in un pereto.

Per quanto riguarda i campi biologici, le sostanze di sintesi rilevate sono solo 3, tra cui: un insetticida contro le zanzare, probabilmente proveniente dalle abitazioni vicine, e, in uno stesso, campo DDT e DDE. Si tratta con ogni evidenza di contaminazioni accidentali, da cui il bio cerca da sempre di difendersi.

I risultati del monitoraggio dimostrativo evidenziano che i dati relativi ai campi coltivati con il metodo biologico sono decisamente migliori rispetto a quelli coltivati in convenzionale a conferma che il bio è un metodo di produzione che favorisce la tutela del suolo e della biodiversità. Le quantità di residui chimici di sintesi nei campi convenzionali è un dato di fatto, soprattutto per le produzioni intensive, dove si conferma l'urgenza di ridurre l'uso di pesticidi di sintesi chimica per le quali il biologico può offrire soluzioni innovative sperimentate da anni con il biocontrollo.

La crisi internazionale e la mancanza di materie prime rimettono al centro il ruolo fondamentale dell'agricoltura. Tutelare e monitorare la salute dei suoli è un investimento necessario per supportare l'intero sistema agricolo.

aumentare le alternative disponibili per il biocontrollo puntando ad un processo di registrazione dedicato per le sostanze naturali.

Occorre infatti una maggiore coerenza tra gli obiettivi della proposta di nuovo regolamento sull'uso sostenibile dei pesticidi (SUR) e il processo di autorizzazione dell'Ue per le sostanze attive (Reg. 1107/2009), che deve essere adattato alle sostanze naturali, le uniche ammesse in agricoltura biologica. Per raggiungere gli obiettivi della proposta di nuovo regolamento è fondamentale aumentare la disponibilità di alternative ai pesticidi di sintesi, come sostanze di base o prodotti fitosanitari a base di sostanze presenti in natura. Tuttavia, poiché l'attuale processo di approvazione dell'Ue per le sostanze attive non è adattato alle sostanze naturali, questo impedisce un aumento della disponibilità di alternative ai pesticidi sintetici. Per le sostanze naturali occorre stabilire una categoria a sé stante all'interno del regolamento, come presupposto legale per un processo di autorizzazione dedicato, che tenga conto delle loro caratteristiche specifiche. Anche le sostanze naturali devono essere sottoposte a una rigorosa valutazione del rischio per assicurarsi che siano autorizzate solo quelle che sono sicure per la salute umana e l'ambiente. La valutazione del rischio delle sostanze naturali deve però essere adattata alle caratteristiche specifiche, in particolare alla loro precedente esistenza nell'ambiente naturale, alla complessità e variabilità della loro composizione e al loro più ampio raggio d'azione.

Molti sono gli attacchi volti a indebolire la proposta per un regolamento sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari e a ritardarne l'adozione, ma questo atto legislativo è invece necessario e urgente per raggiungere gli obiettivi delle strategie *Farm to fork* e *Biodiversità 2030* e rendere concreto il processo di transizione ecologica in agricoltura. La modifica della direttiva sull'uso sostenibile dei pesticidi e le scelte conseguenti all'interno della PAC sono quindi essenziali per intraprendere un nuovo percorso. Il suo miglioramento infatti potrà permettere non solo l'ampliamento di pratiche già assodate nelle coltivazioni biologiche, ma anche la possibilità di intraprendere studi e ricerche indipendenti per valutare gli effetti dei pesticidi sulla salute dei cittadini e sull'ambiente anche in relazione all'aspetto del multiresiduo fino ad ora non adeguatamente indagato. Servono infine limiti più stringenti e sistemi di monitoraggio efficaci per verificare l'effettiva presenza di pesticidi nelle acque, nel suolo e nel cibo, attivando anche un sistema di controllo sulla presenza dei pesticidi nel corpo umano a partire dagli agricoltori e dalle loro famiglie che sono tra i soggetti più esposti".

2. PESTICIDI E AMBIENTE

In passato, si riteneva che un qualsiasi inquinante rilasciato in natura si sarebbe poi disperso in modo tale da non poter causare effetti negativi. Il cosiddetto *"paradigma della diluizione"* che escludeva a priori il concetto di inquinamento. I fatti accaduti a Minamata[56] lanciarono un messaggio chiaro: tutto ciò che viene immesso in ambiente tornerà indietro sotto altre forme. Le cose cambiarono gra-

56 Minamata è divenuta tristemente nota per essere una baia in Giappone in cui gli abitanti si ammalarono irrimediabilmente per via delle ingenti quantità di mercurio immesso in acqua attraverso le estrazioni minerarie e successivamente metilato ad opera di alcuni batteri.

zie a *Rachel Carson*, biologa statunitense che, con il suo libro *"Silent Spring"*, innescò una svolta nell'utilizzo dei fitofarmaci, raccogliendo prove di quanto il *DDT* e il suo metabolita *DDE* riuscissero ad accumularsi nei lipidi e a entrare nella catena trofica degli ambienti acquatici e non, producendo effetti tossici diretti e indiretti fino a raggiungere i *top predators*[57] a causa di quella che viene definita biomagnificazione[58].
Sotto il profilo normativo, vi è una grossa lacuna riguardante l'analisi delle matrici ambientali, in particolare del suolo. Secondo la Direttiva 2000/60/CE del Parlamento europeo, è necessario effettuare la ricerca di pesticidi nella matrice acqua ma non esiste analoga Direttiva per la matrice suolo. Ciò sarebbe invece importante, essendo esso una risorsa fondamentale ed essendo altrettanto tali i servizi ecosistemici che svolge. Un suolo sano è il punto di partenza per la produzione di alimenti sani e sicuri e, per questo motivo, è necessario svolgere un'adeguata ricerca di fitofarmaci anche in questa matrice.

I fitofarmaci si ritrovano non soltanto nel luogo di utilizzo. A causa dell'*effetto deriva*, le particelle sospese nell'aria possono arrivare a contaminare anche terreni contigui[59] particolarmente sensibili come le zone abitate e i campi convertiti al biologico e, di conseguenza, anche i cittadini che vi abitano. A dimostrazione di ciò, vi è lo studio di *Alleva et al.* del 2016 in cui viene evidenziato come si ritrovino nelle urine di cittadini, non esposti professionalmente, concentrazioni maggiori del metabolita *Chlorpirifos-methyl* correlati alla distanza tra l'abitazione e le coltivazioni frutticole intensive[60]. Questo è dovuto alla mancanza di *"zone buffer"*, che impediscono che la contaminazione si propaghi fino a raggiungere gli ecosistemi acquatici attraverso fenomeni di *run-off* e percolazione, contaminando laghi, fiumi e le acque di falda. Nell'ambito di un'adeguata conservazione della qualità delle acque, la dispersione di molecole di sintesi in agricoltura rappresenta un rischio per la salvaguardia di organismi che abitano in questa matrice. Purtroppo, come vedremo in seguito, il quadro presentato da *ISPRA* è tutt'altro che rassicurante[61].

2.1 PESTICIDI NELLE ACQUE

Le proprietà dei pesticidi, come idrosolubilità e volatilità, ne influenzano il loro destino una volta immessi in ambiente. Dobbiamo tener conto che sono circa 400 le sostanze che si trovano in vendita e che svolgono un'elevata pressione sull'ambiente, in particolare su quello acquatico. Oltre a queste, c'è da tenere conto anche di quelle non più in commercio che, essendo purtroppo ancora altamente persistenti, si ritrovano ancora in molte matrici. Nell'ultimo rapporto nazionale riguardante i pesticidi nelle acque redatto da *ISPRA* e riferito al biennio 2019-2020, sono stati analizzati 31.275 campioni per un totale di 426 sostanze attive ricercate. Nelle acque superficiali sono stati trovati pesticidi nel 55,1% dei 1.837 punti

57 Carson, 1962.
58 Aumento della concentrazione di una sostanza lungo la catena trofica. Bargagli et al.,1998.
59 Bernasconi et al., 2021
60 Alleva et al., 2016
61 Se è vero che nel Nord del Paese la presenza dei pesticidi risulta più elevata della media nazionale deve essere tenuto presente che vi è una disomogeneità nel numero dei campioni e dei siti di prelievo.

di monitoraggio, in quelle sotterranee nel 23,3% dei 2.551 punti. In totale, sono state trovate 183 diverse sostanze, rappresentate per la maggior parte da erbicidi.

Nelle acque superficiali si è verificato il superamento dei limiti ambientali nel 30,5% dei casi. La sostanza maggiormente ritrovata è costituita dall'erbicida *Glifosato* e dal suo metabolita *AMPA*, seguiti da *Metalaclor* e il metabolita *Metalaclor-esa.* Tra i fungicidi, invece, sono stati ritrovati *Azossistrobina*, *Dimetomorph*, *Carbendazim* e *Metalaxil*. Nelle acque sotterranee, il superamento dei limiti ambientali è stato registrato nel 5,4% dei casi. Le sostanze maggiormente rinvenute sopra il limite sono: il metabolita *Metalaclor-esa*, gli erbicidi *Bentazone*, *Glifosato* e *AMPA*, l'insetticida *Imidacloprid* e il fungicida *Metalaxil*[62]. Il problema legato al *Glifosato* è la sua ormai globale e ubiquitaria diffusione, fatto che lo rende uno dei principali contaminanti delle acque. La sostanza è attualmente approvata in Unione, ma in Italia, dal 2016, ne è stato vietato l'uso nei luoghi pubblici nel periodo che precede il raccolto e l'impiego non agricolo nelle aree vulnerabili (DM 193/2016).

A seguito di una nuova valutazione della sostanza, sulla base di un'ampia revisione delle prove scientifiche, il Comitato per la valutazione del rischio (RAC) di *ECHA* il 30 maggio dell'anno corrente ha confermato l'attuale classificazione di pericolo per gravi lesioni oculari e tossicità per gli organismi acquatici.[63]Oltre a essere generato a seguito della bio/fotodegradazione del *Glifosato*, l'*AMPA* risulta essere il principale prodotto di degradazione di una serie di composti fosfonati di largo utilizzo in ambito urbano e industriale. Rispetto allo scorso decennio, i fosfonati sono oggi maggiormente impiegati nella formulazione di detergenti e decalcificanti per applicazioni di tipo industriale e domestico, con conseguente aumento dell'immissione nella matrice acquatica. Secondo alcune recenti evidenze, i moderni impianti di trattamento dei reflui sarebbero in grado di rimuovere efficientemente questi composti dalle acque, ma i processi di degradazione biotica e abiotica negli impianti rilasciano *AMPA* che, al contrario, mostra un'elevata capacità di oltrepassare le convenzionali fasi di trattamento[64], accumulandosi nei bacini idrici riceventi. Rilevante dal punto di vista ambientale è che, oltre al singolo residuo, si assiste con frequenza a una miscela di sostanze: in media, 4,3 con un massimo di 31 nelle acque superficiali e 32 nelle acque sotterranee. La forte presenza di erbicidi è legata al fatto che una grossa quantità viene dispersa in ambiente, a causa principalmente dell'intensità del vento durante l'applicazione, ma anche per via di umidità, temperatura e per le fuoriuscite dagli applicatori delle macchine agricole[65] e, successivamente, attraverso le precipitazioni atmosferiche che ne determinano un trasporto ancora più rapido, arrivando nei corpi idrici superficiali e sotterranei.

Questi dati evidenziano come il *Glifosato* abbia tempi di degradazione tutt'altro che brevi, con conseguente riduzione della biodiversità e peggioramento del fenomeno di dissesto idrogeologico. Numerosi sono poi gli studi che segnalano danni alla fauna, in particolare su anfibi, lombrichi e api. È senza dubbio

62 ISPRA, 2022
63 ECHA Website
64 Garnett, 2011
65 Langenbach et al., 2017

questo l'aspetto più preoccupante: il *Glifosato* e i pesticidi in generale, una volta arrivati nell'ecosistema acquatico, interagiscono con le specie animali e vegetali, creando effetti a cascata dannosi per l'equilibrio dell'ecosistema con ripercussioni su tutti i livelli trofici. In bibliografia, si trovano molti esempi di come alcuni fungicidi causino una diminuzione delle cosiddette *"specie chiave"*,[66] oppure, come nel caso specifico dell'erbicida *Atrazina*, di come questa abbia innescato una serie di reazioni a catena, partendo dalla scomparsa di microalghe flottanti e arrivando a causare immunosoppressione negli anfibi, rendendoli più vulnerabili alle infezioni.[67] [68]

2.2 PESTICIDI DI SINTESI IN AGRICOLTURA: MONITORARLI MEGLIO E PUNTARE ALLA LORO GRADUALE ELIMINAZIONE

Come noto da tempo e recentemente ribadito nel rapporto FAO-UNEP *Global Assessment of Soil Pollution* (2021), "l'uso eccessivo e improprio dei pesticidi causa danni indesiderati alle specie non bersaglio, mentre la persistenza nell'ambiente e i residui tossici possono impattare su specie utili e organismi non bersaglio, come gli esseri umani, e possono contaminare le acque e i suoli a scala globale, incluse aree remote come quelle polari". Ciò nonostante, nel mondo, l'intensità d'uso dei pesticidi in agricoltura è aumentata del 68% tra il 1990 e il 2018, passando da 1,5 a oltre 2,6 kg/ha/anno. Questi valori sono in parte imputabili all'aumento esponenziale dell'uso del pesticida più diffuso – il *Glifosato* – cresciuto in vent'anni (1994-2014) da 53,6 a 825,8 migliaia di tonnellate, soprattutto a causa dell'introduzione in commercio delle colture geneticamente modificate con l'introduzione del gene di resistenza all'erbicida. L'incremento dell'uso dei pesticidi è avvenuto soprattutto in Asia e nelle Americhe, mentre in Europa il trend è solo leggermente in crescita e sostanzialmente costante se riferito alle quantità totali di pesticidi impiegati. Nel nostro Paese, dal 2009 ad oggi si osserva una diminuzione di quest'ultimo valore di circa il 30% (elaborazione personale su dati ISTAT), dato apparentemente confortante, che però non tiene conto della contemporanea riduzione delle quantità di terre coltivate, anch'esse in costante diminuzione. Rapportando il dato alla quantità di terreni effettivamente coltivati in Italia, si arriva a stimare una riduzione del 21% delle quantità di pesticidi impiegati, largamente insufficiente per arrivare all'obiettivo del 50% fissato dalla strategia *Farm to fork* del Green Deal europeo per il 2030. Inoltre, è da notare che le quantità di pesticidi utilizzati dai nostri agricoltori sull'unità di superficie sono tra i 15 e i 20 kg/ha/anno, cifre di circa 10 volte superiori alla media planetaria, largamente insostenibili dal punto di vista ambientale e non solo.

Queste enormi quantità di pesticidi impiegate nell'agricoltura italiana imporrebbero un costante e rigoroso monitoraggio dei loro residui in tutte le componenti ambientali. Tuttavia, mentre il sistema nazionale monitora regolarmente la presenza di pesticidi negli alimenti e nell'acqua, nel suolo, primo recettore delle sostanze chimiche di sintesi utilizzate in agricoltura e la cui fertilità è la base della produzione agraria, la presenza di molecole potenzialmente dannose per l'ambiente non viene invece rilevata sistematicamente. Così facendo, ignoriamo quali siano gli effetti dei residui di pesticidi sulla

66 Muller et al., 2019
67 Schuhmann et al., 2022
68 Cascades, P. I. T. Pesticide Use Harming Key Species Ripples through the Ecosystem.

miriade di organismi che popolano il suolo e sulle funzioni ecologiche che essi svolgono. Alcuni principi attivi hanno tempi di persistenza nel suolo molto lunghi, e sono quindi in grado di interferire con gli organismi tellurici per un periodo considerevole, con effetti tuttora largamente ignoti, così come ignoto (e ignorato) è l'*effetto cocktail* dovuto alla presenza di residui di molteplici pesticidi.

È pertanto necessario che si dia inizio a un monitoraggio continuo dei residui della chimica di sintesi nel suolo, con il supporto delle istituzioni di ricerca. L'unico monitoraggio abbastanza completo sui residui di pesticidi nei suoli europei ha evidenziato la presenza di 43 sostanze (57% di quelle studiate) nell'83% dei campioni, con residui multipli rilevati nel 58% dei casi e 166 combinazioni diverse di residui. Le massime concentrazioni rilevate variavano tra 2,05 mg/kg (sostanze singole) e 2,87 mg/kg (sostanze multiple). Occasionalmente, i valori hanno superato le concentrazioni ambientali previste (PEC). I pesticidi più comunemente rilevati sono il *Glifosato* e i suoi metaboliti (es. *AMPA*), i fungicidi e – addirittura – il *DDT* e i suoi residui (es. *DDE*), il cui uso è stato bandito in Italia nel 1978.

La *"Compagnia del Suolo"*, una campagna di sensibilizzazione e monitoraggio dimostrativo condotta nel 2021-22 nell'ambito del progetto *"Cambia la Terra"*, promosso da FederBio, Legambiente, Lega Italiana Protezione Uccelli (LIPU), Medici per l'Ambiente, Slow Food e WWF, con il patrocinio dell'*ISPRA*, ha individuato nel *Glifosato* il pesticida più spesso presente nei suoli italiani. In tutti i campi, biologici e convenzionali, è stato trovato il rame. Tuttavia, contrariamente a quanto molti pensano, in quasi la metà dei casi (5 su 12) i residui di rame erano presenti in quantità significativamente più elevate nei campi convenzionali che in quelli biologici.

Da queste evidenze e per stimarne compiutamente il rischio o mitigarlo, deriva la necessità non solo di monitorare continuamente la presenza di pesticidi e loro metaboliti in tutte le componenti ambientali fino alla loro concentrazione negli alimenti e nei tessuti e fluidi umani, ma anche quella di arrivare ad una progressiva riduzione dell'uso di pesticidi di sintesi fino alla loro eventuale eliminazione. È interessante notare come il 50% delle nuove domande di registrazione di pesticidi in Europa riguardi prodotti non di sintesi, come quelli a base microbica o di estratti vegetali. Tra i prodotti di sintesi in fase di rinnovo di autorizzazione emerge come paradigmatico il caso del *Glifosato*.

Il 15 dicembre 2022 scadrà la proroga quinquennale concessa al *Glifosato* nell'Unione europea, ma la valutazione del rischio fatta da *EFSA* sarà disponibile solo a luglio 2023. Inizialmente, il *Glifosato* era considerato un erbicida "ecologico" perché ha tempi di degradazione rapidi, ma con l'introduzione delle colture transgeniche resistenti al *Glifosato* e la conseguente applicazione anche in coltura si è avuta una forte accelerazione della selezione della flora infestante, tant'è che, al momento, ben 56 specie di erbe infestanti hanno sviluppato resistenza a questo erbicida. Nonostante l'allungamento dei tempi della decisione comunitaria sul rinnovo dell'autorizzazione, è evidente che si andrà verso una progressiva restrizione all'uso del *Glifosato*; alcune regioni e stati UE si sono già espressi in questo senso. Pertanto, c'è urgente bisogno di soluzioni valide, dal punto di vista tecnico ed economico, che permettano di svincolarsi dall'uso di questo erbicida.

Una recente ricerca condotta in collaborazione tra la Scuola Superiore Sant'Anna e l'Università di Pisa ha dimostrato che è possibile sviluppare sistemi colturali efficienti a basso o nullo impiego di *Glifosato* attraverso

un uso razionale della biodiversità coltivata. Nell'esperimento, realizzato presso un'azienda commerciale col diretto coinvolgimento dell'agricoltore, si è intervenuti su una rotazione tipica del Centro Italia: frumento, seguito da una coltura di copertura (veccia vellutata) atta a fornire azoto e limitare l'espansione delle piante infestanti; e da un'altra coltura da reddito, il girasole. Nei sistemi convenzionali con colture di copertura senza lavorazione del terreno, il girasole viene seminato dopo aver sfalciato la coltura di copertura e aver applicato il *Glifosato*, che serve per limitarne la ricrescita quando il girasole è in campo. L'alternativa sviluppata si basa sull'impiego del roller crimper, un rullo sagomato in maniera tale da schiacciare la vegetazione e sfibrarla per impedire che ricresca, soluzione semplice ed economica che l'agricoltore partner si era costruita in azienda. Nell'esperimento, dopo aver passato il rullo, in alcuni casi si è utilizzato il *Glifosato* e in altri no. Quando il passaggio col rullo è stato fatto col 70% delle piante di veccia in fioritura, il risultato è stato più che soddisfacente: oltre ad un buon controllo delle piante infestanti, il girasole ha prodotto tanto quanto nel sistema col *Glifosato* ed è risultato ancor più efficace dal punto di vista economico. Questo sistema può essere adattato a molte altre tipologie di rotazioni, anche con colture ortive.

Risultati come questo dimostrano che è tecnicamente possibile ed economicamente sostenibile ridurre fortemente o eliminare l'uso dei pesticidi in agricoltura, ed apre la via ad un approccio agroecologico alla protezione delle colture, basato sulla prevenzione invece che sulla cura, sulla diversificazione colturale e sull'esaltazione delle interazioni ecologiche positive tra organismi dell'agroecosistema e gestione agronomica; il tutto con l'obiettivo primario di ridurre fortemente l'utilizzo della chimica di sintesi in agricoltura. Sempre più ricercatori ed operatori del settore ritengono che questo sia un obiettivo reale e raggiungibile in tempi non troppo lunghi. La politica comunitaria ci crede e anche le più importanti istituzioni di ricerca europee, che nel 2020 hanno dato vita ad un'alleanza di ricerca (*European Research Alliance towards Chemical Pesticide-Free Agriculture*) allo scopo di sviluppare innovazioni per la graduale eliminazione dell'uso dei pesticidi di sintesi, con oltre 30 istituzioni partner e centinaia di ricercatori coinvolti. Anche parte dell'industria agrochimica comincia a capire che il vento è cambiato, almeno in Europa, e sta progressivamente investendo nel settore dei biopesticidi. Pertanto, è il momento di accelerare decisamente verso una vera transizione agroecologica, supportando gli indirizzi programmatici della Commissione europea per un'agricoltura sempre più verde.

2.3 RIDURRE I PESTICIDI PER FAVORIRE LA RESILIENZA DELLA BIODIVERSITÀ DEL SUOLO

Carlo Jacomini[a] & Lorenzo D'Avino[b]

a *ISPRA Centro nazionale per la rete nazionale dei laboratori, area Biologia, Lab. di ecologia del suolo e del territorio*

b CREA Centro di ricerca Agricoltura e Ambiente, sede di Firenze

Ridurre i pesticidi è uno degli obiettivi delle nuove strategie dell'Unione Europea, che si è impegnata a dimezzarli entro il 2030. L'obiettivo di riduzione dei pesticidi, detti anche prodotti fitosanitari o prodotti per la protezione delle piante (*Plant Protection Products*, PPP) , viene ripetuto in diversi documenti ufficiali

dell'Unione Europea: nel Green Deal, nella Strategia Europea sulla Biodiversità entro il 2030, nella nuova Strategia Europea per il suolo, che sta portando finalmente a delineare e a discutere una legge europea per la salute del suolo (prevista in uscita nel 2023), nella strategia *Farm to fork*, nella strategia detta "pronti per il 55%", nell'obiettivo 4 per mille e nella strategia *Zero pollution* (inquinamento azzerato).

Come si è arrivati a perseguire in maniera tanto ossessiva questo obiettivo così ravvicinato e stringente? Innanzitutto, perché la corsa alla ricerca delle più efficaci sostanze attive di nuova generazione (indotta dalla resistenza naturale dei patogeni e dei parassiti alle sostanze tossiche usate contro di loro e dalla conseguente evoluzione di ceppi resistenti ai principi attivi usati in agricoltura) ha portato in pochi anni i cosiddetti PPP ad aumentare rispetto al *DDT* la propria tossicità di oltre 7000 volte. Il che implica che la riduzione dei pesticidi entro il 2030 del 50% (in massa) non sia una reale diminuzione della loro tossicità a livello europeo, in seguito all'aumento della concentrazione dei principi attivi. In secondo luogo, perché è stato avvalorato sperimentalmente che la presenza nei campi di pesticidi avveleni non solo i parassiti e i patogeni che si vogliono controllare, ma anche gli organismi non-target, riducendo la biodiversità del suolo, quella componente misconosciuta della natura che garantisce tutti i principali servizi ecosistemici. Infatti, assume un ruolo decisivo nella decomposizione della sostanza organica, nel sequestro del carbonio in humus fertilissimo, nell'apertura dei micropori del suolo, diminuendo i tempi di corrivazione dell'acqua piovana e prevenendo le alluvioni e le frane, oltre a garantire un filtro naturale per molte sostanze e una fonte inesauribile di medicine.

La fauna del suolo viene classificata in microfauna (protozoi, nematodi, rotiferi e tardigradi), mesofauna (enchitreidi e microartropodi), macrofauna (millepiedi, centopiedi, isopodi, insetti, ragni e lombrichi) e megafauna (vertebrati). Ciascuna di queste componenti agisce in un continuum detto rete trofica di detrito (*D'Avino*, 2021), che è ben più complessa dell'analoga rete che si sviluppa nei mari tropicali. Tale rete risulta minacciata dalla presenza di prodotti fitosanitari, oltre che dalle fertilizzazioni e dai trattamenti meccanici del terreno e in generale dalle operazioni colturali intensive. In particolare, l'utilizzo di fumiganti e geodisinfestanti, principalmente in orticoltura, promuove l'errore concettuale che per coltivare occorra un suolo in cui venga eliminata ogni forma di vita nel suolo, mentre può solo condurlo a sterilità e a una dipendenza dell'agricoltura da input chimici.

Viceversa, il suolo non va visto solo come terreno (matrice di alimentazione delle piante): l'agricoltura naturale (*Fukuoka*, 1978) e l'agroecologia in generale raccontano come sia possibile coltivare seguendo e rinnovando le tradizioni agricole millenarie. In generale, lo sviluppo di tecniche agroecologiche quali ad esempio la permacoltura, l'agricoltura rigenerativa, l'agricoltura conservativa (se esclude l'uso di erbicidi) consente di ridurre il consumo di idrocarburi e di allinearsi con le politiche nazionali di tutela ambientale. Peraltro l'utilizzo di macchine pesanti, talora non motivato o eccessivo, genera compattamento del suolo, che non fa drenare adeguatamente l'acqua, soffoca le radici, impedisce gli scambi gassosi e crea un vero tappo alla circolazione di fauna e microflora. Tutti questi fattori facilitano ancor più gli squilibri ecologici dovuti all'uso dei pesticidi, che in questa maniera agiscono sugli strati superficiali delle popolazioni del suolo, riducono la resistenza agli stress ambientali degli agroecosistemi e ne diminuiscono la resilienza (intesa come la velocità con cui una comunità o un sistema ecologico ritorna alle condizioni iniziali dopo uno stress).

Nel 2020, *ISPRA* ha pubblicato un approfondito rapporto per valutare sperimentalmente l'efficacia delle misure del Piano d'Azione Nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari (*PAN*), per la tutela della biodiversità. Lo studio si è basato su terreni situati in aree protette dove si confrontavano campi gestiti ad agricoltura integrata trattati con prodotti fitosanitari e campi gestiti ad agricoltura biologica non trattati, o trattati solo con sostanze ammesse nel biologico. Da questi studi comparati, svolti su vigneti, risaie e noccioleti in Piemonte e nel Lazio, si ricavano almeno tre importanti considerazioni (*D'Antoni et al.*, 2020): 1) che l'uso dei pesticidi danneggia direttamente la fauna del suolo, e in particolare i microartropodi edafici; 2) che i "prodotti fitosanitari" interagiscono negativamente con la fauna del suolo anche se sono diretti ad altre componenti dell'agroecosistema, come i funghi o le piante; 3) che il rispetto alla lettera delle indicazioni date sulle etichette serve a mantenere anche nei sistemi convenzionali un minimo di ripresa naturale, che consente lo sviluppo dei servizi ecosistemici e il rispetto dei cicli naturali. Mentre finora, una mentalità diffusa tra gli agricoltori è stata *"più ce ne metto più funziona"*, anche superando le dosi raccomandate in etichetta; per fortuna questo rischio dovrebbe diminuire, grazie alla sensibilizzazione operata in questi anni, ma anche in seguito alla crisi ucraina e la diminuzione dell'offerta, che ha determinato una triplicazione dei prezzi di questi composti. Ciò può favorire la produzione biologica che, se attuata coscienziosamente e promuovendo la salute dei suoli potrà ridurre progressivamente i costi per fertilizzazione e difesa delle piante.

Una panoramica sulle *Aree Natura 2000*, la rete di aree protette sotto la direttiva *"Habitat"* e quella *"Uccelli"* e sui rischi potenziali dell'utilizzo dei prodotti fitosanitari in tali aree (*ISPRA*, 2015), ha generato una mappa del rischio con valori elevatissimi, soprattutto in quelle aree dove i processi sono irreversibili e minacciano la quasi totalità delle specie e degli habitat. Tale pressione verso le aree protette non è solo interna, dovuta alla presenza di aree agricole all'interno delle aree *Natura 2000*, dove pochissime aziende sono a conduzione biologica, ma è anche esterna, nel senso che gli invasi e i bacini idrografici da cui sversano le acque meteoriche fanno drenare i pesticidi dai campi limitrofi, determinando un accumulo che spesso viene registrato come esubero dei limiti (*ISPRA*, 2022 , e precedenti rapporti sui pesticidi nelle acque) sia nelle acque superficiali sia in quelle di falda, con possibili conseguenze sulla salute umana, su quella degli ecosistemi e anche delle generazioni future.

La buona notizia, di solo pochi mesi fa, è che finalmente (dopo appena 21 anni!) l'Italia ha ratificato la convenzione di Stoccolma sugli inquinanti persistenti organici, impegnandosi a debellare queste sostanze e ridurne la presenza, bonificando le aree inquinate, e assolutamente non producendone o acquistandone più. Questo implica una revisione degli attuali limiti di legge e la programmazione di una ulteriore riduzione dei limiti entro 5 anni dall'applicazione del regolamento. Un bel respiro per l'ambiente e la vita in generale. Spetterà a tutti vigilare perché l'attuazione delle nuove misure previste dal Regolamento (UE) 2019/1021 (e in particolare, dalla revisione dell'Allegato IV), diventate assai restrittive e finalmente a tutela della salute, venga effettivamente applicata e mantenuta.

Una gestione sostenibile del suolo prevede un mantenimento o un miglioramento della salute del suolo, che può avvenire solo grazie alla perseveranza di tecniche meno invasive possibili verso le comunità che lo abitano.

2.4 LE API: PROBLEMATICHE E IMPIEGO DI QUESTI FONDAMENTALI BIOINDICATORI

Tommaso Campani, Ilaria Caliani, Silvia Casini, Università degli Studi di Siena

Gli impollinatori selvatici, api, bombi, vespe, farfalle, falene, mosche, sirfidi, scarabei, coccinellidi, ecc. sono cruciali negli agroecosistemi poiché si occupano dell'impollinazione del 71% delle specie coltivate che producono il 90% del cibo nel mondo. Inoltre, aiutano a mantenere la biodiversità e la bellezza del mondo naturale. Molti studi hanno evidenziato come pressioni antropogeniche multiple (cambiamenti climatici, perdita di habitat, inquinamento, utilizzo sempre maggiore di pesticidi) stiano portando ad un forte declino dei pronubi.

I cambiamenti climatici, con le modificazioni delle temperature stagionali, causano l'anticipazione delle fioriture interferendo con la capacità di raccolta del polline da parte delle bottinatrici con conseguenze sulla salute delle api soprattutto in un periodo delicato come la primavera in cui gli sciami, uscendo dall'inverno, hanno necessità di nutrimento per rafforzare l'arnia. Il meteo estremo che ha caratterizzato gran parte del 2022 con onde di calore, incendi, periodi di siccità alternate a tempeste ha colpito molte specie selvatiche e le api già sottoposte a notevoli stress. I prolungati periodi di siccità riducono la disponibilità di fioriture e di conseguenza di polline con una minor produzione di miele. Queste condizioni climatiche colpiscono duramente anche le api selvatiche autoctone che a differenza delle colonie di api gestite dagli apicoltori, non ricevono supplementi alimentari che le proteggono.

I terreni agricoli coprono più del 35% della superficie terrestre e l'agricoltura si sta espandendo ed intensificando in molte regioni del mondo per andare incontro ai sempre più crescenti fabbisogni della popolazione umana. La riduzione degli habitat e delle risorse disponibili, sono causate dall'intensificazione delle monocolture che producono su larga scala soltanto alcune tipologie di colture e da paesaggi agricoli sempre più frammentati, rappresentando una minaccia per la sopravvivenza delle api. La riduzione della biodiversità vegetale, priva le api dell'accesso ad un'ampia varietà di risorse floreali necessarie per il soddisfacimento delle loro esigenze nutrizionali, necessarie per garantire lo sviluppo della prole, la salute, la longevità e la sopravvivenza in generale della popolazione. Inoltre, la minor disponibilità di biodiversità vegetale mette in competizione le api allevate con gli impollinatori selvatici causando un'ulteriore diminuzione della biodiversità di questi importanti insetti.

I pesticidi rappresentano la principale causa di declino delle api in tutto il mondo. Gli impollinatori entrano in contatto con i pesticidi, che possono trovarsi in sospensione atmosferica (l'applicazione più comune è per spray aereo) ed essere intercettati dai peli delle api, oppure per esposizione orale, poiché dopo la ricaduta i residui di queste sostanze tossiche possono restare nel polline, nel nettare, nella melata su rami e foglie, e nell'acqua. Inoltre, le api possono entrare in contatto con i pesticidi anche all'interno dell'apiario, in quanto usati per il controllo dell'acaro della *Varroa*. Gli impollinatori però, non sono esposti ad una sola di queste sostanze chimiche, perché nelle formulazioni commerciali sono spesso presenti più principi attivi insieme a vari co-formulanti in grado di modificarne le caratteristiche chimiche ed aumentarne gli effetti tossici sugli impollinatori. Inoltre negli agroecosistemi gli impollinatori entrano in contatto con più prodotti fitosanitari nello stesso momento. I mix di pesticidi con i quali

le api, ed in generale gli impollinatori, vengono in contatto, possono provocare effetti additivi, sinergici o antagonistici nell'esplicazione della tossicità, rendendone difficile la previsione e quantificazione. Recenti studi, stanno dimostrando che anche se alcuni insetticidi (es. alcuni neonicotinoidi) sono stati banditi interamente o parzialmente, le nuove molecole sintetizzate per sostituirli si stanno rivelando ugualmente pericolose; di fatto le informazioni sul vero comportamento in natura di queste sostanze sono scarse e lacunose.

Sempre con più frequenza la comunità scientifica sta spostando l'attenzione verso gli effetti sub-letali dei pesticidi. Questi effetti si hanno quando un organismo è esposto a concentrazioni anche inferiori ai limiti di utilizzo dei pesticidi e tali che non causano la morte dell'individuo, ma possono provocare cambiamenti nella fisiologia delle api, nel comportamento, nelle capacità di alimentazione e riproduzione, con gravi conseguenze a livello di individuo e popolazione. Questa tematica sposta l'attenzione dalle caratteristiche delle sostanze chimiche alle buone pratiche di utilizzo dei pesticidi da parte degli operatori. Deve essere per esempio evitato di trattare le colture durante il volo diurno degli insetti oppure eccedere nella frequenza e intensità dei trattamenti. Questo vale soprattutto in ambienti caratterizzati da monocolture come i frutteti o i vigneti, dove il rischio di parassiti e di conseguenza l'utilizzo intensivo di pesticidi fa sì che i trattamenti siano effettuati con molta frequenza e dove si evidenziano gravi episodi di morte di impollinatori. È notizia recente di una moria di milioni di api in seguito a trattamenti delle vigne nel Veronese con un fungicida ed un insetticida utilizzati ed autorizzati per il trattamento della flavescenza dorata (una malattia della vite). Si ipotizza che le cause della moria siano state una combinazione di eventi legati alla siccità, che ha costretto le api a spostarsi nei vigneti in cerca di rugiada per abbeverarsi, concomitante con il trattamento delle vigne durante il periodo di volo degli insetti. La concomitanza di stress ambientali e chimici ha fatto sì che intere famiglie di api allevate rimanessero uccise in brevissimo tempo. Un altro aspetto che è importante sottolineare è come attualmente siano sottovalutati gli effetti delle sostanze autorizzate in agricoltura biologica, come ad esempio il rame, che può causare effetti negativi sugli impollinatori soprattutto in periodi di carenza idrica ovvero quando gli insetti sono obbligati ad abbeverarsi con la rugiada contaminata dai trattamenti antifungini.

Lo stato di salute delle api - o, più in generale, degli impollinatori - e lo stato di salute dell'ambiente in cui esse vivono sono strettamente legati. Questi insetti sono infatti da considerare formidabili bioindicatori di salute ambientale e il loro monitoraggio è un aspetto da implementare. La determinazione dello stato di salute di un organismo impollinatore viene valutata a differenti livelli di organizzazione e comprende varie misure che includono aspetti genetici, fisiologici, morfologici, e comportamentali. A livelli basali, queste misure possono riguardare la misurazione (del corpo, della colonia e della popolazione) la produttività (tasso di foraggiamento, stoccaggio delle riserve di cibo e output riproduttivo) e la presenza di parassiti. Oltre a questi parametri, possono essere valutati altri fattori come la diversità genetica e la struttura della comunità microbica. La maggior parte degli studi condotti sugli insetti impollinatori utilizza come organismo di studio l'ape da miele, essendo di più facile reperimento. Come già precedentemente descritto, alcune delle criticità riscontrate in *Apis mellifera* possono ritrovarsi anche nelle

specie di impollinatori selvatici, con conseguenze anche molto più gravi sugli equilibri degli ecosistemi naturali ed agricoli.

Da qui, nasce l'importanza di definire al meglio quali sono gli effetti subletali causati dai principali stressori su *Apis mellifera* ed estrapolarli anche sulle specie selvatiche, almeno sulle più abbondanti. L'approccio basato sui biomarkers, che integri fattori multipli a diversi livelli di organizzazione biologica, è l'approccio più completo per valutare lo stato di salute degli impollinatori. L'identificazione e la convalida dei biomarkers che possono indicare lo stato di salute sono un argomento di notevole interesse della ricerca. Un approccio basato sui biomarkers applicato ad impollinatori, sia selvatici che allevati, presenti in una data regione, permette di definire la condizione di salute o di stress a cui sono sottoposti e fornire mezzi qualitativi e quantitativi per valutare lo stato nutrizionale e le risposte fisiologiche all'ambiente. Un approccio di monitoraggio integrato che includa analisi chimiche, biomarkers ed indagini ecologiche può fornire informazioni fondamentali sullo stato di salute degli impollinatori e costituire uno strumento per informare le strategie di gestione e conservazione ed indirizzare le azioni di mitigazione finalizzate a bloccare ed invertire il trend di declino degli impollinatori.

2.5 TECNICHE D'INNOVAZIONE PER RIDURRE L'IMPIEGO DI FITOFARMACI: CASI CONCRETI

Greta Gubellini Agronoma Alce Nero e Matteo Santini Collaboratore Alce Nero

Una delle principali prerogative dell'agricoltura biologica riguarda sicuramente il miglioramento del rapporto fra produzione e salute, attraverso la messa a disposizione di una serie di possibilità d'intervento alternative all'impiego dei tradizionali prodotti fitosanitari derivanti dalla chimica di sintesi, vietati dalla normativa del biologico Reg (UE) 848/18. I metodi di produzione convenzionali, infatti, tendono ad aumentare il rischio di minaccia nei confronti degli ecosistemi, causando un accumulo di sostanze inquinanti tossiche per l'ambiente, le quali concorrono alla riduzione del grado di biodiversità e all'aumento delle emissioni di anidride carbonica con conseguenze climatiche alteranti. Dinanzi a questo particolare quadro, così complesso e problematico, l'agricoltura è stata chiamata a sviluppare modelli a ridotto impatto ambientale, non solo orientati all'abbattimento dell'impiego di fertilizzanti e pesticidi, ma anche capaci di migliorare l'efficienza relativa all'impiego delle risorse energetiche ed idriche. È proprio in quest'ottica che l'agricoltura biologica può esplicare al miglior modo i suoi contributi nell'invertire queste tendenze, servendosi di numerose possibilità capaci di trovare soluzione alle problematiche sopracitate, portando anche ad effetti postivi relativi alla qualità del suolo, al sequestro di carbonio e al potenziamento della biodiversità. Nei seguenti paragrafi saranno presentati alcuni dei principali interventi tecnici applicabili in biologico, con la prerogativa di ridurre l'impiego di fitofarmaci e orientarsi verso modelli di gestione più innovativi.

All'interno dell'analisi delle tecniche innovative per ridurre l'impiego di fitofarmaci, si può partire dalle alternative a minore impatto ambientale permesse in agricoltura biologica, dove possono essere utilizzati solamente principi attivi derivanti da sostanze comunemente presenti in natura Nell'ultimo periodo,

al fianco dei tradizionali fitofarmaci utilizzati in agricoltura biologica quali rame e zolfo, attualmente ancora imprescindibili e insostituibili, si stanno sviluppando una serie di prodotti alternativi per ridurne l'impiego e diminuire l'impatto che essi hanno sull'ambiente. Queste nuove molecole sono spesso derivanti da estratti botanici o da polimeri naturali. Di queste fanno parte ad esempio soluzioni contenenti estratti glicolici a base di flavonoidi aventi un'azione elicitoria, ovvero capace di promuovere lo sviluppo, il rafforzamento e la pronta attivazione dei meccanismi di difesa delle piante, svolgendo un'importante funzione di potenziamento della capacità di adattamento della coltura a fattori di stress biotici e abiotici. Un altro caso è rappresentato da estratti botanici ottenuti dall'equiseto (*Equisetum arvense*), una pianta erbacea utilizzata per creare soluzioni in grado di rafforzare le pareti cellulari della pianta, rendendole più spesse e resistenti ed esplicando al contempo azione antifungina grazie alla presenza di saponine tossiche nei confronti dei patogeni e acido silicico dall'azione fortemente disidratante, capace di disseccare le spore fungine. Relativamente ai prodotti fitosanitari naturali non di origine organica abbiamo il gel di silice, ovvero un polimero del diossido di silicio dal comportamento fortemente colloidale, utilizzato per la sua proprietà di eliminare l'umidità, sfavorendo il proliferare dell'infezione fungina.

La lotta biologica è una tecnica di difesa delle piante che sfrutta i rapporti di antagonismo fra diversi organismi per contrastare quelli dannosi per le colture. Tale metodologia d'intervento si basa esclusivamente sul controllo delle dinamiche di popolazione degli organismi bersaglio (principalmente insetti e acari), immettendo nello stesso ecosistema altri organismi capaci di predarli, esserne parassiti o competere per i substrati vitali in modo più efficace. La lotta biologica non è in grado di abbattere la totalità della popolazione bersaglio, ma la mantiene al di sotto di una determinata "soglia di danno" in modo tale che questa non risulti problematica per l'agricoltore: tale aspetto rappresenta una delle caratteristiche che maggiormente differenzia questo tipo di controllo delle avversità dagli altri metodi di lotta. Un classico esempio di tale metodo di difesa è rappresentato dall'utilizzo della Coccinella (insetti appartenenti alla famiglia *Coccinellidae*) per predare fitofagi nocivi come gli afidi. L'efficacia di questa interazione è subordinata alla capacità dell'organismo predatore di costituire e mantenere una popolazione vitale costante, capace di sopravvivere in maniera autonoma in quelle determinate condizioni ambientali. Il ricorso alla lotta biologica permette, oltre che ad aumentare il grado di biodiversità, di ovviare ad alcune delle principali problematiche della lotta chimica, in primis quelle legate allo sviluppo di meccanismi di resistenza ai prodotti fitosanitari da parte degli organismi nocivi. Un ultimo esempio di lotta biologica, forse uno dei casi più dibattuti in tempi recenti, è rappresentato dalla Vespa Samurai (*Trissolcus japonicus*), imenottero parassitoide antagonista naturale della cimice asiatica (*Halymorpha halys*) che, deponendo le proprie uova all'interno di quelle della cimice, con le proprie larve che si svilupperanno a spesa delle altre, portano ad una consistente riduzione dell'infestazione.

Uno dei principali obiettivi dell'agricoltura biologica è quello di proteggere il suolo dalla sua degradazione, aumentandone nel tempo la fertilità. Questo obiettivo si scontra talvolta con le reali pratiche di

campo che prevedono nel biologico numerose lavorazioni meccaniche del suolo per la sua preparazione e per la gestione delle erbe infestanti. Difatti, come previsto dal Reg (EU) 848/18 che disciplina il metodo biologico, le infestanti in campo possono essere eliminate esclusivamente tramite utilizzo di pratiche alternative all'utilizzo di diserbanti chimici e quindi tramite operazioni manuali o meccaniche. Questo aspetto mette in luce come l'agricoltura biologica sia già da tempo protratta verso la riduzione dell'utilizzo di fitofarmaci in campo.

Lavorare il terreno profondamente, in maniera ciclica e costante, comporta la rottura dell'equilibrio presente nel suolo e dei suoi nutrienti: la mineralizzazione della sostanza organica data dal maggior arieggiamento e l'alterazione della microflora degli strati del suolo. È da questo concetto che si è sviluppata l'agricoltura conservativa, ovvero un'agricoltura che minimizza le operazioni del suolo servendosi di diserbanti chimici per la gestione delle infestanti. In questi anni si sono studiati metodi di combinazione dell'agricoltura biologica con quella conservativa tramite l'applicazione di pacciamature con *cover crops*. Queste ultime sono colture di copertura intercalari a ciclo breve che vengono coltivate fra un ciclo produttivo e l'altro, oppure più raramente contemporaneamente alla coltura principale nell'interfila. Lo scopo delle *cover crops*, come fa intendere il nome stesso, è quello di coprire il suolo riducendone i fenomeni erosivi e di competere maggiormente con le erbe infestanti creando un tappeto vegetale soffocante rispetto alle stesse. La biomassa della *cover crops* normalmente non viene raccolta ma interrata (detto anche *sovescio*) oppure allettata e lasciata sul terreno con azione pacciamante.

Recentemente la ricerca ha sperimentato la semina diretta sul terreno della coltura principale in un campo coltivato con *cover crops* precedentemente "terminate" stendendole a terra, tramite l'utilizzo di un rullo, per creare così una pacciamatura naturale morta, non competitiva con la coltura principale e coprente il suolo. Questa tecnica permetterebbe di ridurre la manipolazione del suolo, il consumo di carburante e snellirebbe le operazioni di campo. Allo stesso tempo richiede però un'ottimizzazione delle pratiche e delle tempistiche di lavoro, nonché specifiche macchine agricole. Dalla revisione documentale dello stato dell'arte di questa pratica sperimentale effettuata da *Laura Vincent Caboud et al.*, emerge come la pacciamatura naturale sia ancora poco sperimentata in Europa, mentre negli Stati Uniti e in Canada esistono più casi studio, in particolare su colture cerealicole, mais e soia. La ricerca sta cercando di definire se questa pratica comporti un effettivo beneficio, in termini produttivi ed ambientali, rispetto ad altre pratiche agronomiche e sia quindi una possibile ulteriore alternativa per ridurre l'utilizzo di prodotti fitosanitari.

Oltre all'ottimizzazione delle operazioni colturali e meccaniche e all'avanzamento e adattamento della meccanica agraria a nuovi modelli agricoli, la ricerca scientifica sta approfondendo ancora altri metodi di lotta alternativi all'utilizzo di prodotti fitosanitari. Tra questi si annovera la sperimentazione presente all'interno del progetto europeo Horizon 2020 *"Relacs- improving inputs for organic farming"*, che prevede l'applicazione in campo di vibrazioni per disorientare la mosca bianca, *Aleurocanthus spiniferus*, insetto fitofago importante per gli agrumeti. Difatti questo insetto, che normalmente nel biologico viene controllato parzialmente dall'utilizzo di oli essenziali o altri estratti naturali, comunica tramite l'utilizzo

di vibrazioni corporee che possono essere disturbate da vibrazioni artificiali emesse da numerosi *mini shaker* posizionati sui fili d'impianto dell'agrumeto. Lo studio del comportamento di questo insetto è fondamentale per proporre soluzioni di intervento ecosostenibili e ridurre l'impiego di prodotti in campo. La sperimentazione è ancora in corso.

Infine, parliamo di Agricoltura 4.0, ovvero dell'evoluzione in ambito agricolo di innovazioni digitali che potremmo suddividere in "agricoltura di precisione" con focus sulle attività produttive e "*smart agriculture"* con focus più ampio e incentrato sull'intero nucleo aziendale. L'agricoltura di precisione permette di ottimizzare le pratiche agricole, ed in particolare l'utilizzo degli input agricoli, ai propri apprezzamenti che sono stati precedentemente mappati attraverso utilizzo di sensoristica. Quando si parla di agricoltura di precisione, pensiamo appunto all'avanzamento in ambito meccanico dei trattori con la guida satellitare, della sensoristica di rilievo oppure di applicazioni aeree con droni. Con Smart agriculture invece si comprende l'efficientamento dei flussi aziendali interni ed esterni.

Dallo studio dell'Osservatorio *Smart Agrifood* del Politecnico di Milano intitolato "*Agricoltura 4.0. Lo stato dell'arte"* emergono, fra i benefici riscontrati dagli agricoltori intervistati, al primo posto, la riduzione nell'utilizzo degli input e a seguire l'ottimizzazione del tempo utilizzato per i macchinari e per le ore di lavoro intellettuale. Anche nel biologico questi strumenti possono essere utilizzati per efficientare l'utilizzo degli input naturali, riducendone possibilmente le dosi e le quantità applicate.

3. VOCI DAI TERRITORI

I pareri dei cittadini europei non sono mai stati così chiari: a ottobre 2022, sono stati validati 1,05 milioni di voti a favore della petizione *"Save bees and farmers"* che l'*ICE* (Iniziativa dei Cittadini Europei) ha portato all'attenzione della Commissione europea. Questa iniziativa sancisce una volontà popolare ben definita. Vengono infatti richiesti la riduzione dell'80% di pesticidi sintetici entro il 2030 e il totale arresto dell'uso di queste sostanze entro il 2035. Viene inoltre chiesto il ripristino degli habitat naturali e il recupero della biodiversità attraverso le aree agricole[69]. Appare infatti chiaro a tutti che preservare la biodiversità è l'unica opzione per garantire una produzione alimentare a lungo termine. Api e insetti pronubi sono responsabili del 75% dell'impollinazione dei campi[70], sono quindi indispensabili all'agricoltura e per la produzione alimentare, svolgendo un servizio ecosistemico il cui valore economico stimato è di diverse centinaia di miliardi all'anno.[71]

Purtroppo, proprio a causa dell'agricoltura convenzionale rischiano l'estinzione a causa dell'utilizzo di prodotti per la protezione agrochimica delle piante (*PPP*). Negli ultimi anni, le battaglie e le manifestazioni

69 https://www.savebeesandfarmers. eu/eng
70 Klein et al., 2007
71 Gallai et al., 2009

portate avanti da comitati spontanei, movimenti organizzati, dalle *ICE* e dalle associazioni ambientaliste hanno sensibilizzato e coinvolto i cittadini rispetto alla problematica legata all'utilizzo della chimica e ai danni a carico della salute. Ogni anno, ad esempio, viene organizzata la *"Marcia stop pesticidi"* che coinvolge migliaia di persone che protestano per ridurre drasticamente l'utilizzo di pesticidi nelle colline del prosecco invase dalla monocultura della vite.
Grazie a questo rinnovato interesse, sono nati 55 biodistretti sul suolo italiano, compresi quelli ancora in via di sviluppo.[72] Con biodistretto si indica un'area naturalmente vocata alla produzione biologica nella quale i diversi attori, dai produttori alle amministrazioni pubbliche. passando dagli operatori turistici per finire ai privati cittadini, si uniscono per gestire in maniera sostenibile le risorse, puntando su produzioni biologiche considerate strumento indispensabile per incentivare l'economia territoriale e prevenendo fenomeni di abbandono delle campagne. Sono, per questo motivo, strumenti fondamentali per la transizione ecologica e vengono fortemente incentivati dalla legge sull'agricoltura biologica recentemente approvata.

Un biodistretto ha diverse finalità:
1. promuovere l'uso sostenibile delle risorse naturali;

2. stimolare e favorire l'approccio territoriale, promuovendo la coesione e la partecipazione di tutti i soggetti economici e sociali;

3. agevolare e semplificare per gli agricoltori biologici l'applicazione delle norme di certificazione;

4. favorire lo sviluppo, la valorizzazione e la promozione dei processi di preparazione, di trasformazione e di commercializzazione dei prodotti biologici.

In Europa, i biodistretti sono 66, distribuiti fra 5 Paesi membri e Norvegia: Italia (86,6%), Portogallo (6,15%), Spagna (4,61%) Francia (1,5%), e Austria (1,5%). È motivo di orgoglio il fatto che nella nostra Penisola sia presente il miglior distretto biologico europeo, situato in Campania, per la precisione in Cilento, in un'area area territoriale che si distende dalla provincia di Salerno fino a pochi passi dalla Basilicata. Proprio in occasione della giornata europea dedicata all'Agricoltura biologica, tale biodistretto si è aggiudicato l'*Organic Awards*, la prima edizione del premio per l'agricoltura biologica. E ancora, nel Lazio si distingue quello della Via Amerina, nel cuore della Tuscia, in cui, nel 2019, fu emanata una legge organica di promozione dei biodistretti ben prima della legge nazionale.

Esempi virtuosi provengono da tutta la Penisola. Grazie all'iniziativa di PAN Europe *"Città libere dai pesticidi"*, si è formata una rete congiunta di città il cui obiettivo è stato, attraverso appositi regolamenti comunali, di ridurre al minimo l'uso di pesticidi e sostituirli con alternative sostenibili, tutelando la salute dei cittadini e dell'ambiente, garantendo una migliore qualità della vita. Ci preme menzionare a tal proposito il comune di Carmignano (Po), che dal 2018 ha adottato un'ordinanza *"Stop Glifosato"* e *"Stop pesticidi"* ed è particolarmente impegnato nel promuovere il biodistretto con i Comuni del Montalbano.

72 IN.N.E.R. dati aggiornati 2022

Proprio a settembre scorso, il sindaco del comune, Edoardo Prestanti, ha partecipato a Bruxelles all'iniziativa *"Città libere dai pesticidi"* insieme a molti altri sindaci di città europee come Zagabria, Tallin e Pilisborosjeno (Comune Ungherese), uniti per contrastare l'utilizzo dei pesticidi e salvaguardare gli ecosistemi e la salute dei cittadini. Vi ha aderito, fra i tanti, anche il comune di Vallarsa, in provincia di Trento, nel quale, già dal 2014, era stato adottato un regolamento che prevedeva la possibilità di coltivare all'interno del territorio comunale solo secondo metodi biologico. Gli agricoltori che preferiscono continuare a utilizzare metodi convenzionali sono liberi di farlo, ma dovranno certificare le sostanze utilizzate, le loro quantità e modalità, garantendo che non vengano diffuse al di fuori dei propri terreni. In assenza di tale certificazione, l'agricoltore dovrà attivare una polizza assicurativa o versare una cauzione a favore del Comune a tutela dei danni che potrebbero derivare dall'immissione in ambiente delle sostanze tossiche utilizzate.
Caso particolare è quello di Malles che nel 2014 fu il primo Comune europeo ad aver votato in un referendum popolare per l'abolizione dei pesticidi. Nella cittadina in provincia di Bolzano, nonostante il 76% della popolazione si fosse dimostrata favorevole al non utilizzo dei pesticidi, furono presentati centinaia di ricorsi da parte degli agricoltori che bloccarono l'iniziativa, il cui esito, però, non è ancora deciso. Risulta infatti prevista per fine anno la sentenza definitiva. Altro caso degno di nota è quello del Comune di Nepi, già facente parte del biodistretto della via Amerina, in cui, grazie a un'ordinanza del sindaco in alcune aree è consentito coltivare solo secondo metodi biologici. Si tratta di zone di rispetto delle sorgenti dell'acqua minerale destinate al consumo umano. A queste aree si aggiungono quelle in prossimità del centro abitato, delle forre e dei fossi.

E ancora Melpignano, in cui il Comune ha avviato la *"Mensa Bio-Etica"* progetto che permette di portare sulle tavole della mensa della Scuola dell'infanzia cibo locale e privo di residui chimici, grazie al supporto dei produttori del circuito Salento km 0. A questa esemplare iniziativa si aggiunge la concessione di terreni ai giovani e ai disoccupati a patto che coltivino biologico, e piantino almeno una specie tradizionale. La perdita delle specie tradizionali è infatti uno dei temi più importanti. Dall'inizio dell'agricoltura, sono state usate circa 80.000 piante commestibili. Attualmente, sono solo 15 le specie vegetali a fornire il 90% del cibo all'umanità e 4 colture (grano, riso, frumento, canna da zucchero) forniscono da sole più cibo di tutte le altre messe insieme[73]. La selezione delle sementi sta quindi distruggendo la biodiversità, poiché si sono diffuse sempre più monocolture in ecosistemi non idonei ad accoglierle. Secondo la FAO, i 2/3 di tutte le sementi utilizzate in agricoltura deriva da varietà uniformi. Proprio l'uniformità genetica comporta un aumento della vulnerabilità verso i patogeni, poiché la selezione operata dall'uomo sulle specie commestibili in favore della resa produttiva le ha rese più vulnerabili alle malattie. Il motivo è semplice: in una popolazione del tutto omogenea geneticamente, un minimo cambiamento ambientale o una epidemia potrebbero determinare, per selezione, una situazione inammissibile dal punto di vista evolutivo. O tutti gli individui sopravvivono o non ne sopravvive nessuno.[74] Al contrario, una

73 World Food and Agriculture Organization– Statistical Yearbook 2021
74 Shiva V., 2014

maggior varietà del patrimonio genetico di una singola specie garantirebbe una maggiore resistenza a quel determinato agente nocivo[75] e una maggiore capacità di resilienza. Questa *"diversità genetica"* è la responsabile dell'adattamento alle alterazioni ambientali[76], alla riduzione della depressione da *inbreeding* (diminuzione del vigore e della fertilità come conseguenza di unioni tra individui imparentati, accumulando geni recessivi non idonei), e in definitiva rappresenta la base dell'evoluzione. Gli studi più recenti indicano come l'aumento della diversità vegetale nelle vicinanze dei campi coltivati e dei campi stessi, comporti la diminuzione degli attacchi dei parassiti e una maggiore resa produttiva della coltivazione, andando quindi a smentire il paradigma dell'agricoltura convenzionale e aprendo nuovi scenari.[77]

3.1 L'AGRICOLTURA CHE SERVE AI PARCHI É BIOLOGICA E PESTICIDI FREE

Antonio Nicoletti, responsabile Aree protette Legambiente

I cambiamenti climatici e la perdita di biodiversità sono due sfide globali che richiedono una comune azione di contrasto poiché i due fenomeni sono interdipendenti e se uno si aggrava anche l'altro segue la stessa tendenza. Ecosistemi sani e resilienti sono fondamentali per ridurre l'impatto del clima sulla biodiversità e la natura è un alleato vitale in questa lotta perché è il regolatore climatico più efficace e anche il più potente elemento di immagazzinamento della CO_2. La crisi climatica avanza a ritmi talmente veloci che numerose specie animali e vegetali stentano ad adattarsi con il rischio, se la temperatura media mondiale dovesse continuare ad aumentare in maniera incontrollata, di aggravare ancora di più la velocità del tasso di estinzione.

In un quadro così complicato, è evidente che la natura e gli ecosistemi svolgono una funzione fondamentale per garantire il benessere del Pianeta, essendo la salute e il benessere umano strettamente legati alla vitalità e alla resilienza dei sistemi naturali. Per questo, è importante considerare la salute come un unicum che riguarda le persone, le specie e il Pianeta (*One World-One Health*). Per mantenere il Pianeta in equilibrio e proteggere la biodiversità occorre essere più responsabili nell'utilizzo delle risorse naturali, fondamentali per produrre cibo, energia e altri servizi ecosistemici e migliorare il nostro benessere. Una responsabilità che chiama direttamente in causa il ruolo delle aree protette che, a livello globale, sono riconosciute come lo strumento più efficace per proteggere la biodiversità e promuovere una crescita sostenibile delle comunità interessate.

Ecosistemi sani garantiscono più salubrità alle persone e al Pianeta. Territori a più forte valenza naturale sono decisivi per raggiungere gli obiettivi globali poiché sono ambiti territoriali dove la sfida climatica è ancora più urgente. In queste aree convivono fragilità territoriali e ricchezza degli ecosistemi. Dove la crisi climatica si vince, anche la natura è forte. Per tutte queste ragioni, nelle aree protette la transizione

75 Anderson e May, 1982
76 Wernberg et al.,2018
77 N'Woueni and Gaoue, 2022

ecologica si deve attuare velocemente e con decisione. Dunque, tocca alle aree protette assumere più responsabilità nel contenere le emissioni e mantenere efficienti gli ecosistemi, promuovere economie a bassa intensità di CO_2 e alto valore aggiunto per le comunità locali.

Una sfida che le aree protette devono cogliere, favorendo la transizione ecologica e rendendo più sostenibili le attività nelle aree protette che non sono aree *wilderness*, ma territori antropizzati interessati da oltre 2.500 comuni con oltre 10 milioni di residenti e la presenza di una fitta rete di oltre 300mila imprese di piccola e media imprenditoria (agricoltura, allevamento, turismo). Esiste una solida economia che si è già sviluppata nelle are protette grazie alla quale oggi possono posizionarsi come infrastrutture della bioeconomia circolare ed essere esempi virtuosi che si devono estendere ben al di là dei confini delle aree protette. I parchi possono diventare i laboratori territoriali per migliorare la filiera produttiva agro-zootecnica, ittica e forestale e produrre cibo sano e pulito riducendo il consumo di risorse e l'impatto climatico.

Per questo motivo, i parchi devono investire ancora di più in buone pratiche di sostenibilità ambientale e promuovere: lo stop al consumo di suolo per fermare la perdita di habitat; l'aumento di produzioni tipiche e di qualità in agricoltura e nell'allevamento per immaginare il 100% di produzione biologica e pesticidi free nei parchi; la certificazione e la gestione forestale sostenibile come unica pratica prevista per l'utilizzo del bosco; lo sviluppo del turismo attivo e sostenibile per garantire che la fruizione sia pienamente integrata nell'azione di tutela delle specie e del territorio. L'agricoltura nelle aree naturali protette può svolgere una funzione positiva per combattere la crisi climatica e frenare la perdita di biodiversità, anche se le relazioni tra agricoltura e biodiversità sono estremamente complesse, talvolta di natura contrapposta. La biodiversità, nelle specie sia selvatiche che domestiche, costituisce la base dell'agricoltura, rendendo possibile la produzione e contribuendo alla determinazione delle tipicità territoriali. Soprattutto in Italia, l'agricoltura ha plasmato per millenni il paesaggio, fornendo habitat a numerose specie animali e vegetali. Per questa ragione le produzioni biologiche e senza pesticidi ed i sistemi agricoli a bassa intensità, per gran parte testimonianza di un uso tradizionale del territorio, hanno un'importanza cruciale per la conservazione della biodiversità.

A fronte di questo importante ruolo, però, l'agricoltura è anche considerata tra i più importanti fattori di erosione genetica, di perdita di specie e di conversione di habitat naturali *(Millennium Ecosystem Assessment*, 2005), soprattutto a causa dell'intensificazione produttiva e dell'uso di fitofarmaci e prodotti di sintesi, della semplificazione degli ordinamenti colturali e dell'abbandono delle pratiche tradizionali. La biodiversità nelle aree agricole continua a diminuire soprattutto a causa del processo di intensificazione e di specializzazione delle pratiche agricole nelle aree più fertili e di un graduale abbandono dell'agricoltura estensiva, in particolare nelle aree rurali marginali. A ciò si aggiungono gli effetti di fattori esterni all'agricoltura tra cui il consumo di suolo, la frammentazione degli habitat e l'introduzione delle specie alloctone.

Per queste ragioni, soprattutto in contesti unici come l'Italia, il quadro di regole e risorse fornite

dall'UE dovrebbe rappresentare una occasione preziosa sia per assicurare le funzioni benefiche garantite dall'esistenza e sopravvivenza dell'agricoltura, sia per contenere gli effetti negativi che forme più intensive di usi agricoli del territorio possono esercitare sulla conservazione della biodiversità. La strategia dell›Ue per *Biodiversità 2030* mira a mettere la biodiversità dell'Europa sulla via della ripresa entro il 2030 e fare in modo che entro il 2050 tutti gli ecosistemi del mondo siano ripristinati, resilienti e adeguatamente protetti. L'Europa fornisce orientamenti politici precisi per l'attuazione della SEB nel decennio 2020/2030 integrando gli obiettivi della politica dell'UE in materia di biodiversità con gli altri settori che hanno un forte impatto sulle cause di degrado degli ecosistemi (agricoltura, zootecnia, pesca, silvicoltura, trasporti, etc) e perciò chiede un'attuazione coerente di misure capaci di tutelare la biodiversità e raggiungere gli obiettivi stabiliti dalla Strategia (es. tutelare il 30% del territorio e del mare e prevedere una protezione rigorosa del 10% di esso; ripristinare gli ecosistemi degradati e aumentare i terreni agricoli utilizzati a biologico per migliorare la loro biodiversità; ridurre del 50% l'uso e la nocività dei pesticidi e arrestare e invertire il declino degli impollinatori). Contestualmente la strategia *Biodiversità 2030*, la Commissione europea ha promosso la strategia *Farm to fork*, il piano decennale messo a punto per guidare la transizione verso un sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell'ambiente.

In campo agricolo, l'azione dei parchi ha permesso di aumentare le produzioni tipiche e biologiche, le certificazioni ambientali e i riconoscimenti internazionali per aver salvato dall'estinzione specie a rischio e integrato l'ecoturismo con le attività agricole. Le aree protette possono diventare i luoghi per migliorare la filiera produttiva in cui concretizzare contestualmente gli obiettivi delle strategie *Farm to fork* e *Biodiversità 2030*. I parchi possono essere la sintesi di questa ambiziosa sfida, importante e innovativa, che guarda a un nuovo tipo di agricoltura che tutela la biodiversità e riduce le emissioni di CO_2, per rafforzare la qualità delle produzioni nei parchi, renderle 100% bio e libere dai pesticidi entro il 2030 e applicare in maniera diffusa la gestione forestale sostenibile, la pesca e la zootecnia biologica ed estensiva.

3.2 IL DISAGIO LAVORATIVO IN AGRICOLTURA TRA SFRUTTAMENTO, CAPORALATO E PROLUNGATA ESPOSIZIONE AD ALTI RISCHI PER LA SALUTE

Jean-René Bilongo, presidente Osservatorio Placido Rizzotto/FLAI- CGIL

Non vi è dubbio che il massiccio ricorso agli agenti chimici è un determinante della produttività agricola. L'utilizzo non solo dei pesticidi, ma anche degli erbicidi e degli stessi fertilizzanti, ha la funzione di massimizzare il rendimento delle produzioni dei terreni, specie nell'ambito dell'agricoltura intensiva. Purtroppo, ne conseguono effetti nefasti sull'ambiente come l'impoverimento del suolo, l'inquinamento atmosferico, la contaminazione di falde idriche e alti rischi per la salute delle lavoratrici e dei lavoratori agricoli. Il presente contributo si propone di delineare i possibili impatti sociali che potrebbero scaturire da un quadro complessivo che presenta elementi di criticità, partendo dalle deleterie condizioni di lavoro in cui versa una parte rilevante degli occupati in agricoltura.

Nel settore primario italiano, vi è una vasta compagine disagiata le cui condizioni di lavoro e di vita vengono inquadrate nella cornice della sofferenza occupazionale come appurato nel VI Rapporto agromafie e caporalato a cura dell'*Osservatorio Placido Rizzotto/FLAI- CGIL*. Nel corso del 2021, sono stati circa 230 mila gli occupati impiegati irregolarmente nel settore primario (oltre un quarto del totale degli occupati del settore), in larga parte concentrata nel lavoro dipendente, che include una fetta consistente deli stranieri non residenti. Peraltro, se è vero che la geografia del lavoro agricolo subordinato non regolare è radicata nelle quattro grandi regioni agricole del Mezzogiorno ossia Puglia, Sicilia, Campania, Calabria più il Lazio con tassi di irregolarità che superano il 40%, nelle regioni agricole del Centro-Nord i tassi di irregolarità degli occupati sono comunque compresi tra il 20 e il 30%. Mettendo a fuoco, nello specifico, il profilo degli occupati agricoli non regolari, si nota che il peso dei lavoratori migranti quasi raddoppia; in oltre il 70% dei casi, si tratta di lavoratori dipendenti e, tra questi, si osserva un maggior peso degli occupati che lavorano in regime di part-time. Ne consegue che i tassi di irregolarità assumono valori decisamente più elevati rispetto al tasso riscontrato per l'intero settore agricolo. Nel comparto agricolo, si riscontra la tendenza a generare lavoro povero ove prevalgono individui, che pur avendo lavorato, mostrano redditi personali e familiari decisamente al di sotto dei valori medi. In particolare, in Italia circa 8,6 milioni di individui conseguono un reddito disponibile familiare annuo equivalente inferiore alla metà del reddito mediano misurato su tutti i residenti (cioè inferiore a €8.300). Escludendo i lavoratori stranieri non residenti, poco meno di un terzo dell'occupazione agricola (pari a oltre 300 mila unità) ricade in questa area a bassissimo reddito, con un'incidenza che è il triplo di quella media, senza contare un ulteriore 3,7% di occupati agricoli che vive in famiglie prive di segnali di redditi emersi.

Estendendo l'analisi anche alle famiglie degli occupati in nero in agricoltura, appare evidente che non siano in grado di svolgere un ruolo di paracadute in termini di sostegno economico: infatti, la vulnerabilità economica individuale non sembra essere affievolita dalla presenza di un contesto familiare di sostegno sia a causa della ridotta numerosità dei componenti del nucleo, sia del loro stato occupazionale.

In questo quadro complessivo di fragilità, le condizioni di lavoro della componente femminile risultano ancor più precarie. Nel 2019 erano il 41,9% del totale al Sud, e costituivano il 31,5% nel Nord-Est e il 25,9% nel Centro. Quanto all'alveo del lavoro autonomo in agricoltura nello stesso anno, le donne erano più di 152.000 unità. La componente femminile riconducibile all'area del disagio occupazionale consta di circa 55.000 unità strette nella triplice dimensione dello sfruttamento, degli abusi e della violenza.

In numerose aree/località, i ghetti e gli accampamenti rurali informali sono ormai consustanziali al lavoro nei campi. I ghetti sono noti non solo per l'estrema precarietà delle condizioni di sopravvivenza, ma anche per l'alta densità demografica che li caratterizza singolarmente. Il denominatore che li accomuna è l'ubicazione, non certo casuale, ai margini o in prossimità dei grandi distretti agroalimentari. Aree di agricoltura intensiva bisognose di manodopera aggiuntiva per far fronte ai corrispettivi picchi produttivi determinati dai cicli differenziati delle colture. Il monitoraggio dello stato di salute nell'area della sofferenza occupazionale in agricoltura restituisce un quadro segnato da prevalenza di patologie, respiratorie, osteo- muscolari e di problematiche consimili; tuttavia, dai riscontri empirici appurati dalla

pratica del sindacato di strada attuato dalla *FLAI- CGIL* nei luoghi di vita e di lavoro, emergono le prime casistiche di patologie particolarmente delicate come quelle di matrice oncologica.

La pandemia Covid-19 ha rivelato agli occhi del mondo intero quanto siano essenziali le donne e gli uomini impegnati nelle produzioni agroalimentari. In una dichiarazione congiunta *OIL - FAO - IFAD - OMS* del 13 ottobre 2020, le quattro Agenzie delle Nazioni Unite avevano riconosciuto che i lavoratori del settore primario "pur provvedendo a nutrire il mondo intero, devono periodicamente affrontare elevati livelli di povertà, malnutrizione e salute precaria, oltre a non godere di alcuna forma di sicurezza e tutela del lavoro nonché a subire altri tipi di vessazioni". La presa di posizione comune proseguiva delineando una cornice simbiotica in cui "(...) problemi quali la sicurezza alimentare, la salute pubblica e l'occupazione, nonché, in particolare, le questioni della salute e della sicurezza dei lavoratori, sembrano destinati a convergere. Per far fronte alla dimensione umana della crisi sarà pertanto indispensabile adottare pratiche di sicurezza e salute sul lavoro e garantire sia l'accesso a un lavoro dignitoso sia forme di tutela dei diritti dei lavoratori". Partendo da tale assunto, peraltro sempre attuale, in Italia la lotta allo sfruttamento e al caporalato, è necessario predisporre interventi di aggiustamento. L'utilizzo dei DPI - Dispositivi di Protezione Individuale dev'essere un diritto esigibile per i lavoratori agricoli, così come sancito sia dall'ecosistema normativo in tema di salute e di sicurezza, sia dallo stesso Contratto Collettivo di riferimento. È pacifico che la non puntuale consegna di mascherine ai lavoratori li esponga all'inalazione dei liquidi e solidi aerodispersi con intuibili conseguenze sulla salute. È altresì appurato che la contaminazione può avvenire anche per via cutanea mediante immersione oppure con la deposizione sulla cute. Sono numerosi gli studi che delineano una correlazione tra l'uso massiccio dei pesticidi e lo sviluppo di varie patologie che colpiscono sia le lavoratrici e i lavoratori occupati in agricoltura, sia gli stessi consumatori. Nella *Carta di Milano - Expo 2015*, le imprese si erano impegnate "a applicare le normative e le convenzioni internazionali in materia ambientale e sociale e favorire forme di occupazione che contribuiscano alla realizzazione personale delle lavoratrici e dei lavoratori". In questa ottica, la salute di chi contribuisce con il proprio lavoro alle produzioni agricole dev'essere una priorità per la sostenibile tenuta del sistema. In Francia, ad esempio, paese pioniere degli studi sulla correlazione tra i pesticidi e alcune patologie, è dal 2012 il Morbo di Parkinson è riconosciuto quale malattia professionale da esposizione prolungata a pesticidi. Una svolta scaturita a conclusione di uno studio condotto dall'*Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale* e che aveva interessato "figure professionali che manipolano ovvero posti a contatto frequente con i pesticidi e che sono a priori i più esposti"; per gli esperti dell'Esagono, c'è "forte presunzione di un legame tra esposizione a pesticidi e sei patologie: linfoma non Hodgkin, mieloma multiplo, cancro della prostata, morbo di Parkinson, disturbi cognitivi e alcuni disturbi del sistema respiratorio come la broncopneumopatia cronica ostruttiva e la bronchite cronica".

In un articolo pubblicato il 25 marzo 2021 sulla testata giornalistica digitale *Civil Eats*, viene dato conto uno studio condotto da quattro ricercatori di Germania, Malesia e Stati Uniti, i quali hanno operato una revisione sistematica delle stime circa i casi di avvelenamenti non intenzionali causati dai pesticidi e gli esiti letali su scala globale. Lo studio stima che "ogni anni 44% degli agricoltori, dei lavoratori agricoli

e degli operatori che maneggiano i pesticidi sono vittime di almeno un infortunio da grave avvelenamento sul lavoro, e in 11000 perdono la vita per la medesima causa". Un quadro allarmante che riguarda anche l'Italia che sembra tentennare di fronte alla necessità di adoperarsi tempestivamente. Nella dichiarazione rilasciata il 21 dicembre 2021 al termine della sua visita in Italia, Marcos Orellana, Relatore Speciale ONU sulle implicazioni per i diritti umani della gestione e dello smaltimento ecocompatibile di sostanze e rifiuti pericolosi era stato tranchant: "noto con preoccupazione che il Piano di Azione Nazionale (PAN) dell'Italia per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari è scaduto nel 2018, e nessun nuovo piano è stato ancora adottato. Questa situazione e questo ritardo sono incompatibili con la direttiva dell'Unione Europea sui pesticidi, che richiede che i Piani d'Azione Nazionali siano rivisti almeno ogni cinque anni." Il superamento delle attuali criticità passa anche attraverso la ratifica italiana della Convenzione OIL C184 del 21-06-2001 sulla salute e la sicurezza in agricoltura. Senza tralasciare il perseguimento dei *"goals"* dell'Agenda 2030 e, nello specifico, l'Obiettivo Tre su salute e benessere. Nella sua declinazione estensiva, mira tra le altre cose a "ridurre sostanzialmente il numero di decessi e malattie da sostanze chimiche pericolose e da contaminazione e inquinamento dell'aria, delle acque e del suolo".

3.3 IL LITTER PLASTICO COME MEZZO DI DISPERSIONE DELLA CONTAMINAZIONE CHIMICA

La contaminazione da plastiche degli ambienti marini e terrestri è ormai di dominio pubblico. Se, da un lato, la natura fisica degli impatti provocati dal loro rilascio in ambiente risulta la più intuitiva, non possiamo dimenticarci della capacità di questo materiale di assorbire varie tipologie di contaminanti[78], tra cui i pesticidi, rappresentando delle vere e proprie *"zattere"*. L'accumulo che ne deriva è strettamente correlato al tempo di esposizione, alla concentrazione iniziale e alla struttura chimica[79]. Più la sostanza sarà lipofila, più l'associazione tra questa e il polimero sarà duratura[80]. Di conseguenza, la contaminazione può diffondersi ben oltre il luogo di origine[81] raggiungendo i punti più remoti del Pianeta e accumulandosi negli organismi tramite l'ingestione dei frammenti plastici. Al contrario, se la composizione è meno idrofoba, sarà più semplice una loro dissociazione (la triazina, elemento base di molti pesticidi, può ridurre la sua concentrazione del 55% sulla superficie del polimero nelle prime 24h), risultando tuttavia in una maggior disponibilità di particelle libere per gli organismi acquatici.[82] A questo tipo di contaminazione sono sottoposti i mammiferi marini in misura sempre crescente[83], venendone in contatto tramite la dieta. Esaminando il tratto gastrointestinale di 12 individui di odontoceti (tursiopi, stenelle striate, globicefali ecc.) spiaggiati tra il 2018 e il 2019 sulle coste di Madeira e delle isole Canarie, tutti presentavano quantità significative di microplastica e circa l'83% dei campioni analizzati conteneva residui di pesticidi, il 50% dei casi rappresentato da *DDD* (*diclorofenil dicloroetano*). Un esemplare di tursiope aveva accumulato più di 1 ppm (parte per milione)[84], quantità di composto organoclorurato tale da generare effetti tossici sui mammiferi marini[85]. Purtroppo, se associamo a questi residui concentrazioni di altre sostanze chimiche diffuse nel nostro mare, l'azione di tossicità non fa altro che aumentare, rappresentando un serio rischio per queste specie, alcune delle quali già considerate *"vulnerabili"*. Lo studio di *Camacho et al.* effettuato nella stessa area evidenzia la correlazione tra l'assunzione da parte di organismi viventi di residui di fitofarmaci e il loro trasporto tramite frammenti plastici. Elevate concentrazioni di *DDT* sono state rinvenute sulla superficie di microplastiche raccolte a Gran Canaria, con una media di 993,5 ng/g per quanto riguarda il pellet (microplastiche primarie), e di 32,4 ng/g per quanto riguarda i frammenti (microplastiche secondarie) nella spiaggia di Las Canteras e, rispettivamente, di 76,5 ng/g e 241,6 ng/g nella spiaggia Cuervitos.[86]

78 Panti et al., 2019
79 Endo et al., 2005
80 Zhang et al., 2015
81 Koelmans et al., 2016; León et al., 2018
82 León et al., 2019
83 Provencher et al., 2017

Purtroppo, questa stessa interazione può avvenire anche negli ambienti terrestri, in particolare agricoli, in cui elevate quantità di materiali plastici vengono impiegati nella gestione delle coltivazioni. Ne è esempio il telo da pacciamatura che viene impiegato per ridurre l'evaporazione e mantenere una certa temperatura del suolo e per mitigare la proliferazione di erbe infestanti.[87] Tuttavia, gli agenti atmosferici fanno sì che parte di questo materiale venga perso con un conseguente accumulo nel suolo[88]. I frammenti plastici derivanti sono predisposti all'assorbimento e all'accumulo di fitofarmaci[89]. Uno studio del 2019 ha infatti analizzato la capacità di 5 sostanze attive (*Carbendazim*, *Dipterex*, *Dichlorovos*, *Diflubenzuron*, *Malathion*, *Difenoconazole*) di essere adsorbite da frammenti di teli in polietilene impiegati in agricoltura. I risultati dimostrano come tutti i composti considerati siano in grado di legarsi velocemente al materiale, incrementando il rischio di contaminazione ambientale del comparto[90] e permettendo un accumulo localizzato di pesticidi.[91]

Negli ultimi anni, sempre di più si sta diffondendo l'utilizzo sia di teli per la pacciamatura in bioplastica con prestazioni e risultati ottimi, sia manichette e gocciolatori per l'irrigazione prodotti con lo stesso materiale. Tali metodi permettono di evitare l'accumulo di plastica nelle aree agricole con tutte le conseguenze che questo comporta.

84 Montoto-Martínez et al., 2021
85 Letcher et al., 2010
86 Camacho et al., 2019
87 Steinmetz et al., 2016
88 Rillig, 2012
89 Barnes et al., 2009; Ramos et al., 2015
90 Wang et al., 2019
91 Hayes et al. 2012

3.4 PESTICIDI E INDUSTRIA TESSILE: IL CASO DEL COTONE

L'impiego di pesticidi non caratterizza solo il *food system* ma anche la produzione di tessuti. Il cotone, per esempio, è la seconda fibra più comune al mondo, preceduta solamente dal poliestere, rappresentando circa il 24,2% di tutta la fibra prodotta globalmente nel 2020[92]. Secondo i dati del 2019 dell'*International Cotton Advisory Committee* (*ICAC*), correlato a questa coltura vi è il commercio di quantità di fitosanitari tali da rappresentare circa il 4,71% di tutti i pesticidi venduti e di circa il 10,24% della mole dei soli insetticidi[93] (un equivalente di 200.000 tonnellate di pesticidi ogni anno)[94]. Implicata nella gestione della coltura non è solo l'elevata quantità di sostanze attive impiegate in difesa da organismi nocivi, ma anche un'ampia diffusione di semi geneticamente modificati, coprendo nel 2018 il 94% di superficie dedicata alla coltivazione del *Gossypium hirsutum*, la specie coltivata di cotone più diffusa al mondo.[95]

Al contrario, si osserva negli ultimi anni un forte incremento di cotone coltivato secondo pratiche biologiche tale che, secondo il *Textile Exchange's Organic* Cotton Market Report 2021, nel 2019/20 la produzione globale ha toccato la quota di quasi 250.000 tonnellate (4% in più dell'anno precedente, che a propria volta aveva segnato un incremento del 31%). Se, da un lato, le colture di cotone biologico presentano una resa inferiore, dall'altro è ormai accertato che consumano meno risorse rispetto al convenzionale. Dall'analisi del ciclo vitale del prodotto, adottando tutte le buone pratiche agronomiche incentivate dall'agricoltura biologica, risulta possibile risparmiare dalle 5 alle 22 volte il consumo di acqua, per non parlare della fertilità del suolo. L'adozione di pratiche più sostenibili nel settore della moda porterebbe al superamento del paradigma della cosiddetta *fast-fashion*, che mira a ridurre i costi di produzione e di acquisto, facendo pagare il prezzo agli attori più deboli della filiera di produzione (ambiente e lavoratori), investendo al contrario sul capitale umano e naturale.

In quest'ottica, sono molte le certificazioni che sono nate per assicurare i consumatori sulla salubrità ed equità sociale dei prodotti tessili. Primi fra tutti sono il *Global Organic Textile Standard* (GOTS) e *l'Organic Content Standard* (OCS) che assicurano che i prodotti tessili contengano fibre naturali biologiche. Il *GOTS* certifica i prodotti sia intermedi che finiti, il mantenimento della tracciabilità lungo l'intero processo produttivo, le restrizioni nell'uso dei prodotti chimici (sia in campo che durante la lavorazione della fibra, verificando le caratteristiche tossicologiche ed ecotossicologiche) e il rispetto di criteri ambientali e sociali in tutte le fasi della filiera produttiva, dalla raccolta in campo delle fibre naturali alle successive fasi manifatturiere, fino all'etichettatura del prodotto finito. L'*OCS*, invece, è promosso a livello internazionale da *Textile Exchange*, una delle più importanti organizzazioni non-profit internazionali per lo sviluppo responsabile e sostenibile nel settore tessile e prevede il rilascio di una dichiarazione ambientale verificata da parte terza che assicura il contenuto di fibre

92 Textile Exchange, 2021
93 ICAC, 2021
94 Hattie Shepherd, Soil Association, 2019
95 Organic Trade Association, 2018

naturali da agricoltura biologica nei prodotti tessili, sia intermedi che finiti e il mantenimento della tracciabilità lungo l'intero processo produttivo. Tuttavia, non rientrano nelle finalità dello standard i requisiti qualitativi e le caratteristiche di sicurezza del materiale, performance ambientali, impatti associati ai processi produttivi ed i criteri sociali.

3.5 GLI STANDARD FAIRTRADE E L'USO DEI PESTICIDI

Paolo Pastore, Direttore Generale FairTrade Italia

L'approccio di Fairtrade al tema dell'uso dei pesticidi si distingue perché mette al centro la persona che lavora, oltre alla protezione dell'ambiente e della biodiversità locale. Voglio ricordare i contesti in cui operiamo, quei Paesi del Sud globale dove spesso la regolamentazione sull'uso di queste sostanze semplicemente non esiste, mentre l'uso massiccio dei pesticidi sembra non incontrare battute d'arresto. Secondo l'*Atlante dei pesticidi 2022*, pubblicato a gennaio di quest'anno da *Fondazione Heinrich Böll*, dalla Ong ambientalista *Bund für umwelt und naturschutz Deutschland (Bund)* e dalla sezione tedesca del *Pesticide action network (Pan)* il loro consumo sarebbe cresciuto dal 1990 ad oggi dell'80% e fino al 150% in Sud America dove se ne fa ampio uso, per esempio, nelle coltivazioni intensive di soia OGM. L'utilizzo dei pesticidi ha provocato circa 255 milioni di incidenti da avvelenamento in Asia, poco più di 100 milioni in Africa e circa 1,6 milioni in Europa (fonte Lifegate.it). Il WWF, nel suo Rapporto diffuso per la Giornata internazionale della salute del 7 aprile scorso, ha sottolineato come i danni per la salute siano diffusi ad ampio raggio: i più esposti sono proprio i lavoratori agricoli, assieme alle donne e ai bambini. Il contatto con pesticidi durante la gravidanza può provocare danni e deformazioni al feto e malattie al nascituro successivamente al parto. Tra i principali indiziati il *Glifosato*, massicciamente utilizzato in agricoltura e probabilmente cancerogeno.
Il sistema Fairtrade comprende 1 milione e 900 mila agricoltori e lavoratori raggruppati in quasi 2000 organizzazioni. Si tratta per l'80% di cooperative di secondo livello che devono assicurarsi che i loro soci rispettino gli Standard sociali e ambientali Fairtrade, pensati e decisi insieme a loro. All'interno degli standard https://www.fairtrade.net/standard/spo sono contenute le regole su come devono essere utilizzate le sostanze chimiche impiegate dagli agricoltori che devono essere formati sulla gestione del sistema integrato di uso dei pesticidi; su un utilizzo sicuro dei materiali pericolosi; assicurarsi che i soci indossino abbigliamento protettivo; accrescere la consapevolezza sui rischi che i soci corrono; non applicare le sostanze in luoghi vicini ad altre attività e fonti idriche; minimizzare i rischi nello stoccaggio dei materiali; non riutilizzare i contenitori per stoccare o trasportare altre sostanze.

All'interno degli Standard vengono dettagliatamente classificati questi materiali: sostanze tossiche o pericolose che causino danni transitori o permanenti alle funzioni del corpo, che siano corrosivi per i tessuti o causino irritazioni anche locali, che possano causare reazioni allergiche, che siano cancerogeni, che possano causare danni a livello genetico o riproduttivo.

Il lavoro che stiamo facendo è quello di rendere gli agricoltori capaci di affrontare le sfide del loro contesto, contribuendo nello stesso tempo a un pianeta più sostenibile.

Questo non vuol dire necessariamente passare alla coltivazione secondo gli standard del biologico (anche se viene particolarmente raccomandata e incentivata attraverso un prezzo minimo e un premio più alto per questo tipo di coltivazioni) ma sicuramente verso un approccio molto stringente: utilizzo minimo di pesticidi e adozione di un sistema integrato; bassa tossicità; maneggio appropriato di queste sostanze per ridurre i rischi e l'esposizione.

Nei suoi standard, Fairtrade inserisce una lista di sostanze pericolose composta di 3 tipologie: la lista rossa è quella delle sostanze proibite, ovvero materiali che non devono essere utilizzati; la lista arancione è quella restrittiva, che specifica i materiali che possono essere utilizzati solo in particolari situazioni. Questa lista viene periodicamente aggiornata da Fairtrade International. Nella lista gialla invece troviamo i materiali che sono stati segnalati come pericolosi e che dovrebbero essere utilizzati con estrema cautela. Fairtrade International non prescrive condizioni aggiuntive per l'uso di questi materiali. Questa lista potrebbe spostarsi in quella rossa o arancione a seconda degli aggiornamenti sulle ricerche in corso per quanto riguarda la loro pericolosità. Fairtrade International monitora costantemente gli effetti di queste sostanze in base alla classificazione proposta dall'Organizzazione mondiale della sanità, la FAO o il PAN. I produttori sono incoraggiati ad adottare un sistema integrato di gestione che favorisca la crescita di coltivazioni sane che preservino i sistemi agricoli attraverso il controllo naturale dei parassiti. Fairtrade incoraggia gli agricoltori a gestire i loro sistemi produttivi utilizzando le risorse naturali presenti nei campi e facendo ricorso ai metodi tradizionali.

Il sistema di gestione integrato comincia già prima che le coltivazioni siano piantate. Richiede conoscenze basate su un approccio ecosistemico alla produzione. Il produttore ha bisogno di conoscere le situazioni che possono colpire lo sviluppo della coltivazione, le sue potenziali malattie e parassiti come di altri nemici naturali. Questa conoscenza gli permetterà di evitare problemi durante la crescita delle piante: ad esempio la scelta del luogo, la distanza tra le piante e tra i semi, la presenza di altre piante o della vegetazione naturale, la direzione del vento e la presenza di ombra. L'osservanza di norme igieniche è un altro esempio di misure preventive: la rimozione di foglie malate o vecchie, per esempio, potrebbe aiutare a ridurre la frequenza di certe malattie che causano funghi nelle piante. Altre misure preventive riguardano la rotazione delle colture, la copertura del terreno, mescolare il concime con il suolo o l'implementazione di tecniche agricole che minimizzino lo sviluppo di parassiti e di malattie o che favoriscano lo sviluppo di nemici naturali. L'osservazione è l'aspetto fondamentale: capire quale sia questo livello o soglia e come i parassiti e i loro nemici naturali interagiscano sul campo, è la base per una gestione integrata che non si affidi pesantemente ai pesticidi. Solo quando le misure preventive e alternative non sono in grado di controllare il problema e quando esiste il rischio di danno economico i pesticidi potranno assumere un ruolo più rilevante nel controllo dei parassiti. L'osservazione è fondamentale anche per valutare il tipo di intervento che può andare dalle misure fisiche, come l'uso ad esempio di trappole colorate che attraggano i parassiti, alle misure biologiche, come l'utilizzo di nemici naturali. In questo modo,

se i pesticidi dovranno essere utilizzati, lo saranno in misura contenuta, in modo appropriato e indirizzato a prevenire la resistenza dei parassiti.

3.7 PESTICIDI ED ALTRI PRODOTTI CHIMICI ALIMENTARI

Melania Farnese, ecotossicologa

Gli effetti additivi e sinergici di tossicità potrebbero essere la risultante dell'interazione dei residui con altre sostanze impiegate nel trattamento e nella lavorazione degli alimenti. Studi recenti aprirebbero a questa possibilità in presenza di alcuni tipi di additivi alimentari, che possono essere di diversa struttura chimica. Ne è esempio il biossido di titanio (TiO_2), conosciuto come E171 ed impiegato come colorante in prodotti alimentari come alcuni latticini e chewing gum, la cui pericolosità è stata recentemente evidenziata da uno studio di valutazione dell'*EFSA* e sul quale il prof. *Maged Younes*, presidente del gruppo di esperti *EFSA* sugli additivi e aromatizzanti alimentari (gruppo FAF), ha affermato: "Tenuto conto di tutti gli studi e i dati scientifici disponibili, il gruppo scientifico ha concluso che il biossido di titanio non può più essere considerato sicuro come additivo alimentare. Un elemento fondamentale per giungere a tale conclusione è che non si possono escludere timori in termini di genotossicità connessi all'ingestione di particelle di biossido di titanio. Dopo l'ingestione, l'assorbimento di particelle di biossido di titanio è basso, tuttavia esse possono accumularsi nell'organismo umano".
Come se non bastasse il rischio sanitario posto dalla sostanza presa singolarmente, è stato dimostrato come nanoparticelle (di dimensione nanometrica) di TiO_2 siano in grado di assorbire il *DDT* e produrre un'azione genotossica sinergica in epatociti umani. Così come sono stati osservati, in vitro, effetti di citotossicità causati dall'azione congiunta di *Boscalid*, i cui residui sono tra i più frequenti nei campioni alimentari analizzati negli ultimi anni, con i due additivi TiO_2 (E171) e SiO_2 (E551) contenenti un quantitativo considerevole di nanoparticelle. Presi singolarmente e in quantità permesse per legge, ogni composto non presentava alcun effetto avverso. All'aumentare delle singole concentrazioni aumentava anche la tossicità, inficiando la salute delle cellule epiteliali impiegate nello studio e confermando l'effettiva tossicità di queste sostanze. Tuttavia, l'azione combinata di queste sostanze provocava una tossicità di gran lunga superiore rispetto a quella generata dalle singole sostanze. Non solo, anche la capacità di movimento del *Boscalid* nel modello in vitro e impiegato nello studio è incrementata rispettivamente del 20% e 30% in presenza di TiO_2 e SiO_2. Questi due fattori sopradescritti e la frequente presenza di residui del pesticida negli alimenti possono determinare un rischio sanitario non previsto da non ignorare e a cui la popolazione italiana è sottoposta. Tenuto conto della presenza di più sostanze chimiche nella matrice alimentare, l'*EFSA* ha sviluppato una prima serie di linee guida di criteri scientifici utili al raggruppamento delle varie sostanze chimiche impiegate nel food system che si basano sulla similitudine in struttura chimica e tossicità. Nonostante non riescano ancora a descrivere pienamente tutti possibili *outcomes* derivanti dalle interazioni di queste molecole, come ampiamente discusso nella consultazione pubblica del documento, queste linee guida possono essere un primo passo significativo per la riduzione del rischio a cui è sottoposta la popolazione.

4. CONCLUSIONI

La transizione ecologica del comparto agroalimentare dovrà accompagnare l'Italia verso una sempre più massiccia riduzione dell'inquinamento, un incremento della biodiversità e un uso sempre più sostenibile delle risorse. Nei prossimi anni, dovremo essere pronti ad affrontare le sfide epocali di cui, noi e il nostro Pianeta, abbiamo bisogno. Su un Pianeta malato non possono vivere persone sane ed è ormai evidente a tutti che gli attuali modelli di coltivazione, allevamento e produzione di energia non siano adatti a raggiungere questi obiettivi. In tale logica, risulta strategica a livello Europeo l'approvazione della proposta della Commissione europea di un *Regolamento sull'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari (SUR)*, che fa parte del pacchetto legislativo "*Natura"* e che prevede una sensibile riduzione dell'utilizzo di fitofarmaci in agricoltura nonché una gestione integrata dei parassiti (*IPM*), comprendendo misure preventive, rotazioni colturali più lunghe, diversificazione delle colture e controlli biologici.
Altrettanto importante a livello nazionale è l'approvazione del nuovo PAN per l'utilizzo di fitofarmaci, la cui ultima stesura risale al 2014. Indubbiamente, il Piano Strategico Nazionale per l'applicazione della PAC costituisce uno strumento fondamentale per il futuro di tutto il settore agroalimentare. Purtroppo, però, nonostante alcune scelte positive, come il significativo sostegno al biologico e un eco-schema dedicato agli impollinatori, non risulta sufficientemente efficace a contenere gli impatti negativi dell'agricoltura e della zootecnia intensiva, a ridurre l'utilizzo delle molecole pericolose di sintesi e a salvaguardare la biodiversità**.**

Anche il nuovo rapporto sul consumo di suolo indica in maniera estremamente chiara quanto sia necessario cambiare rotta. Le nuove coperture artificiali hanno riguardato 56,7 km^2, ovvero, in media, oltre 15 ettari al giorno[96], spesso sottratti alle aree agricole che hanno subito negli ultimi venti anni un processo molto negativo di abbandono, con la perdita di 6 milioni di ettari coltivati. Gli agricoltori rappresentano, invece, i veri protagonisti di un cambiamento epocale dell'intero sistema agroalimentare in chiave ecologica. Per questo, devono essere accompagnati in tale percorso, affinché, proprio attraverso il loro operato, sia possibile garantire prodotti agricoli di qualità e più sani, oltre a una migliore conservazione del suolo e, più in generale, dell'ambiente.

È quanto mai necessario promuovere una cultura ecologica diffusa e rinnovata, ampliando le conoscenze degli operatori, scommettendo sull'occupazione giovanile e sull'innovazione tecnologica, disseminando presidi territoriali pubblici che garantiscano consulenza, formazione e supporto agli imprenditori agricoli rispetto alle soluzioni da mettere in campo circa i problemi sanitari delle colture, ai danni provocati dai cambiamenti climatici e, più in generale, a come ridurre l'utilizzo di molecole di sintesi, assicurando un adeguato reddito. È proprio dal connubio tra tradizione e innovazione, buone pratiche agricole, rispetto per il capitale naturale e metodologie all'avanguardia che si potrà riuscire a garantire il compimento della *road map* verso un vero Green Deal del sistema agricolo**.**

96 Munafò M., 2021

A livello territoriale, molti agricoltori stanno già percorrendo la strada dell'agroecologia, come dimostra la percentuale di SAU a biologico raggiunta nel 2022 pari al 17,4% (una delle maggiori di tutta Europa) e l'adozione di metodologie che riducono gli impatti negativi. Assistiamo inoltre a un sempre maggiore interesse da parte dei cittadini a consumare prodotti biologici, di filiera corta e controllata. Tuttavia, il solo impegno dal basso non basta. Serve un'azione più decisa, anche da parte delle istituzioni nazionali e internazionali, fino a ora purtroppo smentita dalla proroga di un ulteriore altro anno dell'utilizzo del *Glifosato*. È doveroso ricordare come il *Glifosato* sia ormai riconosciuto come sostanza ad elevata tossicità ambientale capace di alterare la funzionalità degli ecosistemi e degli habitat naturali e ridurre la biodiversità. Già nel 2015, la *IARC* (*International Agency for Research on Cancer)*, a seguito di una rigorosa revisione della letteratura scientifica, ha reso pubblico un documento che definisce l'erbicida *"probabile cancerogeno per l'uomo"*, classificandolo nel gruppo 2A in relazione alla pericolosità per la salute umana.

I dati raccolti nel dossier evidenziano con chiarezza un aspetto: la presenza di fitofarmaci è ancora troppo diffusa negli alimenti italiani ed europei. Il trend indica un aumento della quantità di residui riscontrati in frutta e verdura. Come è stato evidenziato nel rapporto, nonostante la maggior parte dei residui siano ammessi dall'attuale legislazione, in alcuni campioni alimentari sono addirittura state rinvenute sostanze altamente tossiche. Tra queste, continua a comparire il *Chlorpyrifos*, il cui utilizzo è stato finalmente vietato nel 2020 dall'Unione europea, ma che l'Italia continua a utilizzare per contrastare gli effetti della cimice asiatica, chiedendo specifiche deroghe per coltivazioni più a rischio, tra cui melo, pero, pesco, nettarine, noce e nocciolo, nonostante la scarsa efficacia dei principi attivi su questo insetto comparso per effetto dei cambiamenti climatici.

Altro aspetto che desta particolare preoccupazione è il ritrovamento di residui di neonicotinoidi come *Acetamiprid*, *Thiacloprid*, uniti all'erbicida *Glifosato*, in campioni di miele italiano. Tale dato conferma come i livelli di rischio per la sopravvivenza di api, bombi, vespe e coleotteri siano ancora elevati. Bisogna poi ricordare che nel 2013 l'Ue ha deciso di interdire l'utilizzo dei neonicotinoidi per la prima volta su quattro colture principali, decisione poi confermata nel 2018. Un passo estremamente importante, essendo stata la prima volta in cui si è deciso di sospendere l'utilizzo di molecole non per gravi effetti sulla salute umana ma poiché causa di effetti sugli impollinatori e sull'ambiente. Tuttavia, tale stop non ha portato a una effettiva soluzione *"sul campo"*, considerando che vengono ancora ampiamente utilizzati. Estremamente importante risulta anche la decisione della Commissione europea di vietare l'utilizzo di *Clothianidin* e *Thiamatoxm* e l'import di alimenti con residui di siffatti neonicotinoidi.

A farci tirare un sospiro di sollievo sono, da una parte, l'avanzamento della ricerca e della sperimentazione, grazie alle collaborazioni con le università, e, dall'altra, i dati sul biologico che continua ad ampliare i suoi sostenitori. Nel 2022, l'89% delle famiglie italiane ha acquistato bio almeno una volta, quota stabile rispetto al monitoraggio realizzato nel 2021. Molto positiva, inoltre, la performance dell'export bio che, nel 2022, ha raggiunto i 3,4 miliardi di euro, con una crescita rispetto all'anno precedente del +16%.[97]. Sul fronte dell'offer-

97 Nomisma,2022

ta, l'Italia si conferma Paese leader nel settore biologico per quota di superficie agricola, operatori ed export.

La zootecnia deve essere tenuta in particolare considerazione. La maggior parte delle emissioni di metano, anidride carbonica e protossido di azoto prodotte da questo settore impattano sulle matrici ambientali. Anche in questo caso, risulta necessario promuovere un modello di allevamento più virtuoso, capace di ridurre i carichi emissivi e la densità dei capi allevati e di gettare le basi sull'attenzione al benessere animale attraverso un'etichetta, cosiddetta *"indicatore ombrello"*, per i consumatori. Altro aspetto riguarda la necessità di cambiamento degli stili di vita in chiave sostenibile e la diminuzione dei consumi - e quindi della domanda - di carne. Una riduzione della quantità in favore della qualità allo scopo di ridurre l'importazione di mangimi e foraggi che portano con sé gravi problematiche legate alla deforestazione.

Alla luce di ciò, dobbiamo adoperarci per raggiungere obiettivi sempre più sfidanti, sollecitando i decisori politici nazionali e comunitari a mettere in atto politiche incentivanti, come indicato con chiarezza dalle strategie *Farm to fork* e *Biodiversità* che entro il 2030 prevedono una drastica riduzione dell'utilizzo di molecole di sintesi. Per raggiungere tali obiettivi serve innanzitutto ridurre fortemente gli impatti negativi dell'agricoltura e della zootecnia intensiva, puntare con determinazione sulle buone pratiche agronomiche che garantiscono la conservazione della biodiversità e adottare tecniche innovative e digitali per evitare o ridurre l'utilizzo di fitofarmaci, utilizzando metodi alternativi meno impattanti, implementando ricerca, rapporto con il mondo universitario e sperimentazioni e favorendo percorsi specifici di formazione e informazione dedicati agli operatori del settore agricolo.

Bisogna inoltre moltiplicare in quantità e qualità le analisi effettuate su campioni di prodotti alimentari, rendendole più omogenee a livello territoriale, estendendo al sistema delle analisi chimiche sistemi complementari basati sul biomonitoraggio, ed effettuare campionamenti anche per la ricerca di principi attivi nel suolo oltre che nell'acqua. È di fondamentale importanza approvare, sia a livello europeo che a livello nazionale, una legislazione sul multiresiduo e sugli effetti additivi e sinergici sulla presenza di più principi attivi in uno stesso alimento. Serve altresì lanciare un messaggio chiaro, mettendo al bando definitivamente sia il *Glifosato* che ogni altra tipologia di principio attivo di cui sia comprovata la pericolosità. È doveroso alzare l'asticella dell'agricoltura integrata. Serve farla meglio, puntando a un raccolto sano e sicuro per la salute e capace di conservare al tempo stesso le risorse ambientali. Nel processo di transizione del modello agricolo occorre ridurre l'utilizzo della chimica nociva di sintesi, ridurre lo spettro di azione di insetticidi ed erbicidi e implementare la ricerca e il conseguente utilizzo di insetti antagonisti come metodo di controllo di alcune patologie. Dobbiamo esercitare un'azione di maggiore e capillare controllo per arginare l'utilizzo di fitofarmaci illegali, purtroppo sempre più drammaticamente diffuso, così come dobbiamo porre rimedio alla diffusione del caporalato e di fenomeni di sfruttamento in ambito agricolo, che continuano a dilagare, rimettendo al primo posto la salute e il rispetto dei lavoratori.

Serve, insomma, che ciascuno faccia la propria parte per disegnare concretamente un percorso che guardi senza alcuna esitazione verso l'agroecologia, liberando la nostra agricoltura dalla dipendenza dalla chimica e riconciliandola con i sistemi naturali, assicurando prodotti buoni, sani e giusti.

5. FONTI BIBLIOGAFICHE E SITOGRAFICHE

Alleva R., Manzella N., Gaetani S., Ciarapica V., Bracci M., Caboni M.F., Pasini F., Monaco F., Amati M., Borghi B., Tomasetti M., 2016. Organic honey supplementation reverses pesticide-induced genotoxicity by modulating DNA damage response. Molecular nutrition & food research, 60(10):2243-2255. doi: 10.1002/mnfr.201600005. Epub 2016 May 30

Baines D., Wilton E., Pawluk A., De Gorter M., Chomistek N., 2017. *Neonicotinoids act like endocrine disrupting chemicals in newlyemerged bees and winter bees. Scientific Reports 7: 10979.*

Bargagli, R., Monaci, F., Sanchez Hernandez J., C., & Cateni, D. (1998). Biomagnification of mercury in an Antarctic marine coastal food web. MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES, 169, 65-76.

Barnes D.K.A., Galgani F., Thompson R.C., Barlaz M., 2009. *Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments*. Philos. Trans. R. Soc., B 364, 1985–1998.

Beketov M. A., Kefford B. J., Schäfer R. B., Liess M., 2013. *Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates.* Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 110(27), 11039–11043

Bernasconi C., Demetrio P.M., Alonso L.L., Mac Loughlin T.M., Cerdá E., Sarandón S.J., Marino D.J., 2021. *Evidence for soil pesticide contamination of an agroecological farm from a neighboring chemical-based production system.* Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 313, 107341, ISSN 0167-8809, https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107341

Camacho M., Herrera A., Gomez M., Acosta-Dacal A., Martínez I., Henríquez Hernandez L.A., Luzardo O.P., 2019. *Organic pollutants in marine plastic debris from Canary Islands beaches*. Sci. Total Environ. 662, 22–31.

Cao X., DeLoid G.M., Bitounis D., De La Torre-Roche R., White J.C., Zhang Z., Ho C. G, Woei Ng K., Eitzer B.D., Demokritou P., 2019. *Co-exposure to the food additives SiO2 (E551) or TiO2 (E171) and the pesticide boscalid increases cytotoxicity and bioavailability of the pesticide in a tri-culture small intestinal epithelium model: potential health implications*. Environ. Sci.: Nano, 6, 2786-2800.

Carballo M., Arbelo M., Esperon F., Mendez M., De L.T., Munoz M.J., 2008. *Organochlorine residues in the blubber and liver of bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) stranded in the Canary Islands, North Atlantic Ocean.* Environ. Toxicol. 23, 200–210.

Carson, R. (2009). Silent spring. 1962.

Cascades, P. I. T. Pesticide Use Harming Key Species Ripples through the Ecosystem.

Chen X.-X., Cheng B., Yang Y.-X., Cao A., Liu J.-H., Du L.-J., Liu Y., Zhao Y., Wang H., 2013. *Characterization and Preliminary Toxicity Assay of Nano-Titanium Dioxide Additive in Sugar- Coated Chewing Gum.* Small, 9, 1765–1774.

Chiu M.-C., Hunt L., & Resh V. H., 2016. *Response of macroinvertebrate communities to temporal dynamics of pesticide mixtures: A case study from the Sacramento River watershed, California*. Environmental Pollution, 219, 89–98.

Del Bello, F. Crescenzi, M. Perrone, R. Meo, A. Trinchera, V. Verrastro, S. Giordano, F.M. Santucci, P.Pugliese, A. Giuliano. 2021 La filiera vitivinicola biologica.

European Food Safety Authority (EFSA). (2019). Updated statement on the available outcomes of the human health assessment in the context of the pesticides peer review of the active substance chlorpyrifos- methyl. *EFSA Journal*, *17*(11), e05908.

EFSA (European Food Safety Authority (2022). The 2020 European Union report on pesticide residues in food. EFSA Journal, 20(3).

Endo S., Takizawa R., Okuda K., Takada H., Chiba K., Kanehiro H., Ogi H., Yamashita R., Date T., 2005. *Concentration of polychlorinated biphenyls (PCBs) in beached resin pellets: variability amon individual particles and regional differences*. Mar. Pollut. Bull. 50, 1103–1114

Gallai, N., Salles, J. M., Settele, J., & Vaissière, B. E. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological economics*, *68*(3), 810-821.

Garnett RP, 2011. *Presence of Glyphosate and its soil metabolite aminomethylphosphonic acid (AMPA) in surface water. What does it mean for human health and the environment?* XIV Symposium in Pesticide Chemistry - Pesticides in the Environment: fate, modelling and risk mitigation

Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C., & Rotheray, E. L. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science*, *347*(6229), 1255957.

Hattie Shepherd, Soil Association, 2019. *Thirsty for fashion? How organic cotton delivers in a water-stressed world.* https://catalogue.unccd.int/1352_thirsty-for-fashion-soil-association-report.pdf

Hayes D.G., Dharmalingam S., Wadsworth L.C., Leonas K.K., Miles C., Inglis D., 2012. *Biodegradable agricultural mulches derived from biopolymers* In: Khe-mani K.C., Scholz C. (Eds.), Degradable Polymers and Materials: Princ. Pract. Vol. 1114 pp. 201-223

International Cotton Advisory Committee., 2021. ICAC cotton data book 2021.

Iori A., Belocchi A., Fornara M., Sereni F., Quaranta F., 2022. Risposta alle malattie fungine del grano duro bio. Informatore Agrario n° 37/2022

ISPRA,2022. Rapporto nazionale pesticidi nelle acque. Dati 2019-2020.

Klein, A. M., Vaissière, B. E., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. Proceedings of the royal society B: biological sciences, 274(1608), 303-313.

Koelmans A.A., Bakir A., Burton G.A., Janssen C.R., 2016. Microplastic as a vector for chemicals in the aquatic environment: critical review and model-supported reinterpretation of empirical studies. Environ. Sci. Technol. 50, 3315–3326.

Krasnow, C., & Ziv, C. (2022). Non-Chemical Approaches to Control Postharvest Gray Mold Disease in Bell Peppers. *Agronomy*, *12*(1), 216.

Legambiente 2020. Dossier STOP Pesticidi 2020.

Legambiente 2021. Dossier STOP Pesticidi 2021.

León V.M, García-Agüera I., Moltó V. , Fernández-González V, Llorca-Pérez L., Andrade J.M., Muniategui-Lorenzo S., Campillo J.A., 2019. *PAHs, pesticides, personal care products and plastic additives in plastic debris from Spanish Mediterranean beaches*. Science of the Total Environment 670: 672-684

León V.M., García I., González E., Samper R., Fernández V., Muniategui-Lorenzo Soledad, 2018. Potential transfer of organic pollutants from littoral plastics debris to the marine environment. Environ. Pollut. 236, 442–453

Letcher R.J., Bustnes J.O., Dietz R., Jenssen B.M., Jørgensen E.H., Sonne C., Verreault J., Vijayan M.M., Gabrielsen G.W., 2010. Exposure and effects assessment of persistent organohalogen contaminants in arctic wildlife and fish. In: Science of The Total Environment, Levels, trends and effects of legacy and new persistent organic pollutants in the Arctic: An AMAP Assessment, 408, pp. 2995–3043

Li, X. W., Lu, X. X., Zhang, Z. J., Huang, J., Zhang, J. M., Wang, L. K., & Lu, Y. B. (2021). Intercropping rosemary (Rosmarinus officinalis) with sweet pepper (Capsicum annum) reduces major pest population densities without impacting natural enemy populations. *Insects*, *12*(1), 74.

Lucini, L., & Cardarelli, M. (2015). Biostimolanti, cosa sono e come agiscono.

Montoto-Martínez T., De la Fuente J., Puig-Lozano R., Marques N., Arbelo M., Hernandez-Brito J.J., Fernandez A., Gelado-Caballero M.D., 2021. *Microplastics, bisphenols, phthalates and pesticides in odontocete species in the Macaronesian Region (Eastern North Atlantic)*. Marine Pollution Bulletin 173.

Munafò, M. (a cura di), 2021. Consumo di suolo, dina-miche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2021. Report SNPA 22/21

N'Woueni, D. K., & Gaoue, O. G. (2022). Plant Diversity Increased Arthropod Diversity and Crop Yield in Traditional Agroforestry Systems but Has No Effect on Herbivory. Sustainability, 14(5), 2942.

Organic Trade Association, 2018. Cotton and the Environment.

Pal, E., Almasri, H., Paris, L., Diogon, M., Pioz, M., Cousin, M., ... & Belzunces, L. P. (2022). Toxicity of the Pesticides Imidacloprid, Difenoconazole and Glyphosate Alone and in Binary and Ternary Mixtures to Winter Honey Bees: Effects on Survival and Antioxidative Defenses. Toxics, 10(3), 104.

Panti C., Baini M., Lusher A., Hernandez-Milan G., Bravo Rebolledo E.L., Unger B., Syberg K., Simmonds M.P., Fossi M.C., 2019. Marine litter: one of the major threats for marine mammals. Outcomes from the european cetacean society workshop. Environ. Pollut. 247, 72–79.

Panizza, C. (2019). Cimici: non solo asiatica.

Provencher J.F., Bond A.L., Avery-Gomm S., Borrelle S.B., Rebolledo E.L.B., Hammer S., Kühn S., Lavers J.L., Mallory M.L., Trevail A., van Franeker J.A., 2017. Quantifying ingested debris in marine megafauna: a review and recommendations for standardization. Anal. Methods 9, 1454–1469.

Ramos L., Berenstein G., Hughes E.A., Zalts A., Montserrat J.M., 2015. Polyethylene film incorporation into the horticultural soil of small periurban production units in Argentina. Science of The Total Environment Volume 523, 1, Pages 74-81

Rillig MC., 2012. Microplastic in terrestrial ecosystems and the soil? Environmental Science & Technology 46(12):6453–6454.

Schuhmann, A., Schmid, A. P., Manzer, S., Schulte, J., & Scheiner, R. (2022). Interaction of Insecticides and Fungicides in Bees. Frontiers in Insect Science, 23.

Shi Y., Zhang J.-H., Jiang M., Zhu L.-H., Tan H.-Q., Lu B.,2009. Synergistic genotoxicity caused by low concentration of titanium dioxide nanoparticles and p,p'-DDT in human hepatocytes. Environ. Mol. Mutagen. 51, NA–NA

Shiva, V. (2014). Campi di battaglia: biodiversità e agricoltura industriale. Edizioni Ambiente.

Steinmetz Z., Wollmann C., Schaefer M., Buchmann C., David J., Tröger J., Muñoz K., Frör O., Schaumann G.E., 2016. Plastic mulching in agriculture. Trading short-term agronomic benefits for long-term soil degradation? Science of the Total Environment 550:690–705.

Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo

Textile Exchange, 2021. Textile Exchange preferred fiber and materials market report 2021.

Turusov, V., Rakitsky, V., & Tomatis, L. (2002). Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT): ubiquity, persistence, and risks. Environmental health perspectives, 110(2), 125-128.

Wang T., Yu C., Chu Q., Wang F., Lan T., Wang J., 2019. Adsorption behaviour and mechanism of five pesticides on microplastics from agricultural polyethylene films. Chemosphere Volume 244, April 2020, 125491.

Weir A., Westerhoff P., Fabricius L., Hristovski K., von Goetz N., 2012. Titanium Dioxide Nanoparticles in Food and Personal Care Products. Environ. Sci. Technol. 46, 2242–2250.

Zagaria D., Gentile C., Catalano L., Melillo V.A.N. 2022. L'informatore agrario.

Zhang W., Ma X., Zhang Z., Wang Y., Wang J., Wang J., Ma D., 2015. Persistent organic pollutants carried on plastic resin pellets from two beaches in China. Mar. Pollut. Bull. 99, 28–34.

Zhang, Y., Zeng, D., Li, L., Hong, X., Li-Byarlay, H., & Luo, S. (2022). Assessing the toxicological interaction effects of imidacloprid, thiamethoxam, and chlorpyrifos on Bombus terrestris based on the combination index. Scientific Reports, 12(1), 1-9.

https://textileexchange.org/wp-content/uploads/2021/08/Textile-Exchange_Preferred-Fiber-and-MaterialsMarket-Report_2021.pdf

https://ota.com/sites/default/files/indexed_files/Cotton%20and%20the%20Environment%20Final%20July%202018.pdf

https://www.savebeesandfarmers.eu/eng

https://www.efsa.europa.eu/it/news/titanium-dioxide-e171-no-longer-considered-safe-when-used-food-additive

https://www.iucnredlist.org/species/42463639/42463665

6. APPENDICE

Di seguito, sono riportate le tabelle elaborate in base ai risultati delle analisi di residui di pesticidi negli alimenti di origine vegetale per i campioni 2021. Le analisi sono state effettuate dai laboratori pubblici regionali - Agenzia per la Protezione dell'Ambiente, ASL e Istituti Zooprofilattici Sperimentali - accreditati per i controlli ufficiali dei residui di fitofarmaci negli alimenti che ringraziamo per la disponibilità e collaborazione. I campioni sono stati suddivisi in: irregolari (con almeno un residuo che supera l'LMR del singolo principio attivo definito secondo il regolamento europeo 396/2005 o per presenza di sostanza attiva non autorizzata); regolari (senza residui irregolari, con monoresiduo); regolari con multiresiduo. Per quanto riguarda i dati esaminati, ci sono pervenuti da: Agenzia provinciale per l'Ambiente di Bolzano, Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente di Trento, IZS del Mezzogiorno, Arpa Campania, Arpa Emilia-Romagna, IZS della Lombardia e dell'Emilia Romagna, Arpa Lazio, IZS dell'Umbria e delle Marche, Arpa Valle d'Aosta, Arpa Puglia, Arpa Friuli Venezia Giulia, Arpa Liguria, IZS dell'Abruzzo e del Molise. Sono pervenuti dati anche dall'IZS del Lazio e della Toscana. Purtroppo, da questi non è stato possibile distinguere le categorie regolari senza residui, regolari con un solo residuo, regolari con monoresiduo, regolari con multiresiduo, pertanto non sono stati considerati nelle analisi.

Di seguito, è riportata la legenda che vale per tutte le tabelle dei dati utilizzati per l'elaborazione del presente dossier:

AGRUMI
mandarini, limoni, arance, pompelmi.

FRUTTA ESOTICA
ananas, banane, papaya, frutto della passione, datteri, kiwi, bacche di goji.

PICCOLI FRUTTI
ciliegie, bacche, frutti di bosco.

ALTRA FRUTTA
albicocche, cachi, susine, melone, fico d'india, fichi, prugne, anguria, olive.

INSALATA
lattuga, iceberg, invidia, radicchio, rucola, scarola.

ORTAGGI DA FUSTO
asparagi, sedani finocchi.

ORTAGGI DA FOGLIA
cavoli, cavolfiori, broccoli, bieta, bietole, spinaci, basilico, cicoria.

LEGUMI
fagioli, lenticchie, soia, piselli, ceci.

ALTRE VERDURE
aglio, barbabietole, cetrioli, cipolle, carciofo, ravanello, capperi, porro, melanzane, portulacee, lupini, erba cipollina, zucca.

ALTRI DERIVATI
Noci lavorate, nocciole lavorate, mandorle lavorate.

LEGAMBIENTE

DOSSIER

STOP PESTICIDI 2022

RIEPILOGO DATI 2021

Genere	campioni analizzati	Campioni irregolari		Campioni regolari senza residui		Campioni regolari con un solo residuo		Campioni regolari con più di un residuo	
	N. campioni	N. campioni	%	N. campioni	%	N. campioni	%	N. campioni	%
VERDURA	1792	19	1,06	1175	65,57	270	15,07	328	18,30
FRUTTA	1461	20	1,37	413	28,27	237	16,22	791	54,14
PRODOTTI TRASFORMATI	656	4	0,61	380	57,93	105	16,01	167	25,46

Elaborazione Legambiente su dati Arpa, Asl e IZS 2021

Genere	Campioni analizzati	Campioni irregolari		Campioni regolari senza residui		Campioni regolari con un solo residuo		Campioni regolari con più di un residuo	
	N. campioni	N. campioni	%	N. campioni	%	N. campioni	%	N. campioni	%
VERDURA	1792	19	1,06	1175	65,57	270	15,07	328	18,30
insalate*	122		0,00	60,00	49,18	19	15,57	43	35,25
ortaggi da foglia**	184	3	1,63	109	59,24	33	17,93	39	21,20
ortaggi da fusto***	151	3	1,99	76	50,33	32	21,19	40	26,49
pomodori	169	1	0,59	75	44,38	26	15,38	67	39,64
cereali	440	4	0,91	361	82,05	50	11,36	25	5,68
legumi	82		0,00	62	75,61	13	15,85	7	8,54
zucchine	100		0,00	72	72,00	13	13,00	15	15,00
peperoni	117	1	0,85	45	38,46	25	21,37	46	39,32
patate	139	2	1,44	110	79,14	23	16,55	4	2,88
carote	74	1	1,35	55	74,32	9	12,16	9	12,16
altre verdure	214	4	1,87	150	70,09	27	12,62	33	15,42
FRUTTA	1461	20	1,37	413	28,27	237	16,22	791	54,14
mele	236	1	0,42	88	37,29	48	20,34	99	41,95
pere	144		0,00	12	8,33	14	9,72	118	81,94
pesche	248	3	1,21	45	18,15	26	10,48	174	70,16
uva	172		0,00	20	11,63	28	16,28	124	72,09
fragole	92	1	1,09	22	23,91	9	9,78	60	65,22
agrumi	226	4	1,77	105	46,46	45	19,91	72	31,86
frutta esotica****	127	4	3,15	49	38,58	18	14,17	56	44,09
piccoli frutti*****	67	4	5,97	10	14,93	14	20,90	39	58,21
altra frutta	149	3	2,01	62	41,61	35	23,49	49	32,89
PRODOTTI TRASFORMATI	656	4	0,61	380	57,93	105	16,01	167	25,46
oli extra vergine d'oliva	117		0,00	113	96,58	4	3,42		0
oli di semi	23		0,00	21	91,30	2	8,70		0
vino	267		0,00	102	38,20	51	19,10	114	42,70
miele e derivati apicoltura	108	2	1,85	73	67,59	14	12,96	19	17,59
cereali trasformati	103	1	0,97	45	43,69	27	26,21	30	29,13
cereali integrali trasformati	9		0,00	2	22,22	4	44,44	3	33,33
condimenti****** e salse	2		0,00	2	100,00		0,00		0
altri derivati	27	1	3,70	22	81,48	3	11,11	1	3,70

Elaborazione Legambiente su dati Arpa, Asl e IZS 2021