



LE MISURE NON SONO TUTTO

L'IMPORTANZA DELLA PICCOLA FAUNA PER
UN'AGRICOLTURA SOSTENIBILE

| | |
|--|----|
| PREMESSA | 3 |
| Fauna “minore” ma non per importanza! | 4 |
| PESTICIDI AGRICOLI E INQUINAMENTO AMBIENTALE | 6 |
| Meccanismi dell’azione tossica dei pesticidi | 6 |
| Biodiversità e agricoltura intensiva | 7 |
| ANFIBI: CARATTERISTICHE DEL POPOLO DEGLI STAGNI E DELLE PALUDI | 9 |
| RETTILI: GRUPPO ETEROGENEO E DIVERSIFICATO | 11 |
| ANFIBI E RETTILI, ANIMALI A RISCHIO?..... | 13 |
| PESTICIDI AGRICOLI: VIE DI ESPOSIZIONE PER ANFIBI E RETTILI..... | 15 |
| POTENZIALI EFFETTI DEI PESTICIDI..... | 18 |
| Effetti tossici su Anfibi e Rettili: 2 casi studio in Italia | 19 |
| CONCLUSIONI..... | 23 |

TESTI DI:

G. Simbula

CONTRIBUTI DI:

E. Alessi, A. Agapito Ludovici, F. Ferroni

WWF Italia, settembre 2021





PREMESSA

La biodiversità del nostro Pianeta sta scomparendo ad un ritmo allarmante negli ultimi anni. Secondo una relazione dell'IPBES (*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*) del 2019¹, su un totale stimato 8 milioni di specie animali e vegetali, circa **un milione delle specie viventi sulla Terra corre il pericolo di estinguersi** nel giro di pochi decenni. L'estinzione di alcune specie provoca inevitabilmente la scomparsa di altre specie, a cui sono legate da strette relazioni ecologiche, alimentando un **collasso concatenato** e continuo della biodiversità. **Più di 400 specie di vertebrati sono scomparse negli ultimi 100 anni**, estinzioni che nel corso della normale evoluzione avrebbero richiesto fino a diecimila anni², spingendo così molti scienziati a ritenere che stiamo attraversando la **sesta estinzione di massa** nella

storia del Pianeta. In totale sulla Terra si sono verificati cinque eventi di estinzione di massa, di cui il più recente e conosciuto ha causato la scomparsa dei dinosauri 66 milioni di anni fa. Ognuno di questi eventi ha portato all'estinzione del 60-95% delle specie di organismi presenti, e sono trascorsi circa milioni di anni prima di recuperare un numero di specie simile a quello che esisteva in origine.

A differenza delle prime cinque estinzioni, risultato di naturali, sebbene catastrofiche, alterazioni ambientali (es. eruzioni vulcaniche e collisioni con asteroidi), questa è la **prima estinzione di massa innescata dall'azione di una singola specie, l'essere umano**. La distruzione degli habitat naturali, la deforestazione e l'**enorme utilizzo di pesticidi** nell'agricoltura intensiva industriale sono solo alcune delle cause che creano instabilità negli ecosistemi. L'impiego di

¹IPBES, 2019. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (Version 1). Zenodo.

²Ceballos G. *et al.*, 2020. Vertebrates on the brink as indicators of biological annihilation and the sixth mass extinction. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 117, pp. 13596-13602.

sostanze chimiche di sintesi capaci di garantire protezione contro piante infestanti, insetti e funghi in ambito agricolo ed elevati standard qualitativi e produttivi, è ancora estremamente diffuso, benché sia stato dimostrato come sia responsabile di impatti negativi sulla salute dell'uomo e degli ecosistemi. Comprendere e conoscere il patrimonio naturale che ci circonda è un prerequisito fondamentale per rispettare e tutelare le specie animali e vegetali, incluse quelle poco note ma di grande importanza bioecologica e conservazionistica come l'erpetofauna (ossia anfibi e rettili).

Anfibi e rettili hanno il primato di **essere tra i vertebrati** (animali dotati di una struttura scheletrica) **più antichi ad essersi adattati alla vita terrestre**. Nel **mondo** si stima ci siano oltre **7.000 specie di anfibi** e **11.000 di rettili**, mentre in **Europa** si contano un totale di **85 specie di anfibi**³ e **151 di rettili**⁴. L'Italia, grazie alla sua peculiare posizione geografica, risulta essere il Paese europeo con la **massima diversità erpetologica** con circa **56 di rettili** e **44 specie di anfibi**⁵, di questi 27 taxa (specie o sottospecie) di anfibi e 32 di rettili sono inclusi negli allegati della Direttiva Habitat⁶, regolamenti che promuovono il mantenimento della biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali nel territorio europeo.

Fauna "minore" ma non per importanza!

Anfibi e rettili vengono spesso considerati "**fauna minore**". Quando parliamo di fauna minore? In prima battuta, si potrebbe pensare che si intenda la "fauna di minore importanza", ma questo sarebbe un errore grave che potrebbe portare a conseguenze ancor peggiori. La fauna minore è composta da tutti quegli animali che per lungo tempo sono stati trascurati poiché per dimensioni o abitudini elusive risultano poco visibili o sembrano essere poco legati alla vita dell'uomo. Parliamo di invertebrati (insetti, crostacei, ecc.), pesci, anfibi, rettili, piccoli mammiferi e chiroteri

(pipistrelli, anch'essi piccoli mammiferi ma in grado di volare).

Gli anfibi e i rettili rivestono una **notevole importanza in molti ecosistemi**. Entrambi i gruppi sono componenti importanti della rete alimentare nella maggior parte degli ambienti, rivestendo un **ruolo determinante sia come predatori sia come prede**. Molte specie di rettili in qualità **top predator** (**predatori** in cima alla rete alimentare) hanno un ruolo fondamentale nel controllo delle popolazioni di roditori e altri piccoli vertebrati, spesso vettori di malattie per l'uomo e sempre più un problema crescente in agricoltura per i danni alle colture o alle provviste alimentari. Anfibi e rettili possono essere anche considerati ideali **disinfestatori biologici**, in quanto si nutrono di insetti e altri invertebrati spesso nocivi per l'agricoltura. Sia gli adulti sia i giovani di anfibi e rettili sono anche spesso **facili prede** per gli uccelli e mammiferi. Per esempio, le giovani tartarughe caretta (*Caretta caretta*), quando affrontano dopo la schiusa delle uova, il pericoloso viaggio verso l'acqua sono un vero e proprio banchetto per molti animali. Le specie erbivore possono essere importanti **disperditori di semi**, in particolare negli habitat insulari. La rimozione di questi animali dal loro ecosistema può alterare quindi drasticamente le popolazioni di altri organismi, sia vegetali sia animali, e di tutto l'ecosistema. Inoltre, entrambi i due gruppi vengono considerati ideali **bioindicatori**: organismi usati per valutare una modifica della qualità dell'ambiente, poiché accumulano sostanze inquinanti nei loro tessuti (bioaccumulo) e spesso possono andare incontro a cambiamenti morfologici e comportamentali a causa di stress da inquinamento. Anfibi e rettili presentano una serie di caratteristiche biologiche che possono fornire preziose indicazioni sulle alterazioni degli ecosistemi: (i) ampia distribuzione geografica, essendo onnipresenti in diversi habitat in tutto il mondo; (ii) difficoltà ad adattarsi a repentini cambiamenti ambientali; (iii) sistemi enzimatici meno sviluppati rispetto a uccelli e mammiferi, che limitano la loro

³Temple H.J. & Cox, N.A. 2009. European Red List of Amphibians. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

⁴Cox N.A. & Temple H.J. 2009. European Red List of Reptiles. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

⁵Rondinini C. *et al.*, 2013. Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.

⁶Genovesi P. *et al.*, 2014. Specie e habitat di interesse comunitario in Italia: distribuzione, stato di conservazione e trend. ISPRA, Serie Rapporti, 194/2014

capacità di eliminare le sostanze tossiche; (iv) la maggior parte delle specie è abbastanza sedentaria (tranne alcune specie di rettili come tartarughe marine e serpenti), essendo così un potenziale indicatore dell'esposizione locale; (v) presentano popolazioni più numerose rispetto ad altri vertebrati, sono spesso vistosi e facili da catturare e studiare.

Solo di recente l'accresciuta attenzione scientifica e pubblica nei confronti dell'erpetofauna ha cominciato a

porre l'accento sull'importanza di conoscere e tutelare questi due gruppi di animali, evidenziando situazioni preoccupanti, quali drastiche riduzioni di popolazioni naturali e l'estinzione di numerose specie. Apprendere le cause e rimedi di questa gravissima perdita di diversità biologica è di fondamentale importanza.



© Michel Gunther/WWF

PESTICIDI AGRICOLI E INQUINAMENTO AMBIENTALE

La parola pesticidi è la traduzione del termine inglese pesticides. Il termine italiano più corretto è **prodotti fitosanitari**, spesso chiamati anche fitofarmaci o agrofarmaci. I pesticidi quindi si distinguono in prodotti fitosanitari e biodici (usati non per piante e colture agricole ma per debellare organismi nocivi e portatori di malattie come insetti, ratti e topi) il cui uso è disciplinato da specifiche normative a livello europeo e nazionale. I prodotti fitosanitari sono principalmente sostanze chimiche naturali o prodotte industrialmente, utilizzati in agricoltura e nell'industria per sopprimere, eliminare e prevenire gli organismi considerati nocivi per le piante coltivate (per esempio: parassiti animali o vegetali, oppure insetti o funghi che trasmettono diverse malattie alle piante)⁷.

I prodotti fitosanitari possono essere suddivisi in diverse categorie a seconda dell'organismo contro cui sono usati, ad esempio:

- gli **insetticidi** sono usati principalmente per controllare gli insetti che infestano piante coltivate o per eliminare gli insetti portatori di malattie. Esempi di insetticidi attualmente usati in Italia in frutteti, vigneti, oliveti sono il Clorpirifos, Deltametrina e Lambda-cialotrina.
- i **fungicidi** contrastano le malattie e le alterazioni prodotte da funghi; fungicidi usati in Italia in oliveti, vigneti, campi di grano ecc, sono Tebuconazolo e Metil tiofanato.
- gli **erbicidi** vengono utilizzati per eliminare le erbe infestanti; possono comprendere anche i defolianti. Il Bentazone viene usato per esempio per proteggere campi di frumento, mais, e soia.

- gli **acaricidi** combattono gli acari; il Hexythiazox è un acaricida usato in frutteti⁸.

Nell'Unione europea attualmente sono 454 le sostanze attive approvate⁹. La registrazione di un pesticida per l'uso in agricoltura di solito richiede la presentazione di dati a un'agenzia di regolamentazione (nell'Unione europea, l'Autorità europea per la sicurezza alimentare, EFSA). Il regolamento UE 1107/2009 ha stabilito che i prodotti fitosanitari non devono avere "effetti accettabili sull'ambiente". I criteri per l'approvazione di una sostanza, comprese le linee guida e i documenti di orientamento per valutare il rischio, sono definiti attraverso l'allegato II¹⁰. I test su mammiferi, uccelli, pesci sono considerati necessari per l'approvazione finale di un prodotto, ma non si prevede che siano richiesti test su specie di anfibi rettili.

Meccanismi dell'azione tossica dei pesticidi

Ognuna delle categorie sopracitate include, a sua volta, diverse sostanze o principi attivi appartenenti a diverse classi chimiche, che agiscono con meccanismi diversi e fanno sì che un pesticida possa essere lipofilo (si scioglie facilmente negli oli e nei grassi) o idrofilo (si leghi con l'acqua). Inoltre, ai pesticidi sono generalmente aggiunte altre sostanze (chiamate coformulanti) utili, ad esempio, per poterli sciogliere più facilmente nell'acqua (emulsionanti), per conservarne la stabilità ed efficacia o per migliorarne la penetrazione nell'organismo bersaglio (coadiuvanti). Il suffisso *cida* all'interno dei termini pesticida e le sue diverse categorie - insetticida, acaricida, fungicida - significa "**capace di uccidere**" gli organismi che sono il loro bersaglio (insetti, acari, funghi, etc.) e per farlo

⁷Il termine pesticida può anche utilizzato genericamente per indicare i biocidi, utilizzati per altre applicazioni, ad esempio come disinfettanti antibatterici, antiparassitari e gli spray insetticidi per abitazioni.

⁸Bianco *et al.*, 2017. Note sull'inquinamento da pesticidi in Italia. GRE Lazio, European Consumers.

⁹Banca dati UE sui pesticidi, consultata il 2 settembre 2021.

<https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/eu-pesticides-database/active-substances>.

¹⁰SANCO/11844/2010 per le sostanze attive; SANCO/11843/2010 per i prodotti fitosanitari.

devono essere in grado di **interferire con strutture o funzioni degli organismi** (presenti negli insetti, negli acari, etc.) che, però, sono spesso presenti anche nelle altre specie, incluso l'uomo. Questo fa sì che la maggior parte delle sostanze utilizzate come pesticidi possa **avere effetti tossici su moltissimi altri organismi** che non sono il loro diretto bersaglio. Solo lo 0,3% dei pesticidi raggiunge esclusivamente gli organismi bersaglio, mentre il 99,7% contamina l'ambiente circostante con effetti dannosi diretti e indiretti¹¹. I pesticidi hanno dimostrato di **alterare l'omeostasi di un organismo** in quanto in grado di indurre molteplici e complesse disfunzioni a carico praticamente di tutti gli apparati, organi e sistemi, comportando quindi patologie di tipo endocrino, nervoso, immunitario, respiratorio, cardiovascolare, riproduttivo, renale.

Molti composti sono **altamente persistenti** nelle matrici ambientali (acqua, suolo e aria) e quelli altamente lipofili spesso vengono accumulati nei tessuti di molti animali (**bioaccumulo**); la quantità di sostanze tossiche accumulate può passare dalla preda al predatore, aumentando di concentrazione man mano che si sale al livello trofico successivo (**biomagnificazione**) e diventando potenzialmente sempre più letale.

Se negli anni '50 la biologa americana Rachel Carson¹² fu la prima a intuire i devastanti effetti dei pesticidi sugli habitat naturali e sulle specie, oggi è sempre più evidente come la contaminazione diffusa sia una delle più gravi minacce alla salute degli ecosistemi e degli esseri umani.

Biodiversità e agricoltura intensiva

Per lungo tempo è stata opinione comune che l'agricoltura intensiva, fortemente dipendente dalle sostanze chimiche, fosse indispensabile per sfamare la popolazione mondiale in crescita. Dopo la Seconda guerra mondiale, l'applicazione su larga scala di pesticidi e fertilizzanti sintetici, insieme con la meccanizzazione agricola, ha infatti permesso la

coltivazione intensiva di terreni poveri e instabili in diversi Paesi europei (ma ugualmente nel mondo), con delle prime grandi conseguenze sulla struttura e composizione del paesaggio. Successivamente, la maggiore globalizzazione dei mercati dei prodotti agricoli ha stimolato gli agricoltori ad aumentare l'efficienza della produzione per essere competitivi sul mercato mondiale. Le conseguenze di questo aumento della produzione hanno portato ad un'ulteriore intensificazione della gestione agricola, con l'espansione dei campi agricoli.

Ad oggi, **il 40% circa delle aree non urbanizzate in Europa è destinata all'agricoltura**¹³ ed è stato osservato come il 62% della superficie agricola europea sia ad alto rischio di inquinamento (75% a livello globale). Inoltre, un problema globale emergente è l'inquinamento da **miscele di pesticidi** che possono provocare una tossicità sinergica in organismi non bersaglio in esposizioni sia acute sia croniche. A livello globale il 64% delle aree agricole è a rischio di contaminazione più di un pesticida e il 21% da oltre dieci pesticidi; per quanto riguarda l'Europa, **il 94% delle aree agricole è contaminato da più di un pesticida**¹⁴.

Molti dei paesaggi agricoli originariamente diversi e altamente strutturati, che avevano permesso a numerose specie di adattarsi anche alla conversione dei propri habitat naturali in aree agricole, sono stati rapidamente e irreversibilmente convertiti in aree **monoculturali** uniformi con monosuccessioni. La pratica della monocoltura ha ridotto la complessità di un paesaggio agrario inizialmente eterogeneo, con la realizzazione di grandi estensioni di campi coltivati privi di alberature, fasce tampone, siepi, boschetti, stagni e incolti che invece costituiscono aree di aree rifugio per la flora e la fauna selvatiche e diventano indispensabili corridoi ecologici per lo sviluppo della biodiversità. Questa economia si accompagna inevitabilmente al degrado degli habitat e alla conseguente scomparsa di molte specie animali e

¹¹Shahid M. *et al.*, 2021. Physiological disruption, structural deformation and low grain yield induced by neonicotinoid insecticides in chickpea: A long term phytotoxicity investigation. *Chemosphere*, vol. 262, p. 128388.

¹²Carson R. 1999. Primavera silenziosa. Feltrinelli Editore.

¹³https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Archive:Farm_structure_statistics/it&direction=next&oldid=442611.

¹⁴Tang F.H.M. *et al.*, 2021. Risk of pesticide pollution at the global scale. *Nature Geoscience*, vol. 14, pp. 206–210.

vegetali¹⁵. Come se ciò non bastasse, gli organismi dannosi per le colture hanno sviluppato **fenomeni di resistenza** alle sostanze utilizzate dimostrando come l'approccio adottato (basato sull'uso intensivo di sostanze chimiche, sia pesticidi sia fertilizzanti) sia stato semplicistico a scapito della complessità dei sistemi naturali.

¹⁵Van Zanten B.T. *et al.*, 2014. European agricultural landscapes, common agricultural policy and ecosystem services: a review. *Agronomy for sustainable development*, vol. 34, pp. 309-325.

ANFIBI: CARATTERISTICHE DEL POPOLO DEGLI STAGNI E DELLE PALUDI



Gli anfibi sono una classe di vertebrati che comprende **rane** e **rospi** (anuri), **tritoni** e **salamandre** (urodeli o caudati), e **gimnofioni** (anfibi senza zampe che si trovano unicamente ai tropici). In termini evolutivi, gli anfibi includono i primi vertebrati a quattro zampe (tetrapodi) ad essersi adattati alla vita terrestre (fine Devoniano, 370 milioni di anni fa), non diventando tuttavia totalmente indipendenti dell'ambiente acquatico, indispensabile per completare il loro ciclo vitale.

L'Italia è la nazione con la maggiore ricchezza di **specie esclusive** e caratteristiche di anfibi (endemismi) del continente, risultando come l'unico Paese europeo ad avere almeno **14 specie endemiche**. Il tritone italiano (*Lissotriton italicus*), il rospo siciliano (*Bufo siculus*), la raganella italiana

(*Hyla intermedia*), la rana appenninica (*Rana italica*), due specie di salamandrina (*Salamandrina terdigitata* e *S. perspicillata*), il tritone sardo (*Euproctus platycephalus*) e sette delle otto specie di geotritoni europei (*Speleomantes*) sono tutti endemiti, così come lo sono altre numerose sottospecie¹⁶. In generale la ricchezza di specie di anfibi in Italia decresce spostandosi verso sud, in relazione a un maggiore adattamento verso climi umidi e temperati. Gli anfibi sono comunemente chiamati animali a “**sangue freddo**” poiché non riescono a regolare autonomamente la temperatura corporea, ma sfruttano il calore ambientale (**ectotermia**). L'impossibilità di produrre calore rende questi animali strettamente dipendenti dalle condizioni ambientali e dalle variazioni climatiche. Nei mesi invernali, infatti, gli anfibi

¹⁶Genovesi P. *et al.*, 2014. Specie e habitat di interesse comunitario in Italia: distribuzione, stato di conservazione e trend. ISPRA, Serie Rapporti, 194/2014.

diventano sempre meno reattivi, non si alimentano e cadono in una **latenza invernale**, molto simile al letargo tipico dei mammiferi.

Peculiarità degli anfibi è la **pelle** sottile e delicata, molto permeabile, che gli permette di effettuare sia scambi gassosi sia liquidi. Gli anfibi possono quindi **respirare** anche con la pelle, riuscendo a passare lunghi periodi sommersi in acqua, senza dover emergere frequentemente. Nella pelle sono presenti diverse **ghiandole**: alcune adibite alla produzione di **muco**, necessario per mantenere la cute umida, e altre con funzione di difesa da agenti patogeni e da potenziali predatori, producendo diversi tipi di **tossine** alcune molto potenti.

La dipendenza degli anfibi dall'acqua si riflette in molti stadi del loro **ciclo vitale**. Questo prevede lo sviluppo dell'embrione in **uova** acquatiche, da cui schiudono **larve** che respirano tramite le branchie e presentano

una coda con pinne per nuotare. Alla fine dello stadio larvale, gli individui subiscono un processo di **metamorfosi** e si trasformano in un giovane terrestre, morfologicamente e anatomicamente simile alla forma adulta.

In primavera, gli animali emergono dai nascondigli dove hanno trascorso l'inverno (es. fessure nel suolo) e migrano verso i siti acquatici di riproduzione (es. stagni e fontanili). Gli stadi acquatici (uova e larve) si sviluppano poi durante la primavera e l'estate per emergere come forme terrestri in estate o in autunno, e migrare nuovamente fuori dall'acqua alla ricerca di nascondigli per svernare. Ci sono, tuttavia, molte eccezioni a questo schema generale: alcune specie di tritoni e salamandre, ad esempio, non depongono uova ma sono vivipare o ovovivipare, dando alla luce, sempre in acqua, larve più o meno sviluppate¹⁷.



¹⁷Wake MH. 1993. Evolution of oviductal gestation in amphibians. *Journal of Experimental Zoology*, vol. 266, pp. 394-413.

RETTILI: GRUPPO ETEROGENEO E DIVERSIFICATO



I rettili si sono evoluti da alcuni anfibi primitivi (Carbonifero 320 milioni di anni fa) e sono un gruppo di vertebrati molto **eterogeneo**. A differenza degli anfibi, i rettili sono riusciti a **colonizzare la terraferma** grazie alla presenza di uno spesso strato di pelle coperto quasi interamente (a seconda delle specie) da **squame cornee** che li protegge dalla disidratazione e alle **uova** altamente calcificate in grado di svilupparsi anche lontano dall'acqua. Lo spesso strato di pelle cheratinizzato, come una corazza, è un'efficace protezione anche dai predatori. Tuttavia, proprio a causa di questo forte ispessimento della pelle, i rettili respirano solo tramite i polmoni, simili a quelli dei mammiferi, che in alcune specie hanno evoluto adattamenti alle diverse forme del corpo, come quello allungato nei serpenti.

I rettili esistenti appartengono a **tre gruppi** principali: gli arcosauri (coccodrilli, alligatori, caimani); i cheloni (tartarughe e testuggini) e i lepidosauri che includono

gli squamati (gechi, lucertole e serpenti) e i rinocefali (tatuara).

L'Italia presenta un'elevata ricchezza di rettili, ma contrariamente agli anfibi, ha un minor tasso di endemismi. Le specie endemiche di rettili sono la lucertola delle Eolie (*Podarcis raffoneae*), la lucertola siciliana (*Podarcis waglerianus*), la natrice di Cetti (*Natrix natrix cetti*), la testuggine palustre siciliana (*Emys trinacris*) e il saettone occhirossi (*Zamenis lineatus*), sebbene la validità tassonomica delle ultime due specie resti ancora incerta. La lucertola campestre (*Podarcis siculus*) viene considerata parzialmente endemica (subendemica) in quanto la maggior parte delle sue popolazioni vive in Italia, ma è diffusa naturalmente o perché introdotta anche in molti altri paesi. Degni di nota sono gli endemiti sardo-corsi come l'algiroide nano (*Algyroides fitzingeri*), la lucertola di Bedriaga (*Archaeolacerta bedriagae*), la

lucertola tirrenica (*Podarcis tiliguerta*) e il tarantolino (*Euleptes europaea*)¹⁸.

I rettili - oltre ad essere **ectotermi** come gli anfibi - riescono ad attivare un meccanismo, la **termoregolazione** che gli permette di aumentare o abbassare la propria temperatura corporea a seconda delle **condizioni ambientali**: si scaldano esponendosi al sole e si raffreddano se stanno all'ombra.

Per quanto riguarda la **riproduzione**, i rettili possono essere ovipari, ovovivipari o vivipari. Le specie **ovipare** sono le più comuni: depongono nel terreno uova più o meno calcificate, all'interno delle quali l'embrione va incontro a uno sviluppo diretto, senza

uno stadio larvale. I piccoli nascono già **autosufficienti** con un corpo simile agli adulti. Le specie **ovovipare** (come la vipera e l'orbettino) non depongono le uova, che rimangono invece all'interno del corpo della femmina e, dopo un periodo di gestazione, i piccoli vengono partoriti già formati. Infine, le specie **vivipare** (es. le luscengole) non producono uova ma, come nei mammiferi, l'embrione si sviluppa all'interno della madre, avvolto da una placenta (meno complessa rispetto a quella dei mammiferi).



¹⁸Genovesi P. *et al.*, 2014. Specie e habitat di interesse comunitario in Italia: distribuzione, stato di conservazione e trend. ISPRA, Serie Rapporti, 194/2014.

ANFIBI E RETTILI, ANIMALI A RISCHIO?

Anfibi e rettili sono tra i gruppi faunistici più in pericolo al mondo.

In Europa, il 22,9% di **anfibi** è considerato minacciato, di cui il 2,4% in pericolo critico, il 7,2% in pericolo e 13,3% vulnerabile. Per quanto riguarda i **rettili**, circa un quinto delle specie (19,4%) sono minacciate, con il 4,3% di specie in pericolo critico, il 7,9% in pericolo e il 7,1% vulnerabile¹⁹.

Inoltre, circa la metà delle specie di anfibi (59%) e di rettili (42%) in Europa mostrano popolazioni in declino²⁰. Al confronto, il 27% dei mammiferi europei presenta popolazioni in declino²¹ e poco meno di un quarto (23%) degli uccelli europei è in diminuzione²². Secondo la lista Rossa IUCN dei Vertebrati italiani²³, che considera il rischio di estinzione delle popolazioni presenti sul territorio nazionale, **il 36% delle specie di anfibi e il 19% delle specie di rettili rientrano nelle categorie di minaccia** (in pericolo critico, in pericolo e vulnerabili)²⁴. Cause ed entità del declino dell'erpetofauna italiana non sono sempre chiare e accertate con precisione, essendo spesso dedotte da situazioni locali, poiché per la maggior parte delle specie non c'è disponibilità di dati complessivi sulle dinamiche di popolazione.

Mentre il declino degli anfibi è un fenomeno ben noto dal 1989 e riconosciuto globalmente in ambiti scientifici, quello di molte specie di rettili è stato considerato solo di recente, malgrado abbia caratteristiche simili a quello degli anfibi, per quanto riguarda il numero di specie coinvolte, l'ampiezza geografica del fenomeno e la gravità con cui si è manifestato. Le difficoltà degli studi sono dovute principalmente all'estrema diversificazione di questo gruppo per storia evolutiva, forme, funzioni, strategie e

uso dell'habitat, rendendo molto complessa l'identificazione di linee guida e di una specie modello appropriato da analizzare. È chiaro però che vi siano **molteplici concause all'origine di questo declino, tutte però indotte direttamente o indirettamente dall'uomo**²⁵.

Dopo la perdita di habitat, la frammentazione e il degrado degli ambienti naturali, che risultano avere il maggiore impatto sulle popolazioni di anfibi e rettili, l'inquinamento ambientale, inteso anche come uso intensivo di pesticidi in aree agricole, risulta uno dei principali fattori di stress alla base del declino di questi animali²⁶.

Altre importanti cause sono:

- l'uccisione diretta per consumo alimentare, per superstizioni e collezionismo;
- (la diffusione di malattie, come per esempio la chitridiomicosi, un'infezione provocata da un fungo (*Batrachochytrium dendrobatidis*) particolarmente virulento che colpisce la pelle, il sistema nervoso degli anfibi adulti e l'apparato boccale delle loro larve, ed è responsabile del declino degli anfibi in tutto il mondo²⁷;
- l'introduzione di specie aliene, per scopi alimentari come il temibile gambero della Louisiana (*Procambarus clarkii*)²⁸ o per il commercio di animali da compagnia come la testuggine palustre americana (*Trachemys scripta*)²⁹. Il rilascio volontario o accidentale in natura di queste specie (e molte altre) sta provocando un enorme impatto negativo sulle popolazioni di anfibi, ittiche e di specie

¹⁹https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/index_en.htm

²⁰Cox NA. & Temple HJ. 2009. European Red List of Reptiles. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.

²¹Temple H.J. & Terry A. 2009. European mammals: Red List status, trends, and conservation priorities. *Folia zoologica*, vol. 58, pp. 248.

²²BirdLife International 2004. Birds in Europe: Population Estimates, Trends, and Conservation Status. BirdLife International, Cambridge, UK.

²³<http://www.iucn.it/liste-rosse-italiane.php>

²⁴Rondinini *et al.*, 2013. Lista Rossa IUCN dei Vertebrati Italiani. Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.

²⁵Sparling D.W. *et al.*, (Eds.). 2010. Ecotoxicology of amphibians and reptiles. CRC Press.

²⁶<https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/>

²⁷Berger L. *et al.*, 1999. Chytrid fungi and amphibian declines: overview, implications and future directions. Declines and disappearances of Australian frogs. *Environment Australia*, pp. 23-33.

²⁸Tricarico E. & Zanetti M. 2021. Piano di gestione nazionale del gambero rosso della Louisiana (*Procambarus clarkii*). Ministero della transizione ecologica. pp. 25.

²⁹Macchi S. *et al.*, 2020. Piano nazionale per la gestione della testuggine palustre americana (*Trachemys scripta*). Ministero della transizione ecologica. pp. 30.

di rettili autoctone come la testuggine palustre europea (*Emys orbicularis*).

Gli effetti di pratiche agricole intensive, come l'uso dei pesticidi, sulle popolazioni di vertebrati sono stati in gran parte concentrati sugli uccelli e mammiferi, mentre ancora fino a pochi anni fa, anfibi e rettili erano i soli vertebrati a non essere direttamente presi in considerazione nella valutazione del rischio ambientale (VRA) dei pesticidi³⁰ (Regolamento n. 1107/2009), assumendo che gli effetti di prodotti sugli anfibi e i rettili fossero da analisi condotte su altri vertebrati.

Così numerosi prodotti sono stati messi sul mercato senza effettivamente conoscerne gli effetti su questi animali. Solo nel febbraio 2018, l'EFSA (Autorità europea per la sicurezza alimentare) ha presentato un parere scientifico per esaminare lo stato delle conoscenze nella valutazione del rischio ambientale dei pesticidi per rettili e anfibi, nel quale è stata evidenziata la grande scarsità di dati disponibili, specialmente per i rettili³¹: solo l'**1% degli studi ecotossicologici sugli effetti di pesticidi in ambienti agricoli è dedicato ai rettili.**



© Wild Wonders of Europe/Ruben Smit/WWF

³⁰EFSA, European food safety authority, 2009. Guidance of EFSA: risk assessment for birds and mammals. *EFSA Journal*, vol. 7, pp.1438.

³¹EFSA Panel on Plant Protection Products and their Residues (PPR), Ockleford C. et al. *et al.*, 2018. Scientific Opinion on the state of the science on

pesticide risk assessment for amphibians and reptiles. *EFSA Journal*, vol. 16, pp. 5125.

PESTICIDI AGRICOLI: VIE DI ESPOSIZIONE PER ANFIBI E RETTILI

Nelle aree agricole la presenza di anfibi e rettili è ben nota e **in Europa sono state identificate fino a 38 specie di anfibi²⁴ e 44 specie di rettili come abitanti di terreni agricoli³²**. Entrambi i gruppi di animali possono essere esposti agli inquinanti tossici sia negli **habitat terrestri**, come i campi coltivati, che ricevono applicazioni intenzionali di pesticidi, sia **negli ambienti acquatici**, i quali generalmente subiscono eventi di inquinamento non intenzionali dovuti al deflusso o lisciviazione di sostanze chimiche applicate nelle aeree limitrofe³³.

Anfibi e rettili possono essere esposti ai pesticidi secondo varie **vie di trasmissione**: inalazione³⁴, ingestione di cibo contaminato, esposizione dermica³⁵, e trasferimento materno dei contaminanti alle uova/giovani, o l'assorbimento di sostanze chimiche da parte delle uova dal suolo³⁶. Il rischio di esposizione alle sostanze chimiche ambientali e i loro effetti dipendono principalmente dal comportamento e abitudini degli animali, dalla strategia di alimentazione, dalla posizione nella catena alimentare e dalla capacità dell'animale di assimilare, metabolizzare ed espellere le sostanze chimiche³⁷.

La scelta dell'habitat

Per queste specie, la **selezione dell'habitat** è molto importante nel determinare le possibilità di esposizione ai pesticidi. Alcune specie occupano stabilmente aree coltivate, come il tritone crestato (*Triturus cristatus*)³⁸ che preferisce campi di grano maturi rispetto alle paludi o ai boschi. In altri casi, l'uso dei campi agricoli

è limitato ad attività particolari come l'alimentazione o lo spostamento, e a zone marginali delle aree agricole come siepi, muretti a secco, fossati dove vivono numerose specie di rettili come la lucertola campestre (*Podarcis siculus*) o il biacco (*Hierophis viridiflavus*). Per quanto riguarda gli **anfibi**, la maggior parte delle specie europee tende a concentrarsi intorno ai corpi idrici durante i periodi di riproduzione, mentre il resto del periodo di attività occupano ambienti terrestri dove cercano il cibo (es. insetti e vermi), che spesso possono anche coincidere con aree di riposo durante i periodi di inattività. Questi movimenti stagionali inducono quindi gli animali a viaggiare attraverso aree potenzialmente con diversi gradi di contaminazione, creando così un altissimo rischio d'esposizione ad agenti chimici. Inoltre, molte specie di anfibi presentano un alto grado di **fedeltà ai siti**, specialmente in quelli **di riproduzione** che, per esempio, da un anno all'altro è del 79-96% nei rospi comuni (*Bufo bufo*)³⁹ e fino al 100% in una salamandra endemica del nord America (*Ambystoma maculatum*)⁴⁰. La presenza continua o ripetuta di un inquinante nell'habitat potrebbe avere una grande influenza sull'esposizione degli adulti, così come degli stadi acquatici.

Per i **rettili** i cambiamenti stagionali nella localizzazione di **home-range** (l'area usualmente utilizzata durante le attività quotidiane) non sono così marcati come negli anfibi (con l'eccezione delle tartarughe marine). Alcuni individui possono spostarsi durante la stagione riproduttiva alla ricerca di aree con

³²Mingo V. *et al.*, 2016. Risk of pesticide exposure for reptile species in the European Union. *Environmental Pollution*, vol. 215, pp. 164-169.

³³Rao P.S.C. & Hornsby A.G. 1991. Behavior of pesticides in soils and water. *Soil science fact sheet*, vol. 891, pp. 67-70.

³⁴Doya R. *et al.*, 2020. Land Use in Habitat Affects Metal Concentrations in Wild Lizards Around a Former Lead Mining Site. *Environmental Science & Technology*, vol. 54, pp. 14474-14481.

³⁵Fryday S. & Thompson H. 2012. Toxicity of pesticides to aquatic and terrestrial life stages of amphibians and occurrence, habitat use and exposure of amphibian species in agricultural environments. *EFSA Supporting Publications*, vol. 9, pp. 348.

³⁶Simbula G. *et al.*, 2021. Effects of pesticides on eggs and hatchlings of the Italian wall lizard (*Podarcis siculus*) exposed via maternal route. *Zoologischer Anzeiger*, vol. 293, pp. 149-155.

³⁷Sparling D.W. *et al.*, (Eds.) 2010. *Ecotoxicology of Amphibians and Reptiles*. CRC Press.

³⁸Cooke A. 1986. The warty newt *Triturus cristatus* at Shillow Hill: ranging on arable land. *Huntingdonshire Fauna and Flora Society Annual Report*, vol. 38, pp. 40-44.

³⁹Reading C.J. *et al.*, 1991. Breeding pond fidelity in the common toad, *Bufo bufo*. *Journal of Zoology*, vol. 255, pp. 201-211.

⁴⁰Vasconcelos D. & Calhoun A.J.K. 2004. Movement patterns of adult and juvenile *Rana sylvatica* (Leconte) and *Ambystoma maculatum* (Shaw) in three restored seasonal pools in Maine. *Journal of Herpetology*, vol. 38, pp. 551-561.

terreni che favoriscano la nidificazione, ma la maggior parte delle specie continentali di rettili è abbastanza sedentaria. Per quelle **popolazioni che abitano aree agricole l'esposizione sarà quindi quasi cronica**⁴¹.

L'assorbimento dermico

In merito all'**esposizione dermica**, la pelle degli **anfibi rappresenta una via primaria** di esposizione ad **inquinanti** negli habitat agricoli sia acquatici sia terrestri, grazie alla sua elevata permeabilità che non solo permette la diffusione dell'acqua ma anche di agenti chimici. Sebbene la pelle dei rettili sia comunemente considerata come una barriera contro l'assorbimento di contaminanti, diversi studi hanno osservato come un **alto contenuto di lipidi presenti nella pelle dei rettili** impedisca la diffusione dei contaminanti idrofili ma permetta l'assorbimento di quelli lipofili come erbicidi (es. Trifuralin) e insetticidi (es. Malatione)⁴².

Il trasferimento materno

Specifico per i rettili è la contaminazione degli embrioni tramite il **trasferimento materno delle sostanze chimiche** e/o l'assorbimento da parte delle uova di contaminanti dagli ambienti circostanti⁴³. Nelle prime fasi di sviluppo, gli embrioni ricevono dalle madri alte quantità di **lipoproteine**, fondamentali per la loro crescita, a cui però possono facilmente legarsi molecole **inquinanti lipofili**. Il trasferimento materno di tali composti rappresenta un'importante vulnerabilità per lo sviluppo della prole.

L'assorbimento da parte delle uova

Inoltre, alcuni rettili, come lucertole e serpenti, depongono **uova dal guscio morbido e poroso** che permettono l'assorbimento di acqua dall'ambiente per svilupparsi adeguatamente e aumentare la massa embrionale, soprattutto nelle prime fasi di sviluppo. Poiché molte specie di rettili depositano le uova nel suolo, nella lettiera delle foglie o in altri detriti, gli embrioni possono essere potenzialmente contaminati attraverso i gas e lo scambio di acqua durante

l'incubazione. Molti fattori possono contribuire e influenzare il **trasferimento di contaminanti alle uova** come le caratteristiche fisico-chimiche del substrato del nido, le caratteristiche del guscio delle uova e le proprietà dei contaminanti.

La latenza invernale

Infine, un alto momento critico dal punto di vista tossicologico comune per anfibi e rettili è dato dalla latenza invernale, durante la quale gli animali fanno affidamento alle riserve accumulate; queste potrebbero essere ricche di inquinanti lipofili, i quali possono essere mobilitati come parte del consumo delle riserve interne. Periodi di riposo particolarmente lunghi potrebbero portare la disponibilità delle riserve interne al limite, con il risultato che gli animali si risvegliano in una condizione molto impoverita, avendo sfruttato quantità significative di inquinanti accumulati.

⁴¹Jofre G.M. *et al.*, 2016. The role of managed coniferous forest in the conservation of reptiles. *Forest Ecology and Management*, vol. 362, pp. 69–78.

⁴²Weir SM. *et al.*, 2016. Insights into reptile dermal contaminant exposure: reptile skin permeability to pesticides. *Chemosphere*, vol. 154, pp. 17-22.

⁴³Gardner SC. & Oberdorster E. 2016. *Toxicology of Reptiles*. CRC Press.



© Nicolò Borgianni

POTENZIALI EFFETTI DEI PESTICIDI



Una **vasta gamma di effetti letali** su anfibi e rettili sono stati osservati dopo l'esposizione a pesticidi: dai cambiamenti ormonali ed enzimatici, stress ossidativo, danni neurotossici e al sistema immunitario, a reazioni fisiologiche come risposte febbrili, alterazioni della fertilità⁴⁴, dello sviluppo e delle prestazioni locomotorie⁴⁵, ed elevate mortalità degli embrioni⁴⁶. Inoltre, sono noti effetti di pesticidi su stadi larvali, tra cui l'interruzione del sistema endocrino da atrazina, un erbicida proibito dall'11/05/2004, il cui prodotto secondario, 2-Idrossi Atrazina, è ancora presente nel 66,7 dei punti di monitoraggio delle acque superficiali e nel 33,8 di quelli delle acque sotterranee italiane⁴⁷. Inoltre, i pesticidi possono **influenzare indirettamente e direttamente le attività di foraggiamento** di un animale riducendo la disponibilità di prede nell'ambiente o alterando la capacità dell'animale di consumare e assimilare il cibo. I cambiamenti della

dieta e del comportamento alimentare possono riflettersi su diversi processi fisiologici (sviluppo, capacità motorie ed orientamento) che a loro volta possono ridurre la sopravvivenza e i tassi di riproduzione delle specie, con conseguente declino della popolazione⁴⁸.

Casi di rapida ed estrema letalità sono noti per il fungicida Captan Omya (usato per la frutta a granello e a nocciolo), l'erbicida Dicomil (utilizzato per orzo e frumento) e l'insetticida Roxion (generalmente applicato contro afidi in colture da fiore e piante verdi). Ad una diluizione 10 volte superiore a quella consigliata, si sono dimostrati **letali per il 40% circa dei giovani esemplari di rana di montagna (*Rana temporaria*)**. In particolare, i fungicidi Headline (usato per la protezione di più di 90 colture, tra cui mais, soia e grano) e Captan Omya, si sono rivelati ancora più letali anche se usati secondo il dosaggio consigliato,

⁴⁴Hayes T. *et al.*, 2002. Herbicides: Feminization of male frogs in the wild. *Nature*, vol. 419, pp. 895-896.

⁴⁵Mingo V. *et al.*, 2017. The impact of land use intensity and associated pesticide applications on fitness and enzymatic activity in reptiles - a field study. *Science of the total environment*, vol. 590, pp. 114-124.

⁴⁶Rauschenberger R.H. *et al.*, 2007. Parental exposure to pesticides and poor clutch viability in American alligators. *Environmental science & technology*, vol. 41, pp. 5559-5563.

⁴⁷Bianco *et al.*, 2017. Note sull'inquinamento da pesticidi in Italia. GRE Lazio, European Consumers.

⁴⁸Hopkins W.A. *et al.*, 1999. Elevated trace element concentrations and standard metabolic rate in banded water snakes (*Nerodia fasciata*) exposed to coal combustion wastes. *Environmental Toxicology and Chemistry: An International Journal*, vol. 18, pp. 1258-1263.

provocando dei tassi di mortalità del 100% dopo un'ora (Headline) e del 40% dopo sette giorni dall'esposizione (Captan Omya)⁴⁹.

Alti livelli di letalità sono stati osservati anche per il fungicida Tebuconazolo molto usato in Italia per il suo ampio spettro d'azione nell'inibire la formazione di funghi e lieviti, ma che tuttavia, presenta una persistenza da moderata a molto alta nell'acqua e nei sedimenti grazie alla sua stabilità verso la degradazione idrolitica, fotolitica e biologica⁵⁰.

L'esposizione a concentrazione di Tebuconazolo simili ai livelli osservati nelle acque superficiali vicino ai campi agricoli (5 µg/L e 50 µg/L) ha portato alla morte del 77,5% (dose 50 µg/L) e del 63,75% (dose 5 µg/L) di girini di raganella italiana (*Hyla intermedia*), contro la sopravvivenza del 86,25% di girini del gruppo di controllo (soggetti testati in condizioni prive del trattamento). Inoltre, i girini sopravvissuti hanno mostrato drastiche diminuzioni del successo della metamorfosi, con alta incidenza di malformazioni della coda, degli arti e della bocca che aumentavano in grado di gravità con il procedere dello sviluppo⁵¹.

Nonostante le promettenti ricerche in ambito ecotossicologico per l'erpetofauna degli ultimi anni, ulteriori indagini su più sostanze chimiche e diverse specie, soprattutto nei rettili, sono ancora necessarie per valutare quanto più precisamente tutti i potenziali scenari ambientali per l'esposizione a pesticidi (terrestri e/o acquatici), per ampliare la conoscenza sulla distribuzione delle applicazioni di pesticidi e così stimare il rischio di sovrapposizione spazio-temporale con gli animali, e conseguentemente determinare l'influenza degli inquinanti agricoli sul progressivo declino delle popolazioni di anfibi e rettili.

Effetti tossici su Anfibi e Rettili: 2 casi studio in Italia

Effetti dell'insetticida Endosulfan sul rospo comune

Il rospo comune (*Bufo bufo* Linnaeus, 1758) è una specie con un'ampia distribuzione in quasi tutta Europa. In Italia è presente ovunque ad eccezione della Sardegna, dal livello del mare fino a quote superiori ai 2000 m. A livello nazionale la tendenza delle popolazioni di rospo comune mostra un declino superiore al 30% negli ultimi 10 anni causato principalmente dal traffico automobilistico e dall'alterazione e perdita di habitat, in particolare dei siti di riproduzione. Per queste ragioni la specie viene valutata vulnerabile secondo le categorie della lista IUCN ed elencata in appendice III della Convenzione di Berna. La specie è riconoscibile dalla pelle verrucosa di un colore bruno scuro, dalle grosse ghiandole paratoidi e dalle dimensioni medio-grandi (gli adulti raggiungono i 15 cm di lunghezza, con le femmine più grandi dei maschi). Il rospo comune vive in una grande varietà d'ambienti: aree agricole, boschi, cespuglieti, e vegetazione mediterranea. Non di rado lo si trova in piena città in prati, parchi e giardini. Tranne che nel periodo riproduttivo, in cui si reca nell'acqua, conduce vita terrestre diventando attivo al crepuscolo e di notte⁵².

L'insetticida e acaricida Endosulfan veniva usato in agricoltura per una vasta gamma di colture, e concentrazioni fino a 1,7 mg/L potevano essere trovate in stagni e ruscelli vicino a campi agricoli irrorati⁵³. Per i suoi effetti negativi ben documentati sia negli esseri umani sia negli animali come mammiferi, pesci e anfibi, il suo uso è stato ufficialmente vietato nel 2011. Gli effetti negativi di questo pesticida anche sul rospo comune sono stati confermati da diversi studi condotti su girini di *Bufo bufo* nel Sud d'Italia. I ricercatori hanno dimostrato come l'Edosulfan spruzzato sui campi agricoli in primavera ed estate, in coincidenza

⁴⁹Brühl Carsten A. *et al.*, 2013. Terrestrial pesticide exposure of amphibians: An underestimated cause of global decline?. *Scientific reports*, vol. 1, pp. 1-4.
⁵⁰EFSA 2014. Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance tebuconazole. *EFSA Journal*, vol. 12, p. 98
⁵¹Bernabò I. *et al.*, 2016. Effects of long-term exposure to two fungicides, pyrimethanil and tebuconazole, on survival and life history traits of Italian tree frog (*Hyla intermedia*). *Aquatic Toxicology*, vol. 172, pp. 56-66.

⁵²Sindaco R. *et al.*, 2006. Atlante degli anfibi e rettili d'Italia Societas Herpetologica Italica, Edizioni Polistampa, Firenze
⁵³Dalvie M.A. *et al.*, 2003. Contamination of rural surface and ground water by endosulfan in farming areas of the Western Cape, South Africa. *Environmental Health*, vol. 2, pp. 1-15.

con la stagione riproduttiva e le fasi cruciali di sviluppo delle larve di rospo comune, causava il 50% di mortalità dei girini. Inoltre, in basse dosi (0,2 mg/L) provocava dopo 24h un aumento della produzione di muco, un'alterazione morfologica e una risposta infiammatoria nell'apparato branchiale; tali alterazioni diventavano ancora più pronunciate dopo 48 e 96 h dall'esposizione⁵⁴. Inoltre, l'esposizione cronica a

concentrazioni di Endosulfan ecologicamente rilevanti (0.01, 0.05, e 0.1 mg/L) ha anche causato un effetto neurotossico sul comportamento di girini di *B. bufo* in appena 4 giorni, insieme ad una metamorfosi ritardata, aumento delle deformità orali e scheletriche, perdita di peso e mortalità del 53% (0.01 mg/L) e del 97% (0.1 mg/L)⁵⁵.



© Andrea Agapito Ludovici

⁵⁴Bernabò I. *et al.*, 2008. Endosulfan acute toxicity in *Bufo bufo* gills: ultrastructural changes and nitric oxide synthase localization. *Aquatic toxicology*, vol. 86, pp. 447-456.

⁵⁵Brunelli E. 2009. Environmentally relevant concentrations of endosulfan impair development, metamorphosis and behaviour in *Bufo bufo* tadpoles. *Aquatic Toxicology*, vol. 91, pp. 135-142.

Effetti di diversi pesticidi agricoli sulla lucertola campestre

La lucertola campestre (*Podarcis siculus* Rafinesque-Schmaltz, 1810) è un piccolo lacertide ampiamente distribuito in Italia. *Podarcis siculus* è attualmente ritenuta una specie a basso rischio secondo le categorie della lista IUCN ed è inserita nell'allegato IV della Direttiva Habitat (Dir. 94/43/CEE) e nell'allegato II della Convenzione di Berna. Nel Lazio è protetta dalla Legge Regionale



18/1988. La specie è diffusa in molti habitat diversi, dai parchi urbani dove è facile osservarla prendere il sole su muretti, agli ambienti naturali, comprese le aree agricole. È considerata una specie molto opportunistica caratterizzata da un'ampia tolleranza ecologica e da un'elevata capacità di diffusione. È attiva durante la maggior parte dell'anno ad eccezione del periodo tra novembre e febbraio quando la sua attività è limitata ai giorni caldi e soleggiati. È una specie ovipara che presenta un ciclo riproduttivo tipicamente stagionale: gli accoppiamenti iniziano in primavera, dopo la latenza invernale, e le femmine possono deporre dalle 2 alle 12 uova⁵⁶.

In Europa, alcuni lacertidi come *P. siculus* sono stati identificati come potenziali specie modello per l'ecotossicologia dei rettili, poiché possiedono una serie di attributi biologici che li rendono bioindicatori ideali della contaminazione ambientale.

Negli ultimi anni diversi studi hanno documentato gli effetti negativi di sostanze tossiche sullo stato di salute e sull'idoneità riproduttiva *P. siculus*. Ad esempio, è stato dimostrato come l'insetticida Imidacloprid,

ampiamente usato in agricoltura per la sua bassa tossicità per i mammiferi, ampio spettro insetticida, ed eccellente compatibilità con le piante, abbiamo causato cambiamenti nella spermatogenesi e nei livelli di ormoni sessuali del sangue in un'esposizione ambientale simulata di 30 giorni, influenzando le funzioni riproduttive di maschi di lucertola campestre⁵⁷. Un altro studio ha evidenziato la potenziale tossicità del Nonilfenolo (NP) su esemplari di *P. siculus*. Questo prodotto chimico è ampiamente usato come coadiuvante di pesticidi e biocidi usati nell'agricoltura convenzionale. I dati raccolti hanno dimostrato che una dieta sperimentalmente inquinata da NP è stata in grado di influenzare le condizioni del fegato e delle gonadi di esemplari di *P. siculus* sessualmente maturi, causando un rallentamento della spermatogenesi e riportando la struttura testicolare alla morfologia tipica del periodo non riproduttivo⁵⁸.

Infine, studi recentissimi, hanno dimostrato come l'utilizzo di fungicidi (Tebuconazolo e Metil tiofanato) ed insetticidi (Chlorpyrifos, Lambda-cialotrina e Deltametrina) usati in nocioleti della provincia di Viterbo provocano in *P. siculus* (i) disfunzioni del

⁵⁶Corti C. et al., 2010. Fauna d'Italia, Reptilia. Calderini, Bologna.

⁵⁷Cardone A. 2015. Imidacloprid induces morphological and molecular damages on testis of lizard (*Podarcis sicula*). *Ecotoxicology*, vol. 24, pp. 94–105.

⁵⁸Verderame M. & Limatola E. 2015. Interferences of an environmental pollutant with estrogen-like action in the male reproductive system of the terrestrial vertebrate *Podarcis sicula*. *General and Comparative Endocrinology*, vol 213, pp. 9–15.

metabolismo e danni al DNA⁵⁹; (ii) variazione della condizione corporea con conseguenze importanti sulla forma e, in ultima analisi, sulla sua capacità di sopravvivenza o la capacità di riprodursi⁶⁰, influenzando così la struttura e la dinamica della popolazione; (iii) uno sviluppo ridotto degli embrioni e

dei giovani, con minori possibilità di sviluppo e sopravvivenza⁶¹.



⁵⁹Simbula G. *et al.*, 2021. Biological responses in pesticide exposed lizards (*Podarcis siculus*). *Ecotoxicology*, vol. 30, pp.1017–1028.

⁶⁰Simbula G. *et al.*, 2021. Fluctuating asymmetry as biomarker of pesticides exposure in the Italian wall lizards (*Podarcis siculus*). *Zoology*, vol. 147, p. 125928.

⁶¹Simbula G. *et al.*, 2021. Effects of pesticides on eggs and hatchlings of the Italian wall lizard (*Podarcis siculus*) exposed via maternal route. *Zoologischer Anzeiger*, vol. 293, pp. 149-155.

CONCLUSIONI

Da quando i primi pesticidi sintetici sono diventati disponibili negli anni '40, generando grandi benefici nell'aumento della produzione alimentare, sono nate le prime preoccupazioni per gli impatti delle sostanze chimiche sull'ambiente. **Il dibattito sui rischi e i benefici dei pesticidi non è ancora cessato e in alcuni casi, come per anfibi e rettili, deve essere ancora attentamente valutato.**

Riuscire ad individuare le cause di declino di questi due gruppi dovrebbe diventare un obiettivo primario, tenendo in considerazione che alcune popolazioni possono essere colpite da uno o pochi fattori non letali da soli, ma che diventano tali con l'interazione di molteplici fattori di stress influenzando molte più popolazioni; per esempio, molte specie sono costrette ad affrontare contemporaneamente contaminanti ambientali, degradazione del loro habitat e introduzione di specie aliene. Ad oggi, rimangono ancora poco valutati i molti modi in cui i pesticidi potrebbero aggravare il declino delle popolazioni o specie a causa dell'interazione con altre minacce, come le malattie e parassitismo, e altri contaminanti. Il divieto e il controllo dei pesticidi agricoli che provocano ustioni, avvelenamenti ed elevati tassi di mortalità negli anfibi e rettili devono essere le misure di intervento prioritarie. A questo sta già pensando la Commissione Europea che nel 2020 ha presentato due strategie "Farm to Fork" e "Biodiversità 2030"⁶², che metteranno in atto provvedimenti per la valorizzazione delle pratiche agricole sostenibili nella strategia di crescita economica, e per sostenere la conservazione e il ripristino degli habitat e delle specie. In particolare, queste strategie prevedono la formazione almeno nel 10% della superficie agricola di caratteristiche paesaggistiche ad alta biodiversità (fasce tampone, siepi, alberi non produttivi, terrazzamenti e stagni); la riduzione del 50% dell'uso di pesticidi chimici più pericolosi e almeno il 40% della superficie agricola sotto la gestione dell'agricoltura biologica. Anche se queste strategie tengono conto

della protezione di uccelli, mammiferi e insetti impollinatori, la salvaguardia di questi ultimi e dei loro habitat implicitamente include la protezione di altri animali, come anfibi e rettili, che condividono il loro stesso ambiente. Conoscere i meccanismi alla base della tossicità dei pesticidi sulla per anfibi e rettili (ma anche per tutti gli altri animali) è fondamentale per ottenere una stima realistica della portata del loro impatto e per conciliare le pratiche agricole e gli sforzi di conservazione.

Riguardo alle misure di protezione e conservazione specifiche per anfibi e rettili, queste richiedono una serie di approcci diversi:

- Incremento della ricerca scientifica e di progetti sul campo da parte di istituti di ricerca, agenzie di regolamentazione, industria chimica, ONG e imprese private che permettano di colmare le lacune scientifiche per anfibi e rettili, determinando le specie legate ai paesaggi agricoli, e aumentando le conoscenze sull'uso dell'habitat, sul comportamento, dieta e sviluppo di queste specie per evidenziare i possibili scenari (temporali e/o spaziali) di rischio di esposizione ai pesticidi. In Italia, grazie al lavoro della Societas Herpetologica Italica, in base ad esperienze nazionali e internazionali, sono state raccolte le metodologie di indagine più appropriate e pratiche per monitorare quante più specie a scala nazionale. Strumenti essenziali per attuare i monitoraggi sono anche i programmi LIFE, progetti finanziati annualmente dall'Unione europea per tutelare l'ambiente e arrestare la perdita di biodiversità (LIFE+ "Natura e biodiversità").
- Azioni dirette per la conservazione delle specie e dei loro habitat. È urgente quanto indispensabile l'aggiornamento del Piano di Azione Nazionale per l'uso sostenibile dei prodotti fitosanitari, scaduto nel febbraio 2019

⁶²COM(2020)380. [https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM\(2020\)380&lang=it](https://ec.europa.eu/transparency/documents-register/detail?ref=COM(2020)380&lang=it).

e ancora in corso di revisione da parte dei tre Ministeri competenti (MIPAAF, MITE e Salute). In particolare, è importante rendere vincolante la completa attuazione delle misure previste dal Decreto del 2015 relativo alle “Linee guida di indirizzo per la tutela dell’ambiente acquatico e dell’acqua potabile e per la riduzione dell’uso di prodotti fitosanitari e dei relativi rischi nei Siti Natura 2000 e nelle aree naturali protette”, rimasto fino ad oggi sostanzialmente non attuato da parte delle Regioni e degli enti gestori delle aree naturali protette.

Molto importante anche il recupero di aree degradate attraverso il ripristino degli habitat come stagni, pozze d’acqua temporanee, e prati temporaneamente allagati, soprattutto in luoghi con un naturale potenziale d’inondazione (pianure alluvionali, vecchie brughiere e paludi), e per i rettili, strettamente legati ad ambienti terrestri, la costruzione di piccole strutture come siepi, cumuli di pietra, cataste di legno e rifugi vegetali che risultano spazi ecologicamente vitali per deporre le uova e per termoregolare rimanendo nascosti da eventuali predatori. Essenziale per questa tipologia di interventi il coinvolgimento anche degli agricoltori attivando tutte le misure previste dal Piano Strategico Nazionale della PAC post 2022. Fondamentale è anche l’eradicazione di specie aliene come la testuggine palustre americana.

- Attività di *citizen science*, cioè la partecipazione di persone non specializzate a ricerche scientifiche. La *citizen science* (“la scienza dei cittadini”) nasce come collaborazione tra scienziati, sviluppatori di software e educatori per organizzare e gestire progetti scientifici che coinvolgano i cittadini. Attraverso community come iNaturalist, Facebook e altre app, chiunque con pochi click può fornire una “semplice” osservazione fatta nel cortile di casa o sulla

cima di una montagna, segnalando specie apparentemente comuni. Una rete di esperti poi si occuperà del riconoscimento delle specie, e di rispondere a qualsiasi curiosità e dubbio. Questi progetti stanno dando molti risultati interessanti ed importanti; infatti, permettono sia una maggiore divulgazione scientifica di specie poco amate come anfibi e rettili, sia aiutano i ricercatori e gli studiosi ad ampliare, di giorno in giorno, le banche dati utili per i progetti di ricerca. Esempio di progetto pluriennale di *citizen science* per anfibi e rettili è il “Progetto Rettili del Parco” condotto nel Parco dei Monti Simbruini⁶³, volto ad approfondire la conoscenza e la distribuzione delle specie di rettili presenti nel territorio, coinvolgendo i cittadini anche attraverso incontri pubblici e contest fotografici.

La speranza che in futuro il declino di anfibi e rettili si riduca o che le specie altamente minacciate saranno in grado di recuperare la loro strada dall'estinzione si basa su una piena comprensione della situazione di questi animali, delle minacce alle loro popolazioni, le cause del loro declino. Impegnare efficaci risorse per la conservazione di questi animali può risultare in notevoli miglioramenti della qualità ambientale nel suo complesso e contribuire a salvaguardare la sopravvivenza di molte specie, uomo compreso.



⁶³<http://www.parcodontisimbruini.it/pagina.php?id=128>



© Luca Stellati



Working to sustain the natural world for the benefit of people and wildlife.

together possible. panda.org

WWF Italia
Sede Nazionale
Via Po, 25/c
00198 Roma

Fax: 0684497352
Tel: 06844971
sito: www.wwf.it
e-mail: wwf@wwf.it