



Associazione
Italiana
Società
Scientifiche
Agrarie

ISBN: 978-88-945925-3-5

I QUADERNI DI



AISSA



ASSOCIAZIONE ITALIANA SOCIETÀ SCIENTIFICHE AGRARIE

Atti del XIX Convegno AISSA

Produrre, trasformare e distribuire beni e servizi agro-forestali
per le popolazioni urbane, la sfida del XXI secolo

Bari, 24-25 febbraio 2022

Volume 4, 2023

Su iniziativa del Consiglio di Presidenza dell'Associazione si è dato vita al progetto editoriale "I Quaderni di AISSA". L'obiettivo è quello di raccogliere e valorizzare i contributi presentati ai convegni di AISSA, al fine di testimoniare il contributo all'avanzamento della scienza in ambito agrario, forestale e alimentare.

Questo volume è scaricabile dal sito: <https://www.aissa.it/home.php>

ISBN: 978-88-945925-3-5

Copyright: Associazione Italiana delle Società Scientifiche Agrarie – AISSA, 2023



I QUADERNI DI AISSA

ASSOCIAZIONE ITALIANA SOCIETÀ SCIENTIFICHE AGRARIE

Atti del XIX Convegno AISSA

Produrre, trasformare e distribuire beni e servizi agro-forestali per le
popolazioni urbane, la sfida del XXI secolo

Bari, 24-25 febbraio 2022

Volume 4, 2023

a cura di: Luca Simone Cocolin e Massimo Tagliavini



Associazione
Italiana
Società
Scientifiche
Agrarie



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI BARI
ALDO MORO

Indice

<i>Prefazione</i>	1
<i>Artropodi: ospiti desiderati o indesiderati degli ambienti urbani</i> Porcelli F.	2
<i>Produzioni vegetali ed animali urbane e di prossimità</i> Orsini F, Gianquinto G., Barcaccia G., Romanazzi G., De Palo P.	11
<i>Cibo e servizi ecosistemici come paradigma delle nuove relazioni urbano rurali</i> Marino D., de Gennaro B., Tassinari P.	24
<i>Il suolo nell'ecosistema urbano: funzioni e qualità ambientale</i> Ajmone Marsan F.	36
<i>La salvaguardia della vocazionalità dei suoli e la disponibilità di risorse in aree urbane e periurbane</i> Vittori Antisari L.	44
<i>Verde, foreste urbane e benessere della popolazione</i> Salbitano F., Ferrini F., Laforzezza R.	54

Prefazione

Secondo le statistiche circa oggi 4 miliardi di persone, il 54% della popolazione mondiale vive in aree urbane, in Europa circa il 75%, ma con forti oscillazioni che vedono nel Nord dell'Italia ed in altri contesti ad elevato potenziale produttivo un tasso che va oltre l'80%. Le aree urbanizzate contribuiscono non solo a generare l'85% del PIL globale, ma anche determinano più del 60% del consumo delle risorse, il 70% delle emissioni di anidride carbonica e la massima parte della produzione dei rifiuti. Anche per questi motivi è necessario un nuovo approccio nella produzione, trasformazione e distribuzione di beni e servizi, avendo una prospettiva di approccio di prossimità, con una particolare attenzione ad economie di tipo circolare nelle quali si ottimizzi il riuso delle risorse. Se nel prossimo futuro si pensa che il tasso di urbanizzazione delle popolazioni tenderà ulteriormente a crescere è quindi facile dedurre come la gestione delle aree urbane abbia un ruolo chiave nella riduzione degli impatti dell'uomo sul pianeta.

Le Nazioni Unite, nel contesto dello sviluppo sostenibile, hanno individuato un preciso obiettivo, l'11, per le città sostenibili «Make cities inclusive, safe, resilient and sustainable». Dal punto di vista ambientale questo obiettivo si concretizza non solo con una maggiore diffusione di spazi verdi polifunzionali e in una migliore gestione delle risorse idriche, ma anche con un approccio differenziato nella valorizzazione delle risorse agro-forestali.

Durante le due giornate del XIX convegno, le Società Scientifiche che costituiscono l'AISSA hanno illustrato come attraverso un approccio ecosistemico sia possibile perseguire lo sviluppo città sostenibili e come sia possibile addirittura arrivare ad un nuovo paradigma di biocittà.

Giovanni Sanesi
Comitato Organizzatore

Artropodi: ospiti desiderati o indesiderati degli ambienti urbani

Porcelli F.

Dipartimento di Scienze del Suolo, della Pianta e degli Alimenti, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, Via Amendola, 165/a, 70126 Bari

Riassunto

Gli ambienti urbani riassumono la ricerca di un contesto apparentemente naturale, il desiderio di abbellire proprietà private e pubbliche con piante esotiche, e la necessità di aggiornare le colture ai bisogni tecnici e tecnologici. L'evoluzione degli eventi storici divide i cambiamenti nel verde urbano, e degli artropodi associati, in due periodi che precedono o seguono l'invenzione della Cassetta di Ward (Wardian Case). La cassetta è stata un efficace strumento di globalizzazione biologica capace di annullare i fattori TARDIS (Time And Relative Dimension In Space, BBC®) che limitano i movimenti dei viventi nel tempo, e quindi nello spazio. In scala ancora maggiore i trasporti aerei intercontinentali muovono rapidamente grandi quantità di organismi esotici fra regioni biogeografiche. La facilità degli scambi permette di creare corridoi ecologici in funzione dei volumi commerciali, delle guerre, e delle egemonie sociali. Qui consideriamo *Blastophaga psenes* (Linnaeus, 1758), *Eupristina verticillata* Waterston, 1921, *Odontofroggata galili* Wiebes, 1980, *Pleistodontes* sp. Saunders, 1882, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier 1790), e la *Macrohormotoma gladiata* Kuwayama 1908 come i principali artropodi esotici acclimatati nel verde urbano in Italia. La grande biodiversità e l'origine globale degli habitat urbani offrono numerose nicchie agli artropodi entranti per acclimatarsi e diventare eventualmente utili o invasivi, facendo dell'ambiente urbano uno dei più interessanti da studiare.

Abstract

Before and after the Wardian Case invention, many alien arthropods entered new countries and were established in urban habitats thanks to niche availability. Today the relevance of intercontinental airborne trade, wars, and hegemonic countries result in ecological corridors supporting a massive entrance of alien arthropods. The analysis of past and actual alien insect acclimation suggests some favourable cases, despite the shared negative feeling about such events. Here we consider the arthropods associated in urban environments with edible and urban ornamental figs [(*Ficus carica* L.; *F. microcarpa* L. (1782); *F. rubiginosa* Desf. ex Vent.; *F. elastica* Roxb. ex Hornem. 1819, not Roxb. 1832 nor Roxb. 1814; *F. pumila* L. (1753)], and *Phoenix canariensis* (Hort. ex Chabaud). We consider *Blastophaga psenes* (Linnaeus, 1758), *Eupristina verticillata* Waterston, 1921, *Odontofroggata galili* Wiebes, 1980, *Pleistodontes* sp. Saunders, 1882, *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier 1790), and *Macrohormotoma gladiata* Kuwayama 1908 as main alien arthropods entered and acclimated in Italian urban greening. The alien acclimations and invasions are TARDIS-driven phenomena, allowing the discussion of the length and speed of host plant trade, the relative importance of ecological corridors, and the invading-associate guilds of microorganisms.

Keywords: Anthropocene, Alien, Invasive or Quarantine urban pest

Introduzione

La storia della civiltà è indissolubilmente legata a quella delle piante che coltiviamo, per cibo, decorazione o piacere e degli insetti che le abitano. Le piante vengono domestiche nella lunga *liaison* con l'uomo, fino a cambiare profondamente (Barigozzi., 1986; Zohary et al.,

2012; Prance, 2005). Il processo è complesso, uomini e piante finiscono per cambiare insieme, adattandosi l'un l'altro nel tempo durante i relativi spostamenti nello spazio (TARDIS, 2022) imposti dalla colonizzazione umana della terra. Gli insetti simbiotici delle piante, fitofagi o meno che siano, seguono le loro piante ospiti o alimentari (Burckhardt et al., 2014) per sopravvivere. L'evoluzione o la co-evoluzione dei viventi avviene durante il tempo loro necessario ad attraversare i territori biogeografici ed è un fenomeno comune ma non sempre documentato perché poco cercato (El-Mergawy et al., 2011).

I *Ficus*, i loro impollinatori, i loro fitofagi e gli antagonisti associati

Dai primi accenni della civiltà l'uomo ha beneficiato della *Blastophaga psenes* (Linnaeus, 1758) che impollina il *Ficus carica* L. originario dell'Asia occidentale e del mediterraneo e il *Ficus palmata* Forssk. che cresce dall'Africa nordorientale fino all'Himalaya. Fin dal neolitico (Kislev et al., 2006) i fichi vengono raccolti e scambiati in area mediterranea, nel vicino oriente e fino in Himalaya. Non sappiamo quando e dove il *Philotrypesis caricae* (L.), cleptoparassitoide della Blastofaga, abbia raggiunto l'impollinatore. Già Aristotele notò la blastofaga e descrisse diversi aspetti dell'interazione con la pianta. Il fico è acclimatato in Cina, dopo l'introduzione durante la Dinastia Tang (618-906) (Flora of China, 2022) viene ora coltivato per i frutti, in particolare nello Xinjiang. Fichi di cloni diversi, in particolare il Smyrna e Calimyrna, maturano negli Stati Uniti d'America grazie alla consapevole introduzione della Blastophaga per l'impollinazione. La Blastofaga non è però, sempre favorevole alle coltivazioni perché può trasmettere il *Fusarium moniliforme* J. Sheld. (Michailides e Morgan, 1994) e veicolare lo *Schistonchus caprifici* (Gasparrini, 1864) Cobb, 1927 (Vovlas et al., 1992), un nematode che infesta i fiori del fico. La prima ondata di espansione del Fico edule dipende dalla consapevole, se non volontaria, attività dell'uomo. La dispersione sul territorio della pianta e dell'impollinatore inizia ben prima della storia e della scoperta della cassetta di Ward (Keogh, 2019), anche perché le talee movimentate dall'uomo in inverno per essere trapiantate possono portare fichi già colonizzati dalla Blastofaga.

Molto dopo il 1962, introduciamo in Italia il *Ficus microcarpa* L. f., il suo l'impollinatore *Eupristina verticillata* Waterston, 1921 e il corrispettivo cleptoparassitoide *Odontofroggattia galili* Wiebes, 1980. (Lo Verde e Porcelli, 1991).

Il *Ficus microcarpa* entra in Italia come ornamentale commerciata e allevata a bonsai. I piccoli e decorativi siconi maturi sono evidentemente impollinati dall'*Eupristina* che spesso perde le ali prese nella morsa dell'ostio (Fig. 1).

Probabilmente sono gli adulti evasi dai fichi dei bonsai ad impollinare le infiorescenze dei *microcarpa* intanto piantati come ornamentali nel verde urbano in tutta Italia. Naturalmente i siconi maturano e si riempiono di frutti – acheni – pronti a germinare, cosa che avviene rendendo *F. microcarpa* una pianta non solo introdotta ma anche acclimatata e invasiva (Wang et al., 2015) (Fig. 2).

Ancora più di recente abbiamo abbellito aree pubbliche, parcheggi, e viali con numerosi *Ficus rubiginosa* creando almeno in Italia e a Malta (Mifsud et al., 2012) un altro corridoio ecologico prontamente utilizzato da una specie di *Pleistodontes*, probabilmente l'*imperialis* Saunders. Una inconsueta gelata e le conseguenti potature hanno eliminato l'impollinatore in Puglia, per ora. Naturalmente i *Pleistodontes* dovrebbero essere sopravvissuti in contesti mediterranei meno selettivi per l'insetto. L'acclimatazione del *Ficus rubiginosa*, già avvenuta in Spagna, potrebbe avere un impatto importante (Maniero, 2000) sugli habitat condivisi dalla specie aliena (Fig. 3).



Figura 1. *Ficus microcarpa* importato in Italia con siconi maturi impollinati da *Eupristina verticillata* Waterston, 1921 e abitati anche dal cleptoparassitoide *Odontofroggata galili* Wiebes, 1980. A destra il cartoncino nero evidenzia le ali dell'impollinatore strappare all'ingresso.



Figura 2. *Ficus microcarpa*. A sinistra competizione fra maschi presso l'ostio di un siconio. A destra un siconio impollinato con numerose plantule già verdi.



Figura 3. *Ficus rubiginosa*. A sinistra piantumato in un parcheggio. A destra, in alto, siconi maturi caduti sul terreno; in basso siconi impollinati a diversi stadi di maturazione.

In una prospettiva storica (Tab. 1) l'uomo ha introdotto circa venti specie di *Ficus*, in area mediterranea. Alcune specie sono entrate nel nostro territorio già accompagnate dai loro impollinatori, e anche dei rispettivi cleptoparassiti. Altre specie di *Ficus* riescono a fiorire ma non producono semi, perché mancano dei loro impollinatori. Il clima mediterraneo permette ai *Ficus* introdotti di crescere e l'eventuale ingresso degli impollinatori permetterà la fecondazione dei fiori e la produzione di semi fecondi dai quali nasceranno nuove piante. In pratica gli impollinatori, quando arriveranno, medieranno l'acclimatazione dei corrispondenti *Ficus* per ora solo introdotti. Nel caso piante introdotte per ornamento potranno diventare invasive, come è già successo al *Ficus microcarpa*.

La tabella non considera il caprifico, perché in POWO (2022a) *Ficus carica* var. *caprificus* (Risso) Tschirch è sinonimo di *Ficus carica*. L'evidenza suggerisce che abbiamo già creato numerosi corridoi ecologici o siti che permetteranno l'acclimatazione prima di PFW, e con questi dei corrispondenti NPFW.

Oltre che dai propri impollinatori il *Ficus microcarpa* è stato anche raggiunto (Mifsud e Porcelli, 2012; Pedata et al., 2012) da una psilla di origine asiatica, la *Macrohomotoma gladiata* Kuwayama, 1908. La psilla, rapidamente diventata invasiva, ha gravemente danneggiato o ucciso molti *Ficus* del verde urbano in Italia.

Tabella 1. Specie di *Ficus* introdotte dal 1260 al 1963 d.C. in Italia, da Maniero (2000), integrata con il trovato in Spagna e Malta. Nomenclatura aggiornata secondo IPNI (2022) e POWO (2022), PFW = Pollinating Fig Wasp, NPFW = Non Pollinating Fig Wasp, cleptoparassiti. Circa venti specie di *Ficus* sono indigene o introdotte in area mediterranea, di queste sette fioriscono più o meno regolarmente, gli impollinatori (PFW) hanno raggiunto tre loro anfitrioni e due ospitano anche i rispettivi cleptoparassiti.

Specie di <i>Ficus</i>	Siconi	PFW	NPFW
1. <i>Ficus aspera</i> f. <i>parcellii</i> (H.J.Veitch ex Cogn. & Marchal) J. E. Burrows			
2. <i>Ficus auriculata</i> Lour.			
3. <i>Ficus benjamina</i> L.	X		
4. <i>Ficus callosa</i> Willd.			
5. <i>Ficus carica</i> L.	X	X	X
6. <i>Ficus elastica</i> Roxb. ex Hornem.	X		
7. <i>Ficus erecta</i> Thunb.			
8. <i>Ficus hispida</i> L.f.			
9. <i>Ficus lutea</i> Vahl			
10. <i>Ficus lyrata</i> Warb.	X		
11. <i>Ficus macrophylla</i> Pers.			
12. <i>Ficus microcarpa</i> L. f.	X	X	X
13. <i>Ficus nymphaeifolia</i> Mill.			
14. <i>Ficus religiosa</i> L.	X		
15. <i>Ficus pumila</i> L.	X		
16. <i>Ficus rubiginosa</i> Desf. ex Vent.	X	X	
17. <i>Ficus saussureana</i> DC.			
18. <i>Ficus henneana</i> Miq.			
19. <i>Ficus ulmifolia</i> Lam.			
20. <i>Ficus villosa</i> Blume			

Il fenomeno diventa ancora più interessante quando le Macrooomotome che infestavano i microcarpa urbani sono state predate da *Zelus renardii* Kolenati (Cornara et al., 2016), un Reduviidae di origine Nord-Americana spontaneamente entrato in Europa e nel mediterraneo. In sintesi, la nuova nicchia in Italia contiene ora tre specie, due di origine Asiatico-Oceanica ed una di Origine Neartica. Le interazioni che vediamo in parte ripropongono quelle dell'area di origine, in parte sono inedite e si sono create in Italia.

Lo *Zelus* è poi entrato in nicchie italiane, vicarianti quelle Nord-Americane, riproducendo comportamenti predatori anche a discapito della mosca delle olive (*Bactrocera oleae* Rossi) e degli Aphrophoridae dei generi *Philaenus* e *Neophilaenus*, i principali vettori di *Xylella fastidiosa* Wells, Raju et al., 1986 in Italia (Picciotti et al., 2021; Lahbib et al., 2022).

Il *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier 1790 (RPW), le palme da dattero, quelle delle canarie

Curculionidi del genere *Rhynchophorus* hanno incontrato l'uomo in epoca preistorica, quando le tribù dell'arcipelago della Sonda ne mangiavano le larve (Tommaseo-Ponzetta, 2004) in riti connessi con la fertilità. Ancora oggi le larve del RPW sono raccolte o anche allevate per questo uso. I nativi abbattano e lesionano palme come il *Metroxylon sagu* Rottb., che ancora

servono per attirare gli adulti e indurli a deporre per ricavare, dopo poco tempo, le larve dagli stipiti infestati.

Le distribuzioni naturali di RPW e palma da dattero, biomi tropicali umidi di Papua New Guinea, Indonesia e Malaysia per il *Rhynchophorus ferrugineus* (Wattanapongsiri, 1966) e ambienti aridi nella Penisola Arabica e nel Pakistan del Sud per *Phoenix dactylifera* L., hanno impedito che questi due viventi si incontrassero in natura.

Nonostante la distanza biogeografica fra palma da dattero e RPW Leefmans (1920) e altri tecnici coloniali nelle Filippine e in India Britannica trattano l'insetto come invasivo alle coltivazioni, inaspettatamente. I danni sono particolarmente interessanti perché descrivono lo spostamento di pianta ospite (host-plant shift) del RPW, suggerendo un'evoluzione dell'insetto funzionale alle abbondantissime risorse offerte dalla nuova pianta ospite disponibile. Inoltre, i dattereti sono irrigati e gli stipiti hanno dimensioni comparabili con quelli delle palme naturalmente utilizzate dal punteruolo.

Gli impianti di *P. dactylifera* hanno tracciato negli ultimi 100 anni i corridoi ecologici necessari a congiungere le isole della Sonda con la Penisola Arabica e poi con il Mediterraneo. Nel frattempo, palme delle Canarie (*Phoenix canariensis* H. Wildpret) originarie di ambienti subtropicali delle Isole Canarie erano state e venivano ancora piantate come ornamentali in tutto il bacino mediterraneo, nella Penisola Arabica e, dove possibile, in Europa. Quando il corridoio ecologico fra la Sonda e l'Egitto incontra nel vicino oriente una nuova pianta ospite ancora più appetibile, propone al punteruolo un secondo host-shift verso le Palme delle Canarie. Il passaggio finale si materializza nel commercio di palme da dattero, spesso infestate da RPW, a scopi ornamentali fra la costa Sud e Nord del Mediterraneo: qui il punteruolo raggiunge le innumerevoli Palme delle Canarie, spesso centenari esemplari monumentali, piantate negli ultimi 150 anni in Europa e le stermina.

La gilda di microrganismi simbiotici o associati al *Rhynchophorus ferrugineus*

Le infestazioni del Punteruolo sono regolarmente sostenute da una gilda di macro e microorganismi che creano un ambiente protettivo per l'insetto (Fig. 4, lettere seguenti) (Porcelli et al., 2017).

Osservazioni dirette su adulti catturati vivi in trappole e allevamenti in condizioni di laboratorio o di infestazione hanno restituito le evidenze che riportiamo. Riguardo a *Serratia* (a) sappiamo che le femmine deponenti imbrattano le proprie uova con una sospensione batterica. I batteri accompagnano la larva e poi l'adulto che, diventato adulto, trasmette verticalmente il microrganismo. Scavando i tunnel nelle palme delle canarie le larve contaminano i tessuti vegetali che appaiono idropici e rosa chiaro. Gli isolati batterici ottenuti dalle femmine, dalle uova, dalle larve e dai tessuti delle palme sono prima bianchi, poi virano repentinamente al rosso sangue per quorum sensing. Evidenze suggeriscono che il ceppo trasmesso dal punteruolo demolisca i tessuti delle palme, fermentando aumenti la temperatura dei foci infestati e produca antibiotici (Scrascia et al., 2016; Scrascia et al., 2019). Poco sappiamo sul ruolo del *Mononchoides macrospiculum* (b) (Troccoli et al., 2015) nematode forante del punteruolo che occupa in gran numero speciali tasche cuticolari del colettero, ghiandolari ed associate all'ovopositore. Il nematode è anche vagante sulla cuticola del punteruolo, ma in distretti riparati, per esempio sotto le elitre, dove si nasconde fra le deutoninfe di *Centrouropoda almerodai* (c) anche loro foranti del punteruolo (Porcelli et al., 2009). *Centrouropoda* è un acaro fitofago/saprofago e le deutoninfe RPW-borne si lasciano cadere sulle palme di destinazione del punteruolo iniziando subito a consumare il contaminato della

pianta. *Mononchoides* potrebbe condividere la stessa dieta contaminando con altri batteri la pianta infestata. Il ruolo dei funghi filamentosi non è ancora chiaro, le osservazioni sono occasionali e solo in pochi casi abbiamo ottenuto micelio dai conidi apparentemente fusi con cuticola degli acari. Infine, (e) la coppia *Candida tropicalis* (Castellani) Berkhout (1923) e *Hyphopichia burtonii* (Boidin, Pignal, Lehoudey, Vey & Abadie) Arx & Van der Walt sembra essere regolarmente rilasciata dalle femmine di Punteruolo rosso alla deposizione. Questi due lieviti potrebbero fermentare l'amido e gli zuccheri abbondanti negli stipiti e spiegare il picco di EtOH presente all'analisi dei foci infestati delle Palme delle Canarie.



Figura 4. *Rhynchophorus ferrugineus*, le principali interazioni con i simbionti. Le lettere sulle frecce indicano: a) batteri del genere *Serratia* Bizio: frecce rosse sulla contaminazione batterica dell'uovo, 1823; b) *Mononchoides macroscopicum* Troccoli, Oreste, Tarasco, Fanelli & De Luca, nematode; c) *Centrouropoda almerodai* Hiramatsu & Hirschmann e *Uroobovella marginata* Koch Acari; d) conidi di un fungo non ancora identificato; e) *Candida tropicalis* e *Hyphopichia burtonii* Lieviti.

Quali prospettive

L'accesso di ulteriori artropodi agli ambienti antropizzati ha aperto e aprirà interazioni poco o per nulla prevedibili. I casi appositamente scelti e presentati fra i più emblematici, offrono ampia materia per discussioni approfondite anche su aspetti molto lontani dall'entomologia applicata. Una visione di contesto potrebbe suggerire di includere nei ruoli decisionali e di programmazione figure specializzate nella gestione di organismi alieni.

Per ora abbiamo una visione degli eventi di introduzione focalizzata sull'ingresso di singole specie e formalizzata sulla compilazione delle liste EPPO (EPPO, 2022). Questo

approccio sembra messo in crisi da invasioni sostenute da gilde di specie ovvero da invasioni inaspettate (Porcelli, 2017). Nel caso bisogna considerare che ciascuna delle specie associate può diventare a propria volta invasiva.

Un ulteriore aspetto è quello dell'introduzione di impollinatori specializzati che cambiano lo stato di piante, come i *Ficus*, con elevato potenziale di invasività, ma comunque piantumate nella visione della loro sterilità per l'assenza delle proprie PFW. L'acclimatazione dei *Ficus* mostra come alcune scelte innocue al momento della loro attuazione gettino, invece, le premesse per sequenze di invasioni che avverranno in ordine imprevedibile. Tali invasioni sequenziali configurano eventi biologici con rischio elevato di impatto sul paesaggio e sulle nicchie delle regioni di ingresso.

I corridoi ecologici consentono a specie simbionti di raggiungere biotopi idonei solo perché opportunamente modificato dall'uomo, per esempio con irrigazioni e concimazioni in ambiente urbano, per ricostruire la nicchia dei simbionti anche molto lontano dalla regione di origine.

Infine, raramente assistiamo all'ingresso di utili antagonisti che riescono ad integrarsi negli habitat delle regioni di introduzione.

Conclusioni

Gli ambienti urbani sembrano perfetti per verificare teorie, studiare casi reali e interferire con numerosi diversi fenomeni biologici originati dalle introduzioni di viventi provenienti da differenti regioni biogeografiche. Anche se l'ipotesi sembra rischiosa non sarà comunque possibile fermare e nemmeno mitigare i commerci internazionali veloci, tanto meno evitare gli insetti che li accompagnano.

Al contrario le ridotte dimensioni degli habitat urbani, rispetto a quelli naturali o della produzione vegetale, potrebbe permettere un confinamento spontaneo delle gran parte degli alieni entranti su piante il cui valore assoluto potrebbe essere accettabile perdere in cambio dell'abilità di limitare ulteriori maggiori eventi futuri.

Bibliografia

- Barigozzi C., (Ed.) 1986. The origin and domestication of cultivated plants. Developments in agricultural and managed-forest ecology 16. Proceedings of the Symposium Organized by Centro Linceo Interdisciplinare di Scienze Matematiche e Loro Applicazioni, Accademia Nazionale dei Lincei, Rome, 25-27 November 1985. Elsevier, 218 pp.
- Burckhardt D., Ouvrard D., Queiroz D., Percy D., 2014. Psyllid host-plants (Hemiptera: Psylloidea): resolving a semantic problem. *Florida Entomologist*, 97(1): 242-246. DOI: 10.1896/054.097.0132
- Cornara D., Nocera A., Corrado I., Verrastro V., Lamaj F., El Kenawy A., Russo V., Porcelli F., 2016. Lo *Zelus renardii* Kolenati, 1857 (Heteroptera Reduviidae): un promettente predatore della *Macrophoma gladiata* Kuwayama, 1908 (Psylloidea Homotomidae) sui *Ficus microcarpa* Hort. Berol. ex Walp. (Moraceae) ornamentali del verde urbano a Bari. Atti XXV Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, 20-24 giugno Padova. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3345033>
- El-Mergawy R. A. A. M., Al Ajlan A. M., Abdalla N., Vassiliou V., C. Capdevielle-Dulac C., Kontodimas D. C., Silvain J.-F., Nasr M. I., 2011. Preliminary Study on Geographical Variation of Cytochrome b gene and ITS2-rDNA among Populations of *Rhynchophorus ferrugineus*. *Journal of Agricultural Science and Technology B1*: 189-197.
- EPPO, https://www.eppo.int/ACTIVITIES/quarantine_activities Consultato 03 ottobre 2022.
- Flora of China, http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=2&taxon_id=200006351 Consultato 03 ottobre 2022.
- IPNI, 2022. International Plant Names Index. Published on the Internet <http://www.ipni.org>, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Botanic Gardens. Consultato 22 settembre 2022.
- Keogh, L., 2019. The Wardian Case: Environmental Histories of a Box for Moving Plant. *Environment and History*. 25(2): 219-244. DOI: 10.3197/096734018X15217309861531
- Kislev M.E., Hartmann A., Bar-Yosef O., 2006. Early Domesticated Fig in the Jordan Valley. *Science*, 312: 1372-1374. DOI: 10.1126/science.1125910
- Lahbib N., Picciotti U., Sefa V., Boukhris-Bouhachem S., Porcelli F., Garganese F., 2022. *Zelus renardii* Roaming in Southern Italy. *Insects*, 13, 158. <https://doi.org/10.3390/insects13020158>
- Leefmans S., 1920. De Palmsnuitkever. (*Rhynchophorus ferrugineus* Oliv.) Mededeelingen van het Instituut voor Plantenziekten, 43: 88 pp.

- Lo Verde G., Porcelli F., 1991. Presenza di *Parapristina verticillata* (Waterst.) e *Odontofroggata galili* Wiebes (Hymenoptera-Chalcidoidea Agaonidae) in Sicilia. Atti XVI Congresso Nazionale Italiano di Entomologia, Bari - Martina Franca (Ta) 23/28 settembre, 139-143. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3931354>
- Maniero F., 2000 Fitocronologia d'Italia. L.S. Olschki, Firenze, 296 pp.
- Michailides T.J., Morgan D.P., 1994. Dynamics of *Blastophaga psenes* populations, availability of caprifigs, and fig endosepsis caused by *Fusarium moniliforme*. Phytopathology 84: 1254-1263.
- Mifsud D., Falzon A., Malumphy C., de Lillo E., Vovlas N., Porcelli F., 2012. On some arthropods associated with *Ficus* species (Moraceae) in the Maltese Islands. Bulletin of the entomological Society of Malta, 5: 5-34. <https://www.um.edu.mt/library/oar/handle/123456789/550>
- Mifsud D., Porcelli F., 2012. The psyllid *Macrohormotoma gladiata* Kuwayama, 1908 (Hemiptera: Psylloidea: Homotomidae): a *Ficus* pest recently introduced in the EPPO region. EPPO Bulletin, 42(1): 161-164. DOI: 10.1111/epp.2544
- Pedata P. A., Burckhardt D., Mancini D., 2012. Severe infestations of the jumping plant-louse *Macrohormotoma gladiata*, a new species for Italy in urban *Ficus* plantations. Bulletin of Insectology 65(1): 95-98.
- Picciotti U., Lahbib N., Sefa V., Porcelli F., Garganese F., 2021. Aphrophoridae Role in *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* ST53 Invasion in Southern Italy. Pathogens, 10, 1035. <https://doi.org/10.3390/pathogens10081035>
- Porcelli F., 2017. RPW as a vector of bacteria, fungi and acari. CIHEAM side event, report of The Scientific Consultation and High-Level Meeting on Red Palm Weevil Management, Rome, Italy, 29-31 March, 51 pp.
- Porcelli F., Ragusa E., D'Ongia A. M., Mizzi S., Mifsud D., 2009. Occurrence of *Centrouropoda almerodai* and *Uroobovella marginata* (Acari: Uropodina) phoretic on the Red Palm Weevil in Malta. Bulletin of the entomological Society of Malta, 2: 61-66. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4411898>
- POWO, 2022a. Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; <http://www.plantsoftheworldonline.org/> Consultato 01 ottobre 2022.
- POWO, 2022b. <https://powo.science.kew.org/taxon/853217-1> Consultato 03 ottobre 2022.
- Prance G., (Ed.) 2005. Cultural history of plants. Routledge, 452. ISBN 0-415-92746-3
- Scrascia M., D'Addabbo P., Roberto R., Porcelli F., Oliva M., Calia C., Dionisi A. M., Pazzani C., 2019. Characterization of CRISPR-Cas Systems in *Serratia marcescens* Isolated from *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier, 1790) (Coleoptera: Curculionidae). Microorganisms. 7(9): 368. doi: 10.3390/microorganisms7090368. PMID: 31546915; PMCID: PMC6780938.
- Scrascia M., Pazzani C., Valentini F., Oliva M., Russo V., D'Addabbo P., Porcelli F., 2016. Identification of pigmented *Serratia marcescens* symbiotically associated with *Rhynchophorus ferrugineus* Olivier (Coleoptera: Curculionidae). Microbiologyopen, 5(5): 883-890. doi: 10.1002/mbo3.377
- TARDIS, <https://en.wikipedia.org/wiki/TARDIS> Consultato 18 settembre 2022
- Tommaso-Ponzetta M., 2004. Insects: Food for Human Evolution. In: "Ecological Implications of Minilivestock Potential of Insects, Rodents, Frogs and Snails." Paoletti M. G. (Ed), Science Publisher, INC., New Hampshire 03748 USA, 648 p.
- Troccoli A., Oreste M., Tarasco E., Fanelli E., De Luca F., 2015. *Mononchoides macrospiculum* n. sp. (Nematoda: Neodiplogastridae) and *Teratorhabditis synpapillata* Sudhaus, 1985 (Nematoda: Rhabditidae): nematode associates of *Rhynchophorus ferrugineus* (Olivier) (Coleoptera: Curculionidae) in Italy, Nematology, 17(8): 953-966. doi: <https://doi.org/10.1163/15685411-00002916>
- Vovlas N., Inserra R.N. & Greco, N., 1992. *Schistonchus caprifici* Parasitizing Caprifig (*Ficus Carica Sylvestris*) Florets and the Relationship with Its Fig Wasp (*Blastophaga psenes*) Vector. Nematologica, 38(1-4): 215-226. doi: <https://doi.org/10.1163/187529292X00180>
- Wang R., Aylwin R., Cobb J., Craine L., Ghana S., Reyes-Betancort J. A., Quinnell R. J., Compton S. G., 2015. The impact of fig wasps (Chalcidoidea), new to the Mediterranean, on reproduction of an invasive fig tree *Ficus microcarpa* (Moraceae) and their potential for its biological control. Biological Control, 81: 21-30. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2014.11.004>
- Wattanapongsiri A., 1966. A revision of the Genera *Rhynchophorus* and *Dynamis* (Coleoptera Curculionidae). Thesis submitted to Oregon State University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, 418 pp.
- Zohary D., Hopf M., Weiss E., 2012. The origin and spread of domesticated plants in south-west Asia, Europe, and the Mediterranean Basin. 4th Ed. Oxford University Press, 243 pp.

Produzioni vegetali ed animali urbane e di prossimità

Orsini F.¹, Gianquinto G.¹, Barcaccia G.², Romanazzi G.³, De Palo P.⁴

¹ Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari (DISTAL), Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Viale Fanin 40, 40127, Bologna.

² Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse naturali e Ambiente (DAFNAE), Università degli Studi di Padova, Campus di Agripolis, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro (Padova).

³ Dipartimento di Scienze Agrarie Alimentari ed Ambientali, Università Politecnica delle Marche, Via Brecce Bianche 10, 60131 Ancona.

⁴ Dipartimento di Medicina Veterinaria, Università degli Studi di Bari Aldo Moro, S.P. per Casamassima, km 3 – 70010 – Valenzano (BA).

Riassunto

In risposta alla crescita della popolazione urbana e alla riduzione della disponibilità di risorse, stanno guadagnando popolarità nuove forme di agricoltura che possano essere sviluppate anche all'interno delle città e/o nelle immediate periferie. L'agricoltura urbana costituisce una valida opportunità per migliorare la sicurezza alimentare della città, promuovendo forme di economia locale e circolare, l'inclusione sociale e la sostenibilità ambientale. Nelle diverse regioni del pianeta si incontra una diversità di sistemi agricoli urbani, con livelli tecnologici che variano in risposta al contesto socio-economico locale, alle reti infrastrutturali e logistiche e alle condizioni ambientali. Nelle economie in via di sviluppo del sud del mondo, le innovazioni più interessanti includono tecnologie semplificate (es. micro-orti idroponici e organoponici); diversamente, nel Nord del mondo, si esplorano nuovi sistemi di coltivazione, tra cui i sistemi di coltivazione integrati ad edifici e le *vertical farms*. In ambiente urbano, le strategie di protezione contro patogeni e fitofagi devono considerare la rilevante presenza antropica, sia diretta sia indiretta (es. vicini, passanti), pertanto la protezione delle colture deve adottare tutte le possibili misure preventive, per intervenire con mezzi diretti solo qualora strettamente necessario, utilizzando approcci con il più basso impatto ambientale possibile. Oltre alle soluzioni per la produzione di cibo in città, l'innovazione può anche risiedere nell'integrazione e nel rapporto reciproco con il tessuto urbano (ad esempio in termini di utilizzo delle risorse o fornitura di servizi ecosistemici), o nel modello di business adottato. In questo articolo vengono illustrate le principali tematiche di ricerca associate alla produzione vegetale e animale di prossimità, con una considerazione speciale della sostenibilità economica, ambientale e sociale.

Abstract

In response to the growth of the urban population and the reduction in the availability of resources, new forms of agriculture that can also be developed within cities or in the immediate suburbs are gaining popularity. Urban agriculture is a valid opportunity to improve the food security of the city, promoting forms of local and circular economy, social inclusion and environmental sustainability. In the different World regions, there is a diversity of urban agricultural systems, with technological levels that vary in response to the local socio-economic context, the existing infrastructural and logistic networks and the environmental conditions. In the developing economies of the southern hemisphere, the most interesting innovations include simplified technologies (e.g. hydroponic and organoponic micro-gardens); otherwise, in the North of the world, new cultivation systems are being explored, including building-integrated agriculture and vertical farms. Management of pathogens and pests in urban and proximity agriculture needs to take in consideration the frequent presence of citizens, both involved in the production and passing or living close, then the application of all preventative means is mandatory, and whenever application of pesticides is required, it is important to use the ones with the lowest impact and highest safety. In addition to technologies for the production of food in the city, innovation can also lie in the integration

and reciprocal relationship with the urban fabric (for example in terms of use of resources or supply of ecosystem services), or in the adopted business model. This article illustrates the main research topics associated with urban plant and animal production, with a special consideration of economic, environmental and social sustainability.

Keywords: *Agricoltura urbana; Orticoltura urbana; Vertical farm; Serre integrate ad edifici; Protezione delle piante; Agricoltura sociale*

Introduzione

Con la scadenza dei Millenium Development Goals (MDGs) nel 2015, 193 nazioni hanno concordato di fissare nuovi obiettivi globali di sviluppo da raggiungere entro i successivi 15 anni (Joshi et al., 2015). I nuovi obiettivi di sviluppo sostenibile (*Sustainable Development Goals*, SDGs), sono suddivisi in 17 categorie, legate a questioni ambientali, sociali ed economiche (Stevens e Kanie, 2016). In questo quadro, lo sviluppo di una economia circolare volta a ridurre l'impatto ambientale e alla limitazione degli sprechi (Loiseau et al., 2016; FAO, 2021), sta emergendo come strategia per superare l'attuale "epoca dell'Antropocene" e la conseguente carenza di risorse (Steffen et al., 2007). Inoltre, mentre la popolazione mondiale nelle città è in crescita, il perseguimento di uno sviluppo sostenibile diventa sempre più una questione urbana, rendendo cruciale l'innovazione nei sistemi alimentari, rendendoli capaci di garantire sicurezza alimentare alle città anche in tempi di crisi (Vittuari et al., 2020). Se tradizionalmente il sistema alimentare è stato considerato una questione rurale, trascurato da architetti e urbanisti coinvolti nella pianificazione urbana, negli ultimi anni il concetto di "città edibili" (come nel caso del *Continuous Productive Urban Landscapes*, CPUL, di Bohn e Viljoen, 2011), sta evolvendo, con il riconoscimento del ruolo chiave che l'agricoltura urbana e di prossimità avrà nei prossimi anni.

L'agricoltura urbana (AU) è una pratica multifunzionale a cui sono associati numerosi servizi ecosistemici (Russo et al., 2017). I principali vantaggi e servizi sono legati alla sicurezza alimentare, alla regolazione del microclima urbano, alla riduzione dell'impronta di carbonio, all'inclusione sociale, alla generazione di reddito, all'istruzione e alla salute (Orsini et al., 2020a). A seconda del modello di impresa e della posizione geografica, l'AU può assumere forme diverse, spaziando dagli orti familiari di sussistenza e dalle microimprese nelle città emergenti del Sud del mondo (Orsini et al., 2013), alle esperienze comunitarie che si riscontrano in diverse città del Nord del mondo (Orsini et al., 2020a), ad esperienze di inclusione sociale di categorie fragili tipiche dell'agricoltura sociale (Romanazzi et al., 2022) ed infine alle realtà che impiegano tecnologie avanzate per integrare i sistemi di coltivazione all'ambiente costruito (Orsini et al., 2020b).

Innovazione tecnologica nei sistemi per la coltivazione in città

Nonostante l'AU possa prendere forma nei tanti spazi inutilizzati del tessuto urbano, la competizione per l'accesso alla terra e i rischi legati alla contaminazione da metalli pesanti (Buscaroli et al., 2021) stanno spesso portando all'applicazione di sistemi produttivi fuori suolo (Pennisi et al., 2016). Questi sistemi, che possono essere impiegati anche in soluzioni di coltivazione integrate ad edifici (Orsini et al., 2017), possono presentare diversi livelli di complessità tecnologica. Di conseguenza, mentre sistemi idroponici ad elevata tecnologia sono spesso impiegati all'interno di *vertical farms* e serre integrate ad edifici (Appolloni et al., 2021), nelle periferie delle grandi città del Sud del Mondo tecnologie semplificate consentono di

garantire la sicurezza alimentare e la generazione di reddito alla popolazione indigente (Fecondini et al., 2010).

Per quel che riguarda le serre integrate ad edifici (Fig. 1), molto diffuse in Nord America, alcune esperienze si stanno diffondendo anche in Europa. I benefici associati all'adozione di questa tecnologia sono massimi quando si ottiene una integrazione tra serra ed edificio sottostante, che così sviluppano un metabolismo comune, con scambi di flussi energetici, idrici, e di nutrienti (Sanyé-Mengual et al., 2015). D'altro canto, le stringenti normative edilizie comportano vincoli maggiori rispetto alle serre rurali sia per quel che riguarda la scelta dei materiali di copertura (che non devono essere infiammabili), sia con riferimento alle strutture portante (che vanno sovradimensionate per rispetto delle norme di sicurezza), con conseguenze rispetto alla trasmissività globale e quindi all'efficienza d'uso della luce (Montero et al., 2017). Inoltre, la circolazione d'aria tra serra ed edificio, utile per creare buffer termici e ridurre il fabbisogno energetico di climatizzazione, va studiata con riferimento alla possibile diffusione di allergeni negli ambienti abitati (Orsini et al., 2017).



Figura 1. Esempi di orticoltura integrata ad edifici. (1) AgroParisTech (Parigi, Francia); (2) Ufficio postale La Chapelle (Parigi, Francia); (3) Orto sul tetto (Barcellona, Spagna); (4) Orto terapeutico (Barcellona, Spagna); (5) e (6) Orti sui tetti in case popolari di via Gandusio (Bologna, Italia) (7) Serra sul tetto acquaponica di UrbanFarmers (L'Aia, Olanda); (8) e (9) Serra sperimentale integrata ad edificio presso ICTA (Barcellona, Spagna).

Altri sistemi per la coltivazione in città ad elevata tecnologia sono le *vertical Farms* (Fig. 2). Si tratta di sistemi di coltivazione basati sul controllo di tutti i fattori ambientali che possono influenzare la crescita delle piante, inclusi temperatura, umidità relativa, luce e CO₂. La coltivazione avviene in ambienti isolati dall'esterno, e ciò rende il sistema resiliente a stagionalità e possibili attacchi di patogeni (Orsini et al., 2020b), consentendo una produzione annuale continua e potenzialmente svincolata dall'impiego di prodotti fitosanitari. Inoltre,

grazie alla possibilità di coltivare su più livelli sovrapposti, è possibile produrre elevate quantità di prodotto in meno spazio, riducendo così l'attuale impatto dell'agricoltura sul consumo di suolo agricolo (Beacham et al., 2019). Le principali componenti tecnologiche delle *vertical farms* sono i sistemi di controllo del clima, l'impianto di illuminazione LED e i sistemi di coltivazione idroponica con fertirrigazione. Rispetto ad altre tipologie di luce, la tecnologia LED presenta una maggiore efficienza luminosa, possibilità di modulazione dello spettro (Pennisi et al., 2019a, b), bassa dispersione termica, lunga durata e buone prestazioni in termini di costo (Paucek et al., 2020). I sistemi di coltivazione idroponica, insieme ad un recupero dell'acqua traspirata dalle foglie tramite sistemi di condensazione, consentono risparmi idrici fino al 95% rispetto ai sistemi di coltivazione tradizionali. L'ambiente controllato e l'impiego di sensori consentono di sviluppare sistemi di controllo alimentati da tecnologie di *Internet of Things* (IoT), *machine learning* ed intelligenza artificiale, con rapido sviluppo del comparto anno dopo anno. Anche se al momento la produzione è principalmente concentrata su orticole da foglia, aromatiche e *microgreens*, diversi sono gli sforzi di ricerca in essere volti ad una maggiore diversificazione produttiva. La principale priorità di ricerca rimane comunque associata alla riduzione dei consumi energetici del sistema, come attualmente oggetto di studio nell'ambito del Progetto di Ricerca di Interesse Nazionale (PRIN) *Sustainable Vertical Farming* (VFarm, <https://site.unibo.it/vfarm/it>), mirato alla messa a punto di tecnologie di *vertical farming* ad elevata sostenibilità ed adatte al contesto italiano.

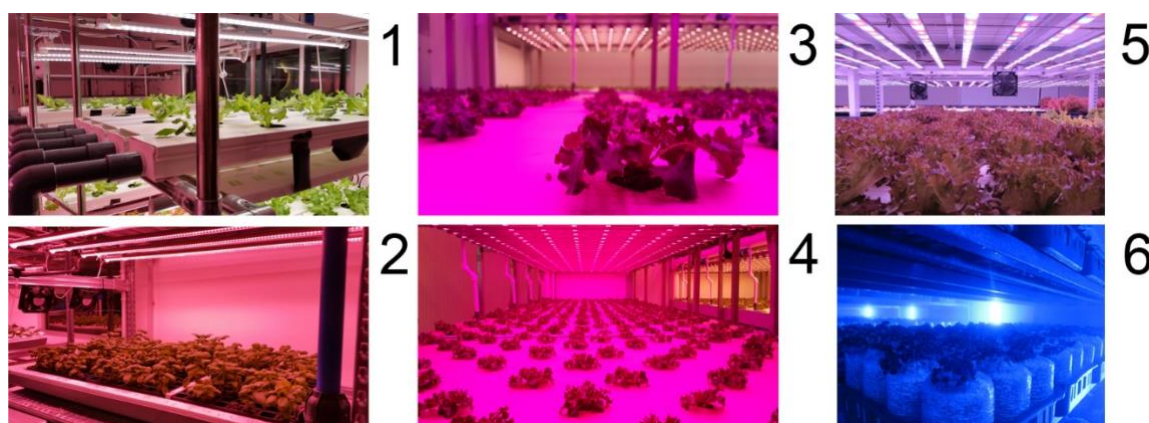


Figura 2. Esempi di *vertical farms*. (1) e (2) Il primo laboratorio di Agricola Moderna (Milano, Italia); (3) e (4) Brightbox (Venlo, Olanda) (5) Shenter (Taichung, Taiwan) e (6) Magical Mushroom Tribe (Taichung, Taiwan).

Ruolo e priorità del miglioramento genetico per l'agricoltura urbana

Il miglioramento genetico rappresenta uno degli strumenti più utili per perseguire un'AU maggiormente sostenibile da un punto di vista sia ambientale che economico. Nello specifico, la caratterizzazione, la selezione e la valorizzazione di genotipi varietali resilienti di specie particolarmente adatte a sistemi di coltivazione in ambito urbano e periurbano rappresenta uno dei principali obiettivi delle tematiche "green". Gli obiettivi da raggiungere sono molteplici e strettamente correlati alle caratteristiche intrinseche di ogni area considerata e alla tipologia di specie agroalimentare che si intende coltivare. Il mantenimento della biodiversità, la limitazione degli effetti dell'inquinamento presente con la selezione di varietà resistenti o tolleranti ai contaminanti ambientali, la mitigazione dei rischi associati ai cambiamenti climatici spesso rapidi ed estremi, il contributo psicosociale legato a fattori sensoriali, estetici e decorativi, sono

solo alcuni degli aspetti su cui nell'ultimo decennio la ricerca nel settore dell'AU si è trovata a far fronte, definendo specifici piani e obiettivi del miglioramento genetico (Orsini et al., 2020).

Attualmente nell'ambito dell'AU, resta molto da definire sui meccanismi alla base dell'espressione genica delle varietà coltivate nell'ambito delle specie vegetali più impiegate e ancor più inesplorate sono le potenzialità applicative di queste conoscenze nello sviluppo di programmi di costituzione e selezioni di nuovi genotipi varietali. Il primo passo fondamentale rimane comunque la definizione dell'ideotipo, ovvero il modello vegetale ideale dotato di ogni caratteristica fenotipica di interesse per le finalità specifiche in funzione della destinazione d'utilizzo (Rötter et al., 2015). La definizione delle migliori caratteristiche per la selezione di linee parentali, la pianificazione di incroci intraspecifici e l'implementazione di popolazioni filiali segreganti per le caratteristiche morfologiche e fisiologiche di interesse, rappresentano le fasi salienti e più importanti da considerare in qualsiasi programma di miglioramento genetico. L'analisi quindi della biodiversità disponibile per una data specie agroalimentare idonea all'AU, attraverso ad esempio una approfondita caratterizzazione morfologica e molecolare di collezioni di germoplasma, e una corretta gerarchizzazione dei caratteri su base fenotipica e genotipica, fornisce una risorsa genetica molto utile da cui attingere al fine di una selezione mirata dell'ideotipo varietale (Henderson e Salt, 2017). In quest'ottica, l'uso combinato di marcatori molecolari e descrittori morfo-fisiologici ha ampiamente dimostrato le sue potenzialità, risultando tra gli strumenti predittivi più utili nelle attività di miglioramento genetico delle piante coltivate. Fino a pochi anni fa, il miglioramento genetico assistito da marcatori molecolari era considerato un approccio sostenibile solo per poche specie di interesse agroalimentare con grande impatto economico. Il progressivo collasso dei costi di sequenziamento ha ora reso le piattaforme NGS di sequenziamento di ultima generazione accessibili anche a specie alimentari minori (i.e. cipolla, melanzana, radicchio) (Finkers et al., 2021; Barchi et al., 2019; Galla et al., 2016) e ornamentali (i.e. rosa, tulipano, crisantemo) (Zhang et al., 2006; Pourkhaloe et al., 2018; Jo et al., 2015), contribuendo allo sviluppo di marcatori codominanti (come ad esempio, *Simple Sequence Repeat* - SSR, e *Single Nucleotide Polymorphism* - SNP) utilizzabili sia per la selezione mirata di specifici caratteri (*Marker-Assisted Selection*, MAS) che per la costituzione varietale (*Marker-Assisted Breeding*, MAB). È pertanto verosimile che i tempi siano maturi per l'applicazione di tali metodologie anche in settori in forte crescita come quello dell'AU.

Attualmente in AU i caratteri maggiormente considerati sono la sostenibilità ambientale rivolta ad un minore utilizzo di mezzi tecnici e input chimici durante le diverse fasi di coltivazione, e caratteri legati alla resistenza e/o tolleranza a vari stress biotici e abiotici (Simko et al., 2021). Tra questi, negli ultimi anni, la resistenza o tolleranza naturale a patogeni e fitofagi ha acquisito sempre più interesse, in un'ottica di progressiva riduzione di trattamenti mirati, poiché la costituzione di nuove varietà resistenti o tolleranti a stress biotici trova una propria contestualizzazione in un mercato che è spesso orientato verso prodotti ottenuti tramite protocollo di coltivazione biologico. Ad esempio, un programma di miglioramento genetico basato su MAS è utile per ridurre i tempi necessari al trasferimento degli alleli resistenti dei geni R (con ereditarietà generalmente di tipo monogenica) di interesse da popolazioni selvatiche o autoctone a linee sperimentali pre-commerciali (Simko, 2013; Miedaner, 2016).

In un programma di miglioramento genetico finalizzato allo sviluppo di varietà per l'AU, un ulteriore aspetto importante su base genetica è rappresentato dalle finalità di utilizzo delle

piante stesse, le quali possono essere impiegate per scopi alimentari, come nel caso di tutte le specie orticole, o senza fini produttivi ma solo ornamentali, come nel caso di alcune specie arboree. A titolo di esempio, tra le specie orticole, numerosi marcatori molecolari sono attualmente disponibili e utilizzabili in programmi di miglioramento per specie di grande rilevanza commerciale, come il pomodoro (*Solanum lycopersicum* L.). I principali caratteri di interesse per il miglioramento genetico del pomodoro ai fini di un impiego di tale coltura nell'AU includono la dimensione, la forma, il colore e la compattezza del frutto, l'uniformità della produzione, la capacità di conservazione, il gusto e il sapore. Inoltre, specifici caratteri di interesse dipendenti dai metodi di coltivazione includono un portamento di crescita determinato e compatto (Foolad e Panthee, 2012). Tali caratteri sono generalmente correlati alla disponibilità di superficie, spesso limitata in AU. La selezione di varietà basate su piante di dimensioni ridotte e/o contenute, in funzione della architettura aerea e radicale, è un aspetto importante considerato non solo nell'ambito delle specie orticole ma anche per quelle senza finalità strettamente produttive. Studi inerenti all'architettura delle piante hanno permesso, ad esempio, di caratterizzare il gene *LAZY1*, coinvolto nel trasporto e nella segnalazione delle auxine, promuovendo l'orientamento verso l'alto nei germogli con crescita maggiormente eretta o il gene *TAC1*, che al contrario induce l'orientamento verso l'esterno dei germogli (Hill and Hollender, 2019; Hollender et al., 2020). L'avanzamento della conoscenza sulle varianti alleliche di geni come questi è indispensabile per implementare marcatori molecolari utili per la predizione fenotipica in programmi di MAS.

Oltre all'utilizzo per fini di MAS, è facile prevedere che i marcatori molecolari, attraverso le applicazioni di genotipizzazione a più loci genomici, troveranno sempre maggiore utilizzo anche nei programmi di MAB per costituire popolazioni sperimentali, per massimizzarne le potenzialità di segregazione e ricombinazione, e quindi per selezionare nuove varietà di specie idonee all'AU. Solo attraverso i marcatori molecolari sarà inoltre possibile determinare i parametri di distinguibilità, uniformità e stabilità genetica (*Distinctiveness, Uniformity, Stability, DUS*), oltre che la tracciabilità e la rintracciabilità dei semi o propaguli delle nuove varietà e dei loro derivati alimentari o prodotti commerciali. Con specifico riferimento alle principali specie vivaistiche di uso alimentare e ornamentale, i marcatori molecolari consentiranno in maniera analitica anche l'accertamento dell'identità genetica delle varietà ai fini della protezione legale della proprietà intellettuale (*Plant Variety Protection, PVP*), tutelando così i diritti del costitutore (*Plant Breeder's Rights, PBR*). La necessità di stabilire una procedura standardizzata e una piattaforma informatizzata a cui fare riferimento anche a livello normativo, soprattutto per caratterizzare, identificare o autenticare le varietà monogenotipiche, come ad esempio linee pure, ibridi F1 e cloni, è indispensabile e non più procrastinabile, non solo per tutelare i costitutori - aziende sementiere - ma al contempo anche per garantire i coltivatori e i consumatori, e creare le basi per un mercato innovativo e competitivo delle varietà destinate all'AU.

Protezione da patogeni e fitofagi nell'agricoltura urbana e di prossimità

Le strategie di protezione da adottare in contesti di AU deve considerare la rilevante presenza antropica, in maniera diretta, relativa agli interessati alla gestione e a coloro i quali sono in diretto contatto (acquirenti, conviventi, visitatori) ed indiretta (vicini, passanti), verso i

quali la sola applicazione di qualsiasi trattamento, acqua inclusa, potrebbe generare preoccupazione. Pertanto la protezione delle colture da patogeni e fitofagi in tali contesti deve prevedere tutte le possibili misure preventive (disinfezione e disinfestazione delle strutture prima dell'immissione della coltura, vuoto biologico fra un ciclo colturale ed il successivo, uso di materiale di propagazione sano, rimozione delle sorgenti di inoculo, opportuno distanziamento fra le piante per limitare gli eccessi di umidità, adozioni di parametri ambientali il più possibile sfavorevoli a patogeni e fitofagi), per intervenire con mezzi diretti solo qualora strettamente necessario. In caso di intervento, è preferibile rimuovere piante o porzioni di queste con sintomi di malattia o infestazioni di fitofagi, che quando presenti sulla superficie della pianta possono essere rimossi meccanicamente. Qualora risulti necessario procedere a trattamenti protettivi, e in caso di infezione/infestazione curativi, sono da prediligere approcci che utilizzano sostanze naturali, agenti di biocontrollo, e qualora efficaci le sostanze di base. Queste ultime sono sostanze utilizzate prevalentemente nell'alimentazione umana o in medicina, che hanno un'attività collaterale verso patogeni e fitofagi (Marchand et al., 2021; Romanazzi et al., 2022a). Ad oggi sono state registrate 24 sostanze di base, con attività fungicida e/o insetticida e/o molluschicida, alcune delle quali già note per gli effetti contro i relativi target (ad es. estratto di ortica, bicarbonato di sodio, chitosano, birra, siero di latte). L'uso di tali sostanze potrebbe richiedere ottimizzazione dell'applicazione e dei dosaggi, ma ben si presta all'AU in quanto quasi tutte non hanno intervallo di sicurezza e sono approvate per l'uso in biologico. Alcune di queste, come il chitosano, hanno evidenziato un'attività antiperonosporica paragonabile a quella del rame (Romanazzi et al., 2021), che rappresenta il cardine della protezione in agricoltura biologica, ma è soggetto a continue limitazioni e dopo il 2025 potrebbe anche essere revocato o ulteriormente contingentato.

L'agricoltura urbana e di prossimità si presta all'agricoltura sociale (Di Iacovo et al., 2008; Romanazzi et al., 2022) (Fig. 3), una visione innovativa dell'agricoltura che consente l'integrazione di categorie fragili nello svolgimento di attività agricole, dove la produzione diventa un elemento secondario rispetto agli aspetti sociali, coinvolgendo bambini (agrinido), anziani (longevità attiva), o categorie a rischio di esclusione, tra cui persone diversamente abili, affette da disturbi del comportamento, affette da dipendenze o detenuti. In tal caso, includendo utenti non avvezzi all'attività agricola e con situazioni di fragilità, l'adozione di tecniche preventive volte alla riduzione delle possibilità di infezione da patogeni o fitofagi è ancora più importante, ricorrendo a trattamenti chimici solo in caso di stretta necessità e in assenza di altri utenti, rispettando il periodo di rientro. L'AU si presta anche alla coltivazione da parte di non esperti, per i quali ci sono (o ci dovrebbero essere, in quanto tali dispositivi sono stati previsti dalla legge, non ancora del tutto attuata in quanto soggetta a continue proroghe) prodotti per l'uso non professionale, a tossicità molto bassa, da applicare su superfici limitate e con confezioni di agevole manipolazione.



Figura 3. (1) Esempio di agricoltura sociale in orti urbani. (2) Infezione di muffa grigia su uva da tavola, che può svilupparsi in postraccolta; (3) Infezione di *Botrytis cinerea* su insalata, che si può limitare con la precoce eliminazione di piante infette dall'appezzamento; (3) Trattamento delle viti con chitosano cloridrato (a destra, testimone non trattato a sinistra), una delle 24 sostanze di base ad oggi approvate per scopi fitosanitari, per la protezione antiperonosporica.

L'AU, soprattutto nel caso delle *vertical farms*, prevede il monitoraggio attento dei parametri ambientali, e ciò consente l'applicazione di modelli previsionali (*decision support systems*, DSS) in grado di determinare il rischio di attacchi di patogeni e/o fitofagi e quindi poter procedere con eventuali interventi al momento più opportuno. Tutti questi approcci possono portare a produzioni di buona qualità e quantità, con costi sostenibili e con residui di prodotti chimici nulli o ben al di sotto dei limiti massimi di residuo previsti per i diversi agrofarmaci, peraltro calcolati con un fattore di sicurezza, fornendo una ulteriore garanzia al consumatore, che nel caso dell'AU può approfittare della vendita diretta, con produzioni a km zero.

Le produzioni animali urbane e di prossimità

Le produzioni animali in aree urbane presentano una duplice valenza, in funzione della condizione sociale, economica e di qualità di vita del contesto territoriale di riferimento. In particolare, nei paesi cosiddetti in via di sviluppo la presenza di attività zootecnica nei contesti urbani, con particolare riferimento ad aree periferiche delle città, spesso degradate e prive di infrastrutture adeguate diventa una fonte primaria di approvvigionamento alimentare

fondamentale per la sussistenza degli stessi allevatori (Katongole et al., 2012; De Bon et al., 2010). Recenti studi, fondati su varie realtà che rispondono al criterio di “zootecnia urbana” intesa come attività imprenditoriale in contesti degradati, dimostrano come tale attività svolga un ruolo sociale fondamentale, consentendo ai giovani e alle donne che vivono in quei contesti di sviluppare una attività economica, di consentire una evoluzione della propria condizione economico-sociale, anche con un trend positivo in termini di grado di istruzione dell'allevatore col passare del tempo (Roessler et al., 2016; Tegegne, 2004)

A tali aspetti favorevoli, però, vanno abbinati anche spunti ben rappresentati in molta bibliografia recente di difficoltà a rendere compatibile un contesto urbano con quello zootecnico, sia dal punto di vista della relazione uomo-animale-ambiente, ma anche e soprattutto dal punto di vista sanitario, essendovi evidentemente un maggiore contatto tra uomo e animali, per la trasmissione di zoonosi dirette, ma anche trasmesse da vettori che trovano nel medesimo luogo sia la specie umana che gli animali di interesse zootecnico (Lindahl et al., 2020).

Nei paesi del cosiddetto “Nord del Mondo”, la zootecnia urbana assume delle valenze molto differenti. In tali ambiti, a differenza delle specie vegetali (per le quali è possibile sviluppare artificialmente condizioni ambientali ottimali alla coltura) la zootecnia, e quindi l'allevamento, necessita invece di un agro-ecosistema per esistere. L'allevamento di animali, non solo necessita di un sistema di produzione vegetale capace di alimentarlo (sia per sopravvivenza che per produzione), ma che sia anche capace di riutilizzare in un disegno “circolare” le deiezioni animali prodotte. Realizzare tutto questo in un pieno contesto urbano – sebbene estremamente interessante dal punto di vista scientifico – risulta ad oggi nella pratica inesplorato. Di fatto, l'allevamento di animali in ambiente urbano determina uno sforzo (sia in termini energetici che economici) giustificabile unicamente quando determinate funzionalità sociali vengano considerate. Tra queste, la possibilità per i cittadini di familiarizzare con specie zootecniche, esperienza oramai poco frequente rispetto ad altre specie animali da affezione. Tuttavia, perché ciò sia possibile, le specie allevate sono spesso allevate in contesti diversi da quelli per cui sono state selezionate, quasi nell'ottica di un giardino zoologico più che in quello di un sistema agricolo urbano. Peraltro, la produzione alimentare zootecnica in ambiente urbano, oltre ai già citati rischi sanitari legati a zoonosi, oltre alla difficile convivenza di animali e uomini, presenta molti altri fattori con cui fare i conti, tra cui il produrre alimenti di origine animale in ambienti spesso contaminati da sostanze tipicamente presenti nei contesti urbani, l'accesso a fonti di abbeverata adeguati per gli animali, ma anche la possibilità di non inquinare mediante le deiezioni i terreni urbani, che a loro volta potrebbero contaminare pericolosamente le produzioni vegetali di apporto alimentare per gli animali (Conway et al., 2022).

Ad oggi non esistono conoscenze tali da poter essere ad un livello di creazione di sistemi pilota o addirittura di scale-up in contesti urbani, ma alcuni gruppi di ricercatori a livello internazionale, tramite differenti prove e studi, sono riusciti a proporre modelli teorici sulla base dei quali poter avviare prove pratiche (Figg. 4 e 5).

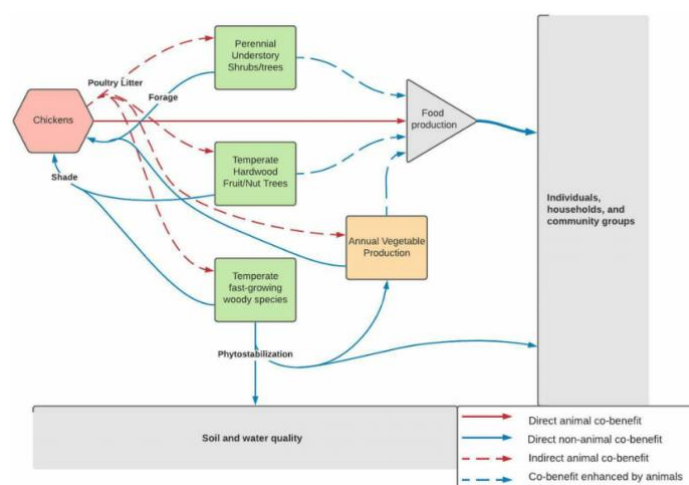


Figura 4. Modello teorico di un sistema silvopastorale urbano finalizzato alla integrazione di polli nel sistema stesso. Il modello identifica elementi cardine dell'ecosistema, i servizi ecosistemici relativi e le relazioni in termini di benefici diretti ed indiretti tra animali e sistema vegetale, classificato per obiettivi funzionali (Modificato da Conway et al., 2022).

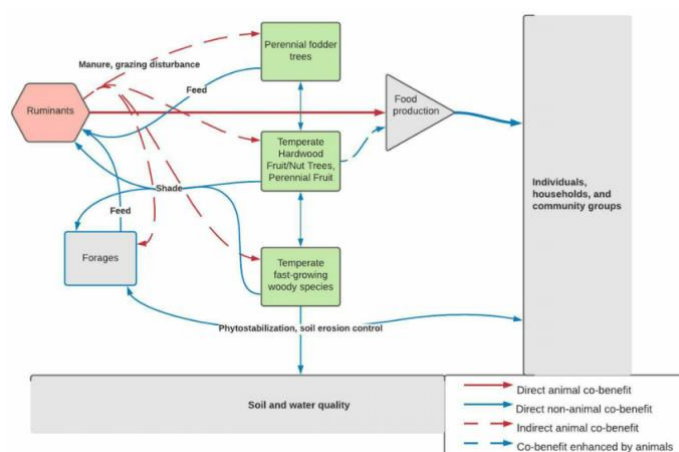


Figura 5: Modello teorico di un sistema silvopastorale urbano finalizzato alla integrazione di piccoli ruminanti nel sistema stesso. Il modello identifica elementi cardine dell'ecosistema, i servizi ecosistemici relativi e le relazioni in termini di benefici diretti ed indiretti tra animali e sistema vegetale, classificato per obiettivi funzionali (Modificato da Conway et al., 2022).

Se lo stato delle conoscenze sulla zootecnia urbana richiede ancora della strada da compiere, sicuramente di maggiore interesse risulta essere la zootecnia “periurbana”, cioè quella attività di produzione animale che si svolge nelle aree immediatamente limitrofe a centri abitati. Nell'Italia degli 8.000 comuni, molti di questi, nelle immediate aree limitrofe alle zone urbane non sono dotate di aree industriali o aree vocate per altre attività antropiche se non quella agricola. Molto spesso ai confini delle città e dei paesi si passa subito a contesti rurali. Gli agricoltori ed allevatori in quelle aree sono fortemente minacciati, sia per il contrasto eventuale con i residenti delle zone marginali dei centri abitati per l'impatto sulla qualità dell'aria (cattivi odori), suono etc, sia perché delle aree poste geograficamente a ridosso delle città si prestano spesso ad azioni di lottizzazione e di sottrazione di suolo agricolo in favore di impermeabilizzazione e di cementificazione per la crescita edilizia del contesto. Pertanto, paradossalmente, una attività agricola spesso centenaria condotta in una determinata area, viene

portata a cessare perché la neonata espansione urbana ha necessità incompatibili con la produzione zootecnica. Molto spesso, peraltro, parliamo di attività zootecniche di piccole dimensioni, condotte con tecniche tradizionali che spesso detengono anche patrimoni genetici di pregio circa la conservazione di razze e ceppi autoctoni. In questo tipo di condizione, la soluzione di forme di zootecnia periurbana potrebbe realmente creare in maniera innovativa delle forme di cooperazione tra mondo rurale ed urbano con vantaggi enormi per tutti (Filippini et al., 2016). A titolo esemplificativo, si riporta una ricerca condotta sulla città di Pisa e sul suo territorio limitrofo, un ambiente fortemente rurale (Filippini et al., 2014). Nel 2014 il contesto periurbano pisano era capace di produrre carni bovine e ovicaprine che soddisfacevano il 14% ed il 37% rispettivamente del fabbisogno degli abitanti. Considerata la grande vocazione della città all'istruzione e la presenza di molte mense, se solo queste si fossero approvvigionate di carni dal contesto periurbano esclusivamente, avrebbero creato un mercato virtuoso. Non è secondario che un modello del genere, per altro consentito dalla normativa vigente in materia di appalti sulle mense, renda gli agricoltori e allevatori periurbani non più dei corpi estranei o addirittura un elemento di fastidio per la cittadinanza, ma acquisirebbero la percezione di produttori di alimenti per ampie fasce della città. Sono altresì evidenti gli effetti sull'ambiente, sia con riferimento alle necessità di trasporto e conservazione, ma anche rispetto alla minor necessità di *shelf life* particolarmente lunghe, vista la facile logistica di movimentazione degli alimenti, che garantirebbe forme di additivazione, processazione e confezionamento degli alimenti di gran lunga meno complesse. A tutto questo si abbinerebbe il ruolo educativo-sociale, in quanto ogni alimento consumato nella città prevederebbe la possibilità per i consumatori di potersi recare direttamente nei luoghi di produzione degli alimenti, entrando in osmosi con quella cultura agricola, contadina, che sicuramente accrescerebbe le competenze di un consumatore nello scegliere i prodotti alimentari migliori, indipendentemente dai contenuti veicolati dai sistemi di comunicazione di massa. Tutto questo renderebbe le aree zootecniche, ed agricole in genere, periurbane, delle aree di maggiore riconoscimento, meno facilmente trasformabili in aree edificabili. Di fatto una sorta di aree di patto città-campagna, in cui questi due mondi sono in perfetto equilibrio ed osmosi. Certamente questa visione merita di essere innanzitutto elaborata dagli enti istituzionali preposti alle scelte politiche di carattere nazionale, ma soprattutto locale, in quanto perché si instauri questo sistema si rende necessaria anche una infrastrutturazione delle città (aree mercatali dedicate ai produttori periurbani), delle aree rurali (sistemi di macellazione aziendale o mobile, dotazione di laboratori aziendali per le trasformazioni casearie e delle carni), non ponendo limiti anche a forme di commercio più in linea con le attuali tendenze di mercato, quali la vendita domiciliare o via internet.

Conclusioni

L'AU può contribuire a limitare l'uso delle risorse in agricoltura e ad affrontare le importanti sfide ambientali dei prossimi decenni, grazie ad ottimizzazione delle efficienze d'uso degli input colturali e al limitato consumo di suolo. Gli ambiti di innovazione riguardano pertanto non solo la disponibilità di tecnologie per la produzione di cibo, ma anche la creazione di adeguati quadri formativi ed istituzionali per il riconoscimento e l'adozione su larga scala di pratiche sostenibili ed integrate all'ambiente urbano. L'AU deve prevedere strategie di protezione da patogeni e fitofagi volte alla prevenzione delle avversità, e ad interventi curativi solo in caso di necessità, prediligendo opzioni a basso impatto ambientale, così da garantire produzioni di prossimità di buon livello qualitativo e quantitativo.

Relativamente alle produzioni animali, se la zootecnia urbana *sensu strictu* presenta fattibilità e sfide complesse da superare, anche in contesti territoriali in via di sviluppo dove svolge un ruolo fondamentale per le popolazioni, di grande interesse e grandi potenzialità potrebbe assumere la agricoltura e la zootecnia periurbana o di prossimità. In questi contesti, la ricerca, l'innovazione, l'interdisciplinarietà, l'integrazione delle competenze e la formazione avranno un ruolo fondamentale nella crescita del comparto nei prossimi anni.

Bibliografia

- Appolloni E., Orsini F., Specht K., Thomaier S., Sanyé-Mengual E., Pennisi G., Gianquinto G. (2021). The global rise of Urban Rooftop Agriculture: a review of worldwide cases. *Journal of Cleaner Production*, 126556. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126556>
- Barchi, L., Pietrella, M., Venturini, L. et al. (2019). A chromosome-anchored eggplant genome sequence reveals key events in Solanaceae evolution. *Sci Rep* 9, 11769. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47985-w>
- Beacham A. M., Vickers L. H., Monaghan J. M. (2019). Vertical farming: a summary of approaches to growing skywards. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 94(3), 277-283 <https://doi.org/10.1080/14620316.2019.1574214>.
- Bohn K., Viljoen A. 2011. The edible city: envisioning the Continuous Productive Urban Landscape (CPUL). *Field*, 4(1), 149-161.
- Buscaroli E., Braschi I., Cirillo C., Fargue-Lelièvre A., Modarelli G.C., Pennisi G., Righini I., Specht K., Orsini F. (2021). Reviewing chemical and biological risks in urban agriculture: A comprehensive framework for a food safety assessment of city region food systems. *Food Control*, p.108085. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108085>
- Conway, A., & Nieman, C. (2022). Small-scale silvopasture: Addressing urban and peri-urban livestock challenges in the United States with agroforestry practices. *Urban Agriculture & Regional Food Systems*, 7(1), e20023.
- De Bon, H., Parrot, L., & Moustier, P. (2010). Sustainable urban agriculture in developing countries. A review. *Agronomy for sustainable development*, 30(1), 21-32.
- Di Iacovo F. (2008). *Agricoltura sociale: quando le campagne coltivano valori*. Franco Angeli, Milano, 153 pp.
- FAO 2021. Fruit and vegetables – your dietary essentials. The International Year of Fruits and Vegetables, 2021, background paper. Roma
- Fecondini M., Damasio De Faria A.C., Michelon N., Mezzetti M., Orsini F., Gianquinto G. (2010). Learning the value of gardening: results from an experience of community based simplified hydroponics in north-east Brazil. *Acta Horticulturae*, 881, 111-116 <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.881.10>.
- Filippini, R., Marraccini, E., Lardon, S., Bonari, E. (2014). Assessing food production capacity of farms in periurban areas. *Italian Journal of Agronomy*, 9(2), 63-70.
- Filippini, R., Marraccini, E., Lardon, S., Bonari, E. (2016). Is the choice of a farm's commercial market an indicator of agricultural intensity? Conventional and short food supply chains in periurban farming systems. *Italian Journal of Agronomy*, 11(1), 1-5.
- Finkers, R., van Kaauwen, M., Ament, K., Burger-Meijer, K., Egging, R., Huits, H., ... & Scholten, O. (2021). Insights from the first genome assembly of Onion (*Allium cepa*). *G3*, 11(9), jkab243. <http://doi:10.1093/g3journal/jkab243>
- Foolad, M.R. and Panthee, D.R. (2012) Marker-assisted selection in tomato breeding. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 31, 93-123. <http://dx.doi.org/10.1080/07352689.2011.616057>
- Galla G., Ghedina A., Tiozzo SC and Barcaccia G (2016). Toward a first high-quality genome draft for marker-assisted breeding in leaf chicory, radicchio (*Cichorium intybus* L.) InTech book: *Plant Genomics* pp.67-87. <http://doi:10.5772/61747>
- Henderson I.R., Salt D.E. (2017). Natural genetic variation and hybridization in plants, *Journal of Experimental Botany*, 68, 28, 5415–5417, <https://doi.org/10.1093/jxb/erx377>
- Hill JL Jr, Hollender CA (2019). Branching out: new insights into the genetic regulation of shoot architecture in trees. *Curr Opin Plant Biol.*;47:73-80. <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2018.09.010>
- Hollender, C.A., Hill, J.L., Waite, J. et al (2020). Opposing influences of TAC1 and LAZY1 on lateral shoot orientation in *Arabidopsis*. *Sci Rep* 10, 6051. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-62962-4>
- Jo, K.M.; Jo, Y.; Chu, H.; Lian, S.; Cho, W.K. (2015). Development of EST-derived SSR markers using next-generation sequencing to reveal the genetic diversity of 50 chrysanthemum cultivars. *Biochem. Syst. Ecol.*, 60, 37–45 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305197815000678>
- Joshi D. K., Hughes B. B., Sisk T. D. 2015. Improving governance for the post-2015 sustainable development goals: scenario forecasting the next 50 years. *World Development*, 70, 286-302 <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2015.01.013>.
- Katongole, C. B., Nambi-Kasozzi, J., Lumu, R., Bareeba, F., Presto, M., Ivarsson, E., & Lindberg, J. E. (2012). Strategies for coping with feed scarcity among urban and peri-urban livestock farmers in Kampala, Uganda. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics (JARTS)*, 113(2), 165-174.
- Lindahl, J., & Magnusson, U. (2020). Zoonotic pathogens in urban animals: Enough research to protect the health of the urban population?. *Animal Health Research Reviews*, 21(1), 50-60.
- Loiseau E., Saikku L., Antikainen R., Droste N., Hansjürgens B., Pitkänen K., Leskinen P., Kuikman P., Thomsen, M. 2016. Green economy and related concepts: An overview. *Journal of Cleaner Production*, 139, 361-371 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.08.024>.
- Marchand, P. A., Davillerd, Y., Riccioni, L., Sanzani, S.M., Horn, N., Matyjaszczyk, E., Golding, J., Roberto, S. R., Mattiuz, B.-H., Xu, D., Guo, X., Tzortzakakis, N., Ruiz, Y.Y.P., Pavela, R., Karaffa, E. M., Khamis, Y., Hosseinifarahi, M., Ippolito, A., Di Francesco, A., Germinara, G. S., Toffolatti, S., Sannino, F., Chaves-Lopez, C., Mezzalama, M., Mori, N., Bautista-Banos, S., Gutierrez Martinez, P., Kowalska, J., Gonzalez-Candelas, L., Garde-Cerdan, T., Allagui, M. B., Kinay Teksur, P., Moumni, M., Giovani, B., Romanazzi, G. 2021. BasicS, an Eupresco international network on renewable natural substances for durable crop protection products. *Chronicle of Bioresource Management*, 77– 80.
- Miedaner, T. (2016). Breeding strategies for improving plant resistance to diseases. In: *Advances in plant breeding strategies: Agronomic, abiotic and biotic stress traits*. Springer, Cham., 561-599.

- Montero J. I., Baeza E., Muñoz P., Sanyé-Mengual E., Stanghellini C. 2017. Technology for Rooftop Greenhouses. In Rooftop Urban Agriculture, F. Orsini, M. Dubbeling, H. de Zeeuw, G. Gianquinto eds. (Cham, Switzerland: Springer), p.83-101 https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3_6.
- Orsini F., Dubbeling M., De Zeeuw H., Gianquinto G., (2017). Rooftop urban agriculture (Cham, Switzerland: Springer International Publishing), pp. 394 <https://doi.org/10.1007/978-3-319-57720-3>.
- Orsini F., Kahane R., Nono-Womdim R., Gianquinto G. (2013). Urban agriculture in the developing world: A Review. *Agronomy for Sustainable Development* 33(4), 695-720 <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0143-z>.
- Orsini F., Pennisi G., Michelon N., Minelli A., Bazzocchi G., Sanyé-Mengual E., Gianquinto G. (2020a). Features and functions of multifunctional urban agriculture in the global north: A review. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 228.
- Orsini F., Pennisi G., Zulfiqar F., Gianquinto G. (2020b). Sustainable use of resources in plant factories with artificial lighting (PFALs). *European Journal of Horticultural Sciences*, 85(5): 297-309. <https://doi.org/10.17660/eJHS.2020/85.5.1>
- Paucek I., Appolloni E., Pennisi G., Quaini S., Gianquinto G., Orsini F. 2020. LED Lighting systems for horticulture: business growth and global distribution. *Sustainability*, 12(18), 7516. <https://doi.org/10.3390/su12187516>
- Pennisi G., Blasioli S., Cellini A., Maia L., Crepaldi A., Braschi I., Spinelli F., Nicola S., Fernández J.A., Stanghellini C., Marcelis L., Orsini F., Gianquinto G. 2019b. Unravelling the role of red:blue LED lights on resource use efficiency and nutritional properties of indoor grown sweet basil. *Frontiers in Plant Sciences*, 10, 305 <https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00305>.
- Pennisi G., Orsini F., Blasioli S., Cellini A., Crepaldi A., Braschi I., Spinelli F., Nicola S., Fernández J.A., Stanghellini C., Gianquinto G., Marcelis L. 2019a. Resource use efficiency of indoor lettuce (*Lactuca sativa* L.) cultivation as affected by red:blue ratio provided by LED lighting. *NATURE Scientific Reports* <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50783-z>.
- Pennisi G., Orsini F., Gasperi D., Mancarella S., Sanoubar R., Vittori Antisari L., Vianello G., Gianquinto G. 2016. Soilless system on peat reduce trace metals in urban grown food: unexpected evidence for a soil origin of plant contamination. *Agronomy for Sustainable Development* 36(56), 1-11 <https://doi.org/10.1007/s13593-016-0391-9>.
- Pourkhaloee, A.; Khosh-Khui, M.; Arens, P.; Salehi, H.; Razi, H.; Niazi, A.; Afsharifar, A.; van Tuyl, J. (2018). Molecular analysis of genetic diversity, population structure, and phylogeny of wild and cultivated tulips (*Tulipa* L.) by genic microsatellites. *Hortic. Environ. Biotechnol.* 59, 875–888, doi:10.1007/s13580-018-0055-6.
- Rötter, R. P., Tao F., Höhn J. G., Palosuo T. (2015) Use of crop simulation modelling to aid ideotype design of future cereal cultivars, *Journal of Experimental Botany*, 66(12): 3463–3476. <https://doi.org/10.1093/jxb/erv098>
- Roessler, R., Mpouam, S. E., Muchemwa, T., & Schlecht, E. (2016). Emerging development pathways of urban livestock production in rapidly growing West Africa cities. *Sustainability*, 8(11), 1199.
- Romanazzi G., Mancini V., Foglia R., Marcolini D., Kavari M., Piancatelli, S. (2021). Use of chitosan and other natural com-pounds alone or in different strategies with copper hydroxide for control of grapevine downy mildew. *Plant Disease*, 105, 3261–3268. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-20-1268-RE>.
- Romanazzi G., Moretti C., Senni S. (2022). Social farming: from multifunctional agriculture to a new community welfare note. *Sustainability*, www.mdpi.com/journal/sustainability/special_issues/Social_Farming_Multifunctional_Agriculture_Community_Welfare.
- Romanazzi G., Orçonneau Y., Moumni M., Davillerd Y., Marchand P.A. (2022a). Basic substances, a sustainable tool to complement and eventually replace synthetic pesticides in the management of pre and postharvest diseases: reviewed instructions for users. *Molecules* 27(11), 3484. <https://doi.org/doi 10.3390/molecules27113484>
- Russo A., Escobedo F. J., Cirella G. T., Zerbe, S. (2017). Edible green infrastructure: An approach and review of provisioning ecosystem services and disservices in urban environments. *Agriculture, Ecosystems and the Environment*, 242, 53-66 <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.03.026>.
- Sanyé-Mengual E., Orsini F., Oliver-Solà J., Rieradevall J., Montero J. I., Gianquinto G. (2015). Techniques and crops for efficient rooftop gardens in Bologna, Italy. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(4), 1477-1488 <https://doi.org/10.1007/s13593-015-0331-0>.
- Simko I., Jia M., Venkatesh J., Kang BC, Weng Y, Barcaccia G, Lanteri S, Bhattarai G, Foolad MR (2021) Genomics and Marker-Assisted Improvement of Vegetable Crops, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 40:4, 303-365. <http://doi.org/10.1080/07352689.2021.1941605>
- Simko, I. (2013). Marker-assisted selection for disease resistance in lettuce. In *Translational Genomics for Crop Breeding. Volume I: Biotic Stresses*; Varshney, R. K., and Tuberosa, R., Eds. Wiley-Blackwell Publishers: Hoboken, NJ, pp 267–289.
- Steffen W., Crutzen P.J., McNeill J. R. (2007). The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of nature. *Ambio* 36(8), 614-621 <https://doi.org/10.1579/0044-7447>
- Stevens C., Kanie N. 2016. The transformative potential of the sustainable development goals (SDGs). *International Environmental Agreements* 16(3), 393-396 <https://doi.org/10.1007/s10784-016-9324-y>.
- Tegegne, A. (2004). Urban livestock production and gender in Addis Ababa, Ethiopia. *Urban agriculture magazine (The Netherlands)*, 12, 31-32.
- Vittuari M., Bazzocchi G., Blasioli S., Cirone F., Maggio A., Orsini F., Penca J., Petruzzelli M., Specht K., Amghar S. Atanasov A.M. 2021. Envisioning the future of european food systems: approaches and research priorities after COVID-19. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5, 58. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.642787>
- Zhang, L.H.; Byrne, D.H.; Ballard, R.E.; Rajapakse, S. Microsatellite marker development in rose and its application in tetraploid mapping. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 2006, 131, 380–387, doi:10.21273/jashs.131.3.380.

Cibo e servizi ecosistemici come paradigma delle nuove relazioni urbano rurali

Marino D.¹, de Gennaro B.², Tassinari P.³

¹Dipartimento DIBT, Università del Molise.

²Dipartimento DISSPA, Università di Bari.

³Dipartimento DISTAL, Università di Bologna.

Riassunto

Questo articolo si focalizza sulle relazioni urbano rurali, oggetto di tradizionale attenzione per gli economisti agrari e per i pianificatori che, tuttavia, negli ultimi anni hanno assunto un'importanza crescente e un maggiore valore di fronte alla crescita dei fenomeni di urbanizzazione e all'aumento della domanda di beni e servizi che le aree agricole periurbane possono fornire. Tra questi, oltre ai prodotti alimentari di prossimità in grado di contribuire ad aumentare la sicurezza alimentare delle città, trovano uno spazio di crescente importanza i servizi ecosistemici legati ai paesaggi periurbani, tra cui quelli che possono influire positivamente sull'adattamento climatico delle città, sulla conservazione della biodiversità, e i servizi sociali e di fruizione dello spazio rurale.

Abstract

This article focuses on rural urban relations, which has traditionally been the focus of attention for agrarian economists and planners who, However, in recent years it has become increasingly important and more valuable in the face of increasing urbanisation and increasing demand for goods and services that peri-urban agricultural areas can provide. Among these, in addition to the food products of proximity that can contribute to increasing food security in cities, ecosystem services linked to periurban landscapes are increasingly important, including those that can have a positive impact on the climate adaptation of cities, the conservation of biodiversity, and social services and the use of rural areas.

Keywords: Relazioni urbano-rurali, servizi ecosistemici, cibo, paesaggio, politiche del cibo.

Il contesto di riferimento. Le relazioni città-campagna tra food-system e servizi ecosistemici

In Italia non è possibile separare le questioni della città da quelle della campagna. Sereni, Rossi Doria, Gramsci, Pasolini, sono solo alcuni, ancorché tra i più importanti, pensatori che hanno analizzato la società italiana, i suoi rapporti di forza, i driver economici, le mutazioni antropologiche, attraverso la lente del rapporto città-campagna. E, per un sillogismo evidente, se la relazione tra città e campagna è un tratto distintivo della nostra storia, anche quello tra cibo e città lo è, in funzione dei flussi materiali ed economici che permeano il metabolismo¹ urbano-rurale.

La relazione tra campagna e città e tra città e cibo assume forme e funzioni diversificate in relazione ai modelli socio ecologici e politici, in cui si osservano combinazioni diverse dei capitali naturale (suolo, acqua, biodiversità) economico (imprese, transazioni) e umano (norme, cultura). Sinteticamente si può affermare che sono quindi le scelte sociali ed economiche – individuali e collettive – delle società urbane

¹ Rispetto al concetto di metabolismo ci si può rifare alla definizione di C. Kennedy et al (2007), ossia: "la somma totale del processo tecnico e socio- economico che si verifica nelle città, con conseguente crescita, produzione di energia ed eliminazione dei rifiuti".

relative a cosa produrre e consumare, su quali mercati scambiare i beni ottenuti e su quali approvvigionarsi di cibo, che tipo di dieta praticare, ecc., a configurare le relazioni territoriali tra la città e la campagna.

La produzione ed il consumo di cibo hanno un impatto rilevante sulle principali questioni ambientali a livello planetario. Prendendo in considerazione, quale fonte sintetica di dati, il Living Planet Report (WWF, 2020), si evidenzia come il *True Cost*² del cibo (Minotti et al., 2022) sia molto alto: la produzione di cibo contribuisce per il 29% all'emissione dei gas-serra, mentre il contributo sale al 70% per la perdita di biodiversità terrestre ed all'80% per la deforestazione. Va inoltre ricordato che il 70% circa delle risorse idriche viene utilizzato per le coltivazioni e gli allevamenti. Questi pochi dati fanno emergere la profonda trasformazione dell'ambiente naturale e il conseguente impatto dovuto a fini produttivi.

Naturalmente gran parte del processo di consumo (e di spreco), ha luogo nelle aree urbane perché le città concentrano sempre di più la popolazione mondiale (secondo le proiezioni delle Nazioni Unite, nel 2050 due persone su tre vivranno in insediamenti urbani). Di conseguenza nelle città si consuma il 70% del cibo, percentuale che nei prossimi anni salirà all'80%, con un impatto sui parametri "metabolici" prima esposti. Per sintetizzare le città, pur coprendo appena il 3% della superficie concentrano circa il 75% delle emissioni e il 55% del totale della popolazione (UN, 2018) che dovrebbe aumentare di ulteriori 2,5 miliardi.

Questo processo di urbanizzazione dà luogo ad una serie di fenomeni secondari. Innanzitutto cambia radicalmente lo stile di vita, lo stile alimentare e il tipo di dieta che tende ad uniformarsi in tutte le città del mondo con una tendenza verso diete ricche di carne e poco salutari. A questo si aggiunge l'aumento dell'insicurezza alimentare a causa di quella che è stata definita una "urbanizzazione senza crescita" (Fay e Opal, 2000), ossia l'aumento della popolazione che non coincide con un parallelo aumento di benessere.

Il processo di urbanizzazione comporta però anche l'evoluzione delle relazioni tra urbane e rurali (urban-rural linkages). I confini fisici delle aree urbanizzate spesso non coincidono con i loro confini amministrativi e l'entroterra rurale e le aree urbane sono oggetto di una relazione multidimensionale e dinamica. La natura dei collegamenti è cambiata nel tempo e i due sistemi sono spesso integrati: un sistema rurale e un sistema urbano strettamente collegati attraverso il flusso di persone, la produzione, le merci, capitale e reddito, informazione, risorse naturali, rifiuti e inquinamento.

Ad esempio la maggior parte delle città attinge molto alle loro regioni circostanti per le risorse di acqua dolce e la maggior parte dei rifiuti urbani finiscono nella regione che circonda la città. Le aree che circondano i centri urbani hanno generalmente un ruolo importante nel fornire cibo ai consumatori urbani, con la vicinanza che riduce i costi di trasporto e stoccaggio. Inoltre le famiglie che vivono e lavorano nei centri urbani, conservano "legami alimentari" nelle aree rurali, che possono essere particolarmente importanti per alleviare l'insicurezza alimentare perché aumentano l'accesso a cibo sano, sicuro e conveniente, che è meno suscettibile alla variabilità dei prezzi e dell'accessibilità (Marino et al, 2018).

Nel contesto delle trasformazioni ambientali, economiche e sociali che hanno riguardato negli ultimi decenni i rapporti fra agricoltura, cibo e città (Marino, 2016/a)

² Con questo termine ci si riferisce ad una diversa contabilità della produzione e del consumo di cibo in cui vengono esposti i costi occulti come quelli ambientali e sociali.

l'agricoltura urbana e periurbana (AU) – ossia l'agricoltura che viene svolta dentro la città o in stretta prossimità ad essa³ – è oggetto di una nuova attenzione sia sotto il profilo scientifico che sociale. Attenzione che coinvolge più piani, da quello privato dell'imprenditore agricolo e dell'accesso ai mercati, a quello sociale in relazione alla fornitura di servizi e beni fondamentali per la qualità della vita della popolazione urbana. Per questa ragione, la gestione delle connessioni fra AU e città è sempre più al centro delle agende urbane, coinvolgendo istituzioni, ricercatori, policy-makers e società civile intorno a un tema che cerca di rendere più sostenibile il sistema del cibo nelle sue molteplici connessioni.

L'AU, su scala sociale e politica, sta assumendo una funzione di risposta al processo di de-territorializzazione del sistema di produzione-distribuzione-consumo di cibo (Morgan *et al.*, 2006; Magnaghi, 2010, Marino, 2016/c), mentre a scala locale risponde alla domanda urbana. Una domanda che non è più esclusivamente alimentare, ma guarda in direzione di bisogni sociali quanto ambientali (Di Iacovo, 2008). In risposta a tali fabbisogni, il paesaggio agricolo urbano e peri-urbano ha ospitato innovazioni di carattere sociale ed economico, in un processo di ri-territorializzazione dell'agricoltura (Marino, 2016/a) nel quale le strategie di adattamento alla città si sono orientate verso forme che nella letteratura scientifica vengono identificate come *deepening*, *broadening* e *regrounding* (van der Ploeg e Roepp, 2003), basate comunque sulla diversificazione delle attività agricole (agriturismo, agricoltura sociali, servizi ricreativi, etc.) e sulle filiere corte del cibo. Tali innovazioni producono una serie di benefici che coinvolgono sia gli imprenditori agricoli urbani e peri-urbani sia la società nel suo complesso: nel primo caso, la prossimità rispetto al nucleo urbano aumenta le possibilità di adesione ai cosiddetti *Alternative Food Networks* (vendita diretta, Gruppi di Acquisto Solidale, *farmers' markets*, *Community-Supported Agriculture*, *Box Schemes*) (Whatmore *et al.*, 2003; Marino, 2016/a) - che permettono di trattenere una maggiore quota di valore aggiunto del prodotto finale rispetto alle filiere convenzionali - e di fattibilità economica di progetti legati alla multifunzionalità dell'azienda agricola grazie alla vicinanza alla domanda urbana; nel secondo caso, possiamo considerare la possibilità di accedere a prodotti geograficamente vicini – riducendo l'impatto in termini di trasporti, imballaggi ed energia –, il mantenimento di aree verdi all'interno o in stretta prossimità alla città, il senso di fiducia e di trasparenza fra produttore e consumatore e il senso di comunità.

Tuttavia se da un lato aumenta la domanda di beni e servizi dell'AU va anche considerato come gli spazi agricoli peri-urbani siano soggetti a forti pressioni. In particolare il fenomeno del consumo di suolo (EEA, 2016) esercita un fortissimo impatto sull'AU, che è possibile evidenziare utilizzando i servizi ecosistemici come indicatore per quantificare l'impatto della perdita di aree naturali e semi-naturali sul benessere umano. In particolare nelle città italiane il consumo di suolo provoca un impatto sul benessere umano che può quantificato anche sotto il profilo economico Marino D. (2016/c).

³ All'interno dell'"agricoltura urbana" vengono ricomprese svariate pratiche ed esperienze che, a seconda del contesto geografico, assumono funzioni diverse: si passa dai *rooftop gardens* all'agricoltura produttiva in territori peri-urbani, in un continuum nel quale trovano attuazione idee e progetti o trovano risposta bisogni, quanto mai diversificati. Ad esempio, nel primo caso l'AU trova spazio quale importante forma di uso del suolo nella progettazione delle infrastrutture verdi che rendono permeabili le aree urbane, mentre nel secondo caso l'AU viene proposta come risposta alla food security, o alla domanda di servizi educazionali e ricreativi o ancora alla produzione di alimenti di qualità e di prossimità.

Interfaccia urbano-rurale, infrastrutture verdi e servizi ecosistemici

In uno scenario di incremento dei contesti urbanizzati, la maggior parte delle città si trova ad affrontare molteplici sfide sociali legate ai cambiamenti climatici e ad altri fattori di cambiamento ambientale globale, tra cui l'aumento della temperatura e gli eventi meteorologici estremi, la perdita di biodiversità, l'inquinamento atmosferico e, più recentemente, le epidemie. Attraverso l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile e i suoi obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG), gli Stati membri delle Nazioni Unite cercano di "rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, resilienti e sostenibili" (SDG 11).

L'analisi e la pianificazione del paesaggio si sono confrontate con obiettivi sempre più sfidanti con la rapida evoluzione dei processi socioeconomici e ambientali, le connessioni sempre più strette tra aree urbane e rurali e la natura progressivamente multiforme di molti paesaggi, la crescente necessità di attivare processi circolari virtuosi tra le diverse risorse paesaggistiche, e la necessità di politiche e piani sempre più integrati alle varie scale. Le identità e i valori del paesaggio rappresentano risorse strategiche per le politiche e i programmi di sviluppo regionale, che devono affrontare sempre più la sfida di creare società più inclusive e resilienti, con l'obiettivo di aumentare la competitività di tutte le regioni. Ciò pone sia sfide concettuali legate alla messa a punto di modelli di pianificazione e sviluppo territoriale, sia sfide metodologiche relative all'attuazione di piani, politiche e programmi.

La connessione tra l'urbanizzato e il contesto rurale circostante riveste un ruolo di importanza sempre maggiore tanto che i piani e le politiche urbanistiche diventano strumenti fondamentali per l'individuazione e la salvaguardia di ambiti liberi da costruzioni, da destinare a rigenerazione verde urbana, realizzati e gestiti in maniera tale da operare una funzione proattiva di ricucitura tra ambiente urbanizzato ed habitat rurale, caratterizzati da una dimensione sufficiente alla rigenerazione di adeguati livelli di naturalità, ripristino della biodiversità e miglioramento dell'impatto paesaggistico.

Diversi studiosi affrontano nuove sfide e questioni interdisciplinari nell'ambito dell'analisi e della pianificazione del paesaggio e dello sviluppo territoriale, con riferimento agli ambiti rurali, periurbani e urbani, e considerando le caratteristiche del paesaggio sia naturale che culturale, nei paesaggi quotidiani o eccezionali o degradati, in linea con la Convenzione Europea del Paesaggio.

L'avanzamento delle conoscenze, da un punto di vista metodologico e teorico, non può prescindere dall'impiego di metodologie integrate, applicate a casi di studio regionali e locali, utilizzando approcci multidisciplinari e interdisciplinari e processi partecipativi che coinvolgono diversi stakeholder, per supportare il processo decisionale e politico.

Lo studio dei cambiamenti di uso del suolo si è rivelato un metodo fondamentale nella valutazione dei trend di trasformazione del paesaggio e del territorio delle conseguenti potenziali criticità ambientali. Numerosi studi hanno analizzato tali trend e i relativi impatti sui servizi ecosistemici. Tuttavia, diverse sfide sono ancora aperte, sia dal punto di vista metodologico, per quanto riguarda ad esempio il monitoraggio dell'uso del suolo e l'analisi dei relativi cambiamenti, anche con riferimento alla valutazione dell'impatto ambientale.

Gli stessi paesaggi marginali sono un tema di rilevante importanza, poiché la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale e culturale devono soddisfare i requisiti generali di sostenibilità attraverso processi di rigenerazione equilibrati. Diversi

autori si sono concentrati sull'individuazione e l'analisi dei paesaggi marginali e sulla messa a punto di metodologie per definire e valutare la sostenibilità di diversi scenari, attraverso analisi GIS e valutazioni quantitative del paesaggio. L'analisi multicriteri e la modellazione di scenari si sono rivelate utili nel supportare la definizione di strategie e politiche di pianificazione, mirando a un trade-off tra conservazione della natura e sviluppo territoriale, identificando anche nuove opportunità che fanno perno sulle infrastrutture verdi su filiera green, come quelle connesse alle energie rinnovabili (Cervelli et al., 2020; Torreggiani et al., 2012, Vizzari et al., 2018, Gobattoni et al., 2015; Gholami et al., 2022).

La valutazione dei servizi ecosistemici in contesti naturali e culturali, sia nelle aree rurali che in quelle urbane, è un argomento di grande attualità e sempre più complesso. Strategie basate sui servizi ecosistemici possono sostenere la rigenerazione del patrimonio rurale, comprese le aree rurali conosciute in tutto il mondo per i prodotti tipici e i paesaggi rurali tradizionali.

Lo studio integrato dei servizi ecosistemici è un argomento trasversale a diverse discipline. A questo proposito, il concetto di paesaggio rappresenta un quadro molto utile per un'integrazione equilibrata degli asset e dei valori naturali e culturali nella pianificazione territoriale. Analisi multicriteri delle caratteristiche del paesaggio, della qualità ambientale, del comparto agricolo e del patrimonio rurale, consentono di conciliare la promozione della qualità territoriale e la protezione dei valori rurali storici, anche in aree marginali minacciate dall'abbandono (Licari et al., 2022).

L'urbanizzazione sta mettendo a dura prova la resilienza delle aree urbane, dove c'è una crescente domanda di benefici ecologici delle infrastrutture verdi, mentre le reti ecologiche sono sempre più indebolite dalle tendenze dell'impermeabilizzazione del suolo e dai cambiamenti climatici (Serra et al., 2022, Galan et al. 2023). Diversi studi si sono concentrati sull'analisi di tali reti, studiando le relazioni tra i relativi cambiamenti e la resilienza a diverse scale territoriali, fornendo input per una migliore integrazione dei sistemi e infrastrutture verdi nella pianificazione territoriale.

In questo contesto, le soluzioni basate sulla natura (NBS) stanno guadagnando crescente attenzione come strategia per mitigare il rischio climatico, migliorare la salute pubblica e, in ultima analisi, creare città più vivibili. Le NBS sono definite dalla Commissione Europea come "soluzioni ispirate e supportate dalla natura, che sono economicamente convenienti, in quanto forniscono contemporaneamente benefici ambientali, sociali ed economici e aiutano a costruire la resilienza", e la loro implementabilità nelle città costituisce un obiettivo chiave della ricerca e Agenda politica dell'innovazione (Commissione europea, 2015).

I benefici delle NBS come noto includono la regolazione della temperatura urbana, il controllo del deflusso delle acque piovane, la purificazione dell'aria o le opportunità ricreative, tra gli altri, e tutti contribuiscono direttamente o indirettamente alla salute/al benessere mentale e fisico dei residenti urbani.

Diversi studi considerano i temi delle nature-based solutions e dei servizi ecosistemici, anche per studiare possibili scenari e alternative di sviluppo per paesaggi che necessitano di essere rigenerati o valorizzati. (Choudhury et al., 2021). Molte ricerche (Menconi et al., 2021, Dall'Ara et al. 2019, Rovelli et al., 2020, Senes et al., 2020, De Montis et al., 2022, Ledda et al., 2020) hanno preso in considerazione varie tipologie di soluzioni basate sulla natura, come aree e infrastrutture verdi, che si sono dimostrate efficaci sia in termini di sostenibilità ambientale, ma anche di salubrità e benessere per la

popolazione, in relazione ai benefici culturali e sociali e ricreativi. Oltre al ruolo cruciale nella mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, gli studi hanno evidenziato l'importanza di una corretta progettazione che consideri anche i temi dell'accessibilità e della sicurezza, quali fattori limitanti nel determinare il livello di soddisfazione da parte degli abitanti. Diversi studi territoriali attraverso tecnologie geospaziali hanno fornito così input utili di supporto ai pianificatori e ai policy maker, nell'implementazione di strategie di greening atte a promuovere la sostenibilità ambientale urbana e territoriale, per soddisfare le esigenze di disponibilità, accessibilità, attrattività e fruibilità. Concentrandosi su vari casi studio di parchi urbani in città di varie dimensioni, sono state indagate le complesse relazioni tra disponibilità quantitativa e reale accessibilità e qualità di tali sistemi verdi, consentendo di ottimizzarne l'accessibilità nell'ambito del più ampio sistema delle aree verdi urbane, anche in ottica di integrazione nell'ambito delle smart cities, e implementando il co-design di soluzioni infrastrutturali e soluzioni nature-based.

I meccanismi di adattamento delle aziende agricole e i loro riflessi territoriali

Le aziende agricole periurbane si trovano ad operare in un'area di transizione tra i margini del mondo urbano e di quello rurale. Tale particolare collocazione le sottopone a spinte pluridirezionali e le espone a molteplici sfide e opportunità. Le prime sono riconducibili ai nodi problematici tuttora esistenti nel rapporto tra città e campagna che sottopongono le attività agricole a varie pressioni derivanti dai processi di urbanizzazione. Tra gli elementi più critici possiamo ricordare: l'erosione e la disarticolazione degli spazi agricoli determinata dalla scomposta avanzata del fronte urbano; la frammentazione della proprietà e della struttura fondiaria; la competizione sui possibili usi del suolo; l'aumento dei prezzi dei terreni; l'incertezza legata alle trasformazioni urbane future; i rischi di contaminazione delle matrici agro-ambientali (adiacenza o promiscuità con attività inquinanti), le condizioni di degrado ambientale che possono compromettere l'accesso alle risorse naturali e limitare le attività connesse all'agricoltura (Heimlich e Brooks, 1989; Heimlich e Anderson, 2001; Wilson, 2007; Pascucci, 2008; Giarè et al. 2016).

E altrettanto vero, però, che la condizione di prossimità alle aree urbane offre una serie di opportunità uniche: la vicinanza ai mercati dei fattori produttivi e a quelli di sbocco, nonché a bacini molto densi di operatori economici e di consumatori; la maggiore dotazione di infrastrutture economiche e di collegamento; la maggiore facilità d'integrazione orizzontale e verticale nella filiera; le nuove domande di beni e servizi rurali espresse dagli abitanti urbani/consumatori (Heimlich e Brooks, 1989; Heimlich e Anderson, 2001; Wilson, 2007; Pascucci, 2008; Giarè et al. 2016). Queste ultime sono connesse spesso alla ricerca di forme alternative di approvvigionamento alimentare riconducibili alle diverse esperienze di cosiddette "filiera corte", ma anche all'aspirazione a più alti livelli di benessere e di qualità di vita associati ad un rapporto più diretto con la natura e ai molteplici benefici derivanti dalla fruizione dei beni agro-ambientali e paesaggistici.

La multifunzionalità si è rivelata un paradigma particolarmente funzionale ad alimentare le traiettorie evolutive dell'agricoltura periurbana (Zasada, 2011). Questa propensione è confermata da un'analisi condotta in sette principali poli urbani italiani, basata sui dati dell'ultimo Censimento ISTAT dell'Agricoltura disponibile: nel 2010 il 9,7% delle aziende agricole periurbane svolgeva attività remunerative connesse

all'agricoltura (contro un dato nazionale del 4,7%), e oltre il 68% delle stesse si dedicava alla vendita diretta (Henke et al., 2015).

Il carattere multifunzionale di un'azienda agricola si configura allorquando vengano svolte simultaneamente attività di produzione, scambio e riproduzione di risorse che consentano di offrire congiuntamente un'ampia gamma di beni e servizi, mutualmente interrelati, a partire da una stessa base produttiva (Marsden, 2003). In tal senso, il concetto di indivisibilità - tanto degli input, quanto degli output delle attività agricole - riacquista piena legittimità, a detrimento dell'idea di divisibilità associata al modello produttivista agro-industriale, altamente specializzato e intensivo (Wilson, 2007). Alcuni dei beni prodotti in maniera simultanea e integrata con un approccio multifunzionale sono commercializzabili sul mercato e trovano, pertanto, una remunerazione diretta. Altri, invece, possono qualificarsi come beni pubblici/quasi-pubblici o come esternalità positive, soprattutto quando si configurano come servizi ecosistemici di tipo *non-provisioning*, per i quali non sempre esistono mercati o forme di riconoscimento monetarie.

Una diversificazione delle attività che realizzi la multifunzionalità in senso forte richiede lo sviluppo di una specifica strategia aziendale volta intenzionalmente a riorganizzare le risorse produttive, a ridefinirne la combinazione, sullo sfondo di una radicale trasformazione culturale e della mission aziendale. In tal senso, la multifunzionalità rappresenta una “scelta razionale” intrapresa dagli agricoltori, per trarre utilità dalle molteplici funzioni che l'agricoltura può svolgere, sia attraverso l'offerta di beni e servizi sul mercato, sia attraverso l'intercettazione di pacchetti di sostegno pubblico al reddito (Finocchio e Esposti, 2008). Le principali motivazioni che inducono gli agricoltori a diversificare le proprie attività in senso multifunzionale sono riconducibili a quattro categorie: riduzione del rischio; aumento della redditività dei fattori produttivi con l'aggiunta di fonti di reddito; impiego della forza lavoro familiare all'interno dell'azienda; orientamento valoriale, motivazionale e attitudinale individuale (Henke e Vanni, 2017).

Una chiave di lettura classica delle strategie multifunzionali è improntata sui tre pilastri organizzativi individuati da van der Ploeg et al. (2002): approfondimento della filiera agro-alimentare attraverso innovazioni di prodotto o di processo; allargamento verso nuove funzioni extra-produttive e complementari dell'agricoltura; riposizionamento tramite l'integrazione con altri settori che apportino redditi extra-aziendali non derivanti dall'agricoltura (pluriattività). Un'altra chiave analitica che consenta di identificare la combinazione di elementi interagenti che le aziende attivano per creare, veicolare, e catturare il valore, così come le relazioni con il più ampio sistema economico in cui operano, può essere offerta dal Business Model Canvas (Osterwalder e Pigneur, 2010) e successive integrazioni. Una terza prospettiva interpretativa è legata ai fattori propulsivi che spingono le aziende a transitare verso un approccio multifunzionale. La letteratura distingue tra fattori di trazione (*pull factors*) e di pressione (*push factors*), a seconda che la diversificazione della attività sia guidata da obiettivi di accrescimento del reddito e accumulazione, incardinati in una precisa strategia di business, oppure da necessità difensive di gestione e mitigazione dei rischi, in risposta a fenomeni come shock esterni, volatilità dei prezzi, stagnazione e declino dell'agricoltura (Meert et al., 2005; Reardon et al., 2006). Nelle aree periurbane, i processi di diversificazione multifunzionale sono guidati da fattori propulsivi specifici, percepiti come *pull* o *push* in base alla

sensività e alla capacità imprenditoriale, che possono incoraggiare lo sviluppo di nuove forme imprenditoriali o la riallocazione delle risorse aziendali (Henke et al., 2017).

Tipicamente, le aziende agricole periurbane vengono ricondotte ad una tassonomia che esprime un gradiente crescente della capacità di adattarsi agli stimoli derivanti dai vicini contesti urbani: in scala ascendente, si distingue tra aziende ‘tradizionali’, ‘adattive’, e ‘reattive’ (Heimlich e Brooks, 1989; Pascucci, 2008; Giarè et al., 2016). Le prime subiscono più passivamente l’incorporazione nella frangia urbana, continuando a focalizzarsi sulle attività produttive tipicamente aziendali, senza modificare l’allocazione degli asset produttivi. Le seconde si adattano meglio al contesto, avviando strategie di diversificazione, per lo più *off-farm*, per rispondere alla domanda di beni di prossimità espressa dai consumatori urbani. Le terze sono quelle che reagiscono più dinamicamente, proattivamente ed efficacemente tanto ai vincoli, quanto alle opportunità derivanti dalla condizione di peri-urbanità, riorganizzandosi in senso multifunzionale e diversificando anche le proprie attività, per lo più *on-farm*.

Laddove presenti, i network istituzionali e sociali (amministrazioni attente al ruolo dell’agricoltura nel contesto locale, associazioni, gruppi strutturati di consumatori, reti informali) sono risultati elementi abilitanti fondamentali per la definizione o il rafforzamento di strategie di business di tipo multifunzionale. Le relazioni con il mercato appaiono fortemente connotate dalla filiera corta, come canale di vendita esclusivo, in alcuni casi, integrativo in altri in cui la maggior parte dei prodotti viene venduto attraverso i mercati convenzionali.

Allargando il focus analitico a un dimensione ‘meso’, riguardante la lettura dei processi d’innovazione territoriale che supportano l’integrazione dell’agricoltura periurbana nei sistemi locali del cibo, Filippini et. Al. (2021), hanno recentemente individuato alcuni elementi sistemici di successo e di fallimento, con riferimento al caso studio di Pisa. I risultati suggeriscono che la partecipazione alla costruzione di sistemi locali del cibo costituisca un catalizzatore d’innovazione sia per le strategie degli agricoltori, che per quelle degli operatori commerciali che operano nella città e nei suoi dintorni. Dal punto di vista degli agricoltori periurbani, i vantaggi derivanti dall’integrazione nel sistema locale del cibo sono percepiti in termini di: maggiore flessibilità e capacità adattativa nell’intercettare la domanda locale di beni e servizi; più elevati e immediati margini di guadagno realizzati attraverso la vendita diretta; la diversificazione dei rischi legata all’espansione del proprio network di relazioni commerciali; la diversificazione delle fonti di reddito e l’incremento del reddito familiare grazie alla possibilità d’impiego della forza lavoro in attività connesse all’agricoltura. Le difficoltà e limitazioni maggiori sono, invece, dovute ai costi di transazione derivanti dalla necessità di acquisire nuove competenze specifiche, alla gestione dei conflitti con la popolazione residente sulla conduzione delle attività produttive, al condizionamento esercitato dalle forme di urbanizzazione e infrastrutturazione del territorio sulle scelte di conduzione e sulle pratiche agro-zootecniche, a un assetto normativo poco confacente alle esigenze di piccole attività, nonché a un dispendioso carico burocratico. Lo studio stabilisce una relazione tra i fallimenti delle interazioni di rete, legati soprattutto alla tendenza a sviluppare network individuali in assenza di alcun tipo di coordinamento, e i fallimenti di mercato, come la difficoltà per gli agricoltori a trovare sbocchi locali per alcune tipologie di prodotti, o a rifornire direttamente operatori commerciali locali come supermercati, punti vendita del dettaglio tradizionale e ristoranti senza passare da un intermediario commerciale. Una questione cruciale sottolineata dagli Autori riguarda la

difficoltà a costruire visioni condivise sullo sviluppo del sistema agro-alimentare locale tra agricoltori, che vivono come temporanea e variabile la propria presenza nelle reti locali, e gli operatori commerciali, che hanno la necessità di costruire strategie economiche di lungo periodo basate su canali di approvvigionamento stabili e continuativi.

Quali strumenti di governance?

L'interfaccia urbano-rurale, come discusso, se pur sinteticamente in questo articolo, è sede di importanti fenomeni di adattamento, innovazione, transizione che coinvolgono diversi settori (l'ambiente, l'agricoltura, gli insediamenti, le infrastrutture, ecc.), diversi livelli spaziali (aree urbane, agricole, naturali), e diversi attori sociali ed economici (produttori di beni e di servizi differenti, consumatori, cittadini diversamente interessati e fruitori dei servizi, amministratori).

Anche le politiche (tradizionalmente separate) per potere regolare, pianificare e programmare un sistema così articolato e connesso e tradurre la "domanda" e l'"offerta" di beni, servizi e relazioni, in politiche attive, devono quindi assumere una dimensione sistemica in cui le azioni sono connesse in relazioni articolate tra loro.

È l'approccio delle Politiche locali del Cibo (PLC) che nascono, a livello locale, come risposta agli effetti che il *food system* globale, "deterritorializzato", produce sui sistemi ambientali, sociali ed economici, e che secondo una definizione ampiamente condivisa di Roberta Sonnino (2019) possono intendersi come quelle "politiche che tendono a garantire a tutti l'accesso ad un cibo sano e di qualità, considerato socialmente giusto e compatibile da un punto di vista ecologico, etico ed ambientale". È una definizione breve e lineare, ma che in realtà mira ad evidenziare come gli aspetti sociali, economici ed ambientali possano e debbano essere affrontati non settorialmente e separatamente, ma attraverso una politica sistemica e non riduzionistica che affronti i legami che intercorrono tra questi aspetti. Ancora l'ASVIS (Marino et al, 2020, pg.14) mette in luce che "queste politiche hanno come scopo generale di regolare le attività legate al sistema alimentare urbano in toto, in un'ottica di maggiore sostenibilità, salubrità, resilienza e inclusività" e governano, quindi, il modo con cui gli alimenti sono prodotti, sono distribuiti e consumati all'interno delle aree urbane e non strettamente tali, garantendo la salute delle persone, della società e dell'ambiente.

A livello internazionale, il dibattito sulle food policy è molto ampio articolato su una diverse iniziative di carattere "istituzionale" e non. Tra le prime ricade la New Urban Agenda, definita all'interno della Conferenza Habitat III delle Nazioni Unite, nel cui ambito il rapporto tra cibo e città e tra città e campagna si sostanzia in linee guida per la pianificazione. La FAO ha sviluppato diversi progetti tra cui l'iniziativa Food For the Cities, che a sua volta ha sviluppato il programma "City Region Food System" e il Urban Food Agenda Framework.

Sia la FAO che il programma HABITAT parlano di *rural-urban linkage* in cui da un lato si riconosce il ruolo fondamentale delle campagne periurbane per la sicurezza alimentare, dall'altro in queste relazioni si vede un modo per migliorare gli aspetti economici, ambientali delle periferie e delle aree subito a ridosso delle città. Schematizzando possiamo dire che:

- la connessione urbano-rurale è fondamentale per migliorare la sicurezza alimentare e nutrizionale delle persone, perché facilita la disponibilità di cibi freschi a prezzi accessibili;
- in tutte le PLC si pone l'accento sulle filiere corte per il loro impatto positivo sugli aspetti economici e ambientali del territorio, come, ad esempio, il miglioramento del reddito degli agricoltori, lo sviluppo di mercati e altri luoghi di vendita, l'incremento del turismo rurale, ma anche la valorizzazione della varietà dei prodotti locali e il contrasto all'abbandono delle aree agricole, fondamentale per fare fronte ai rischi ambientali.

Un esempio particolarmente interessante di politica che incide sulle relazioni città-campagna è rappresentato dal *public procurement* per le mense pubbliche ed in particolare scolastiche. Oggi questo settore è regolato dalla normativa nazionale che ha introdotto i Criteri Ambientali Minimi (CAM)⁴ per la ristorazione collettiva. I CAM prevedono che nei menu debba essere garantita una certa quota di prodotti da sistemi di filiera corta e biologica e fanno riferimento al modello nutrizionale della "dieta mediterranea"; i nuovi CAM rafforzano questi criteri e introducono importanti novità che si potrebbero sintetizzare in: "più biologico, meno sprechi e simbiosi tra mensa e territorio". Considerando che il numero dei pasti normati dai CAM è molto elevato⁵ si può capire come coltivare, con il metodo biologico, per il mercato locale, offrendo una dieta mediterranea possa plasmare le campagne prossime alle città. In Italia abbiamo una serie di buone pratiche⁶ tra cui, relativamente agli effetti territoriali, brilla il caso di Bergamo dove per rispondere al bando del Comune i produttori hanno creato un biodistretto.

Le PLC tuttavia, per potere contribuire in modo efficace alla gestione dell'interfaccia urbano rurale dovrebbero integrarsi verso l'alto con la PAC. La PAC è infatti basata su pagamenti alle singole aziende, ma gli effetti sono territoriali e in questo senso gli interventi della PAC andrebbero territorializzati. Da tempo si parla della necessità di politiche *place-based* ma anche le politiche a maggiore indirizzo territoriale, come quello per lo sviluppo rurale, sono basate sulla "domanda" della singola azienda. Sarebbe necessario invece – esistono pochi e positivi esempi come ad esempio i contratti agroambientali d'area – passare ad un approccio territoriale su base contrattuale. La PAC potrebbe finanziare i suoi interventi all'interno di un quadro contrattuale come quello dei contratti di fiume, di foce, di paesaggio, ecc.

Una ulteriore riflessione riguarda quali aree finanziare. Le aree agricole periurbane – che peraltro a volte si sovrappongono parzialmente con quelle rurali – rappresentano le aree dove, da un lato già avvengono fenomeni innovativi legati alla multifunzionalità ed al rapporto agricoltura-ambiente, dall'altro è più necessario incentivarne la riconversione. Anche alla luce di questa considerazione maggiore spazio potrebbe essere dato ai soggetti pubblici – in primo luogo i comuni – come destinatari – attraverso il loro patrimonio di terre pubbliche – delle politiche. Un'altra direzione sulla quale lavorare è

⁴ Il DM Ambiente del 25 luglio 2011 ha introdotto i CAM che sono stati recentemente rimodulati Il DM del 10 marzo 2020.

⁵ Ad esempio solo nel comune di Roma ogni giorno e per la sola ristorazione scolastica, alla quale andrebbero aggiunti ospedali e altri uffici pubblici, vengono erogati 148.000 si comprende il flusso materiale ed economico attivato.

⁶ In questo senso si può consultare il sito di Foodinsider, associazione molto attiva nel monitorare le mense scolastiche.

quella dei cosiddetti pagamenti climatico-ambientali. Denominazione quanto mai limitativa. Il riconoscimento e la contabilizzazione dei servizi ambientali ed ecosistemici proprio per la loro natura di “servizio pubblico” dovrebbe essere la finalità più importante della PAC.

Conclusioni

Le PLC, con il loro carattere prevalente di politiche “locali” – dove per “locali” si deve intendere il territorio governato da un Ente Pubblico (comune, città metropolitana, Area Interna, ecc.) che attua la politica – che si pongono come obiettivo generale la *governance* non del settore agricolo ma dell’intero *food system*, possono avere un impatto di carattere territoriale e paesaggistico di rilievo, collocandosi nel tradizionale solco dei rapporti tra città e campagna. Tuttavia le politiche che governano il food system – con effetti anche sul urban-rural linkages – agiscono spesso ad una scala più ampia. Per una maggiore efficacia le politiche locali del cibo dovrebbero dunque “saldarsi” a quelle regionali ed europee. In questo senso merita grande attenzione la proposta di riforma della PAC di Olivier De Schutter (2017), secondo la quale questa politica dovrebbe avere come oggetto non solo l’agricoltura ma i Food System e finanziare la riconversione di questi verso la sostenibilità, finanziando anche le Food Policy, ossia le Politiche Locali del Cibo.

Bibliografia

- Cervelli, E., Di Perta, E.S., Pindozi S., (2020), Identification of Marginal Landscapes as Support for Sustainable Development: GIS-Based Analysis and Landscape Metrics Assessment in Southern Italy Areas. *Sustainability* **2020**, *12*, 5400. <https://doi.org/10.3390/su12135400>.
- CREA (2015), *Agricoltura e Città* (a cura di Giarè F. e Vanni F.), Edagricole, Bologna.
- De Montis, A., Ledda, A., Calia, G. (2022), Integrating green infrastructures in spatial planning: a scrutiny of regional tools in Sardinia, Italy. *European Planning Studies*. *30*(2), pp. 251-268
- De Schutter, O. (2017). A Food Policy for Europe. *Green European Journal*, 26 Settembre 2017. Disponibile da: www.green-european-journal.eu/a-food-policy-for-europe [11/12/2019]
- Di Iacovo, F. (2008). *Agricoltura sociale: quando le campagne coltivano valori. Un manuale per conoscere e progettare*. Milano: Franco Angeli
- EEA (2016). *Urban Sprawl in Europe. Joint EEA-FOEN Report*. EEA Report N. 11/2016.
- Enrica Dall’Ara, Elisabetta Maino, Giulia Gatta, Daniele Torreggiani, Patrizia Tassinari. Urban Forestry & Urban Greening, Volume 37, January 2019, Pages 109-125. Green Mobility Infrastructures. A landscape approach for roundabouts’ gardens applied to an Italian case study
- Ernwein, M. (2014). Framing urban gardening and agriculture: On space, scale and the public. *Geoforum*, *56*, 77-86.
- Fay M, Opal C. Urbanization without growth: a not so uncommon phenomenon, vol. 2412: World Bank Publications; 2000.
- Filippini R., Marraccini E., Lardon S. (2021), Contribution of periurban farming systems to local food systems: a systemic innovation perspective, *Bio-based and Applied Economics* *10*(1): 19-34.
- Finocchio R., Esposti R. (2008), Determinants of farm diversification and interaction with the CAP. An application to FADN of Marche region (Italy), *Paper* presentato al 12th Congress of the European Association of Agricultural Economists – EAAE 2008.
- Gholami, M., Torreggiani, D., Tassinari, P., Barbaresi, A. 2022. Developing a 3D City Digital Twin: Enhancing Walkability through a Green Pedestrian Network (GPN) in the City of Imola, Italy. *Land*. *11*(11), 1917.
- Giarè F., Henke R., Vanni F. (2016), I processi di diversificazione nelle aziende peri-urbane: casi di successo a confronto, *Agriregionieuropa* anno 12 n. 44.
- Gobattoni, F., Pelorosso, R., Leone, A., Ripa, M.N. Sustainable rural development: The role of traditional activities in Central Italy. 2015. *Land Use Policy*. *48*, pp. 412-427
- Heimlich R.E., Anderson W.D. (2001), Development at the Urban Fringe and Beyond: Impacts on Agriculture and Rural Land, Economic Research Service-USDA, *Agricultural Economic Report* n. 183
- Heimlich R.E., Brooks D.H. (1989), Metropolitan growth and agriculture: farming in the city’s shadow, Economic research Service - Usda, *Agricultural Economic Report* n. 619.
- Henke R, Vanni, F. (2017), Drivers of on-farm diversification in the Italian peri-urban agriculture, *Rivista di Economia Agraria*, Anno LXXII, n.1, 2017: 79-100.
- Henke R., Pedace S., Vanni F. (2015), L’agricoltura tra città e campagna: un’analisi dei poli urbani italiani, *Agriregionieuropa*, n. 40.
- Juanjo Galan, Francisco Galiana, D. Johan Kotze, Kevin Lynch, Daniele Torreggiani, Bas Pedroli, Landscape adaptation to climate change: Local networks, social learning and co-creation processes for adaptive planning, *Global Environmental Change*, Volume 78, January 2023, 102627.

- Ledda A., Pindozi S., Marcheggiani E., Cervelli E., De Montis A., Galli A., 2020. The impact of collaboration on research about rural buildings and landscape: A case study in Italy. Volume 97, September 2020, 104757. *Land Use Policy*
- Licari, F., Boscutti, F., Bacaro, G., Sigura, M. *Journal of Environmental Management*, 2022, 317, 115358. Connectivity, landscape structure, and plant diversity across agricultural landscapes: novel insight into effective ecological network planning
- Magnaghi, A. (2010). *Il progetto locale*. Torino: Bollati Boringhieri Editore
- Marino, D. (cur.) (2016/a). *Agricoltura urbana e filiere corte. Un quadro della realtà italiana*. Milano: Franco Angeli.
- Marino D. (2016/b). Consumo di suolo e servizi ecosistemici: la sfida del peri-urbano. *Urbanistica-Informazioni*, 269-270, 29-30
- Marino D. (2016/c). Sistemi agricoli tra territorio e de-territorializzazione. *Agricultural systems between territory and deterritorialisation*. URBANISTICATRE, vol. 10, p. 27-31, ISSN: 1973-9702.
- Marino D., Antonelli M., Fattibene D., Mazzocchi G., Tarra S., (2020), *Cibo, Città., Sostenibilità. Un tema strategico per l'Agenda 2030*, ASVIS, Roma. ISBN 9788894528015.
- Marino, D., Mastronardi, L., Giannelli, A., Giaccio, V. and Mazzocchi, G. (2018). Territorialisation dynamics for Italian farms adhering to Alternative Food Networks. In Dymitrow, M., Halfacree, K. (eds), *Bulletin of Geography. Socio-economic Series*, No. 40. DOI: <http://doi.org/10.2478/bog-2018-0018>
- Marsden T. (2003), *The condition of rural sustainability*, Van Gorcum, Assen (NL).
- MD Abdul Mueed Choudhury, Ernesto Marcheggiani, Andrea Galli, Giuseppe Modica, and Ben Somers. 2021. Mapping the Urban Atmospheric Carbon Stock by LiDAR and WorldView-3 Data. *Forests*, Volume 12, Issue 6, June 2021 Article number 692.
- Meert H., Van Huylenbroeck G., Vernimmen T., Bourgeois M., van Hecke E. (2005), Farm household survival strategies and diversification on marginal farms, *Journal of Rural Studies*, 21(1): 81–97.
- Menconi, M.E.; Sipone, A.; Grohmann, D. Complex Systems Thinking Approach to Urban Greenery to Provide Community-Tailored Solutions and Enhance the Provision of Cultural Ecosystem Services. *Sustainability* **2021**, *13*, 11787.
- Minotti B., Antonelli M., Dembska K., Marino D., Riccardi G., Vitale M., Calabrese I., Recanatì F and Giosuè A (2022) True Cost Accounting of a healthy and sustainable diet in Italy. *Front. Nutr.* 9:974768. doi: 10.3389/fnut.2022.974768.
- Kennedy, C., Cuddihy, J., e Engel-Yan, J., (2007). *The Changing Metabolism of Cities*, *Journal of Industrial Ecology*, 11(2), 43-59.
- Morgan, K., Marsden, T., & Murdoch, J. (2006). *Worlds of Food*. Oxford: Oxford University Press
- Osterwalder A., Pigneur Y. (2010), *Business Model Generation: A Handbook For Visionaries, Game Changers, And Challengers*, Wiley, New York.
- Pascucci S. (2008), Agricoltura periurbana e strategie di sviluppo rurale: una riflessione, *QA-Rivista dell'Associazione Rossi-Doria*, n. 2, 2008: 127-151.
- Reardon T., Berdegue J., Barrett C., Stamoulis K. (2006), *Household Income Diversification into Rural Non-Farm Activities*, Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Rovelli, R., Senes, G., Fumagalli, N., Sacco, J., De Montis, A. 2020 *Land Use Policy*. From railways to greenways: a complex index for supporting policymaking and planning. A case study in Piedmont (Italy)
- Senes, G., Fumagalli, N., Ferrario, P.S., Rovelli, R., Sigon, R. 2020. Definition of a land quality index to preserve the best territories from future land take. An application to a study area in Lombardy (Italy). *Journal of Agricultural Engineering*. 51(1),1006, pp. 43-55
- Serra, V., Ledda, A., Ruii, M.G.G., Calia, G., De Montis, A. 2022. Integrating Adaptation to Climate Change into Sustainable Development Policy and Planning. *Sustainability (Switzerland)*. (13),7634.
- Torreggiani, D., Dall'Ara, E., Tassinari, P. *Cities*, 2012, 29(6), pp. 412–416. The urban nature of agriculture: Bidirectional trends between city and countryside.
- United Nations. *World urbanization prospects 2018*. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs; 2018.
- van der Ploeg J.D., Long N., Banks, J. (2002), *Living Countryside. Rural development Processes in Europe: the State of the Art*, Elsevier, Doetinchem.
- Van der Ploeg, J.D., & Roep, D. (2003). Multifunctionality and rural development. The actual situation in Europe. In G. Huylenbroeck, G. Durand (cur.), *Multifunctional Agriculture: A New Paradigm for European Agriculture and Rural Development*. Hampshire, UK: Ashgate. Disponibile da: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=NL2012054162> [11/12/2019]
- Vizzari, M., Hilal, M., Sigura, M., Antognelli, S., Joly, D. *Landscape and Urban Planning*, 2018, 171, pp. 18–29. Urban-rural-natural gradient analysis with CORINE data: An application to the metropolitan France.
- Whatmore, S., Stassart, P., & Renting, H. (2003). Guest editorial: what's alternative about alternative food networks?. *Environment and planning A: Economy and space*, 35, 389-391
- Wilson G.A. (2007), *Multifunctional agriculture. A transition theory perspective*, Cabi Publishing, Cambridge MA (Usa) e Wallingford (UK).
- WWF (2020) *Living Planet Report 2020 - Bending the curve of biodiversity loss*. Almond, R.E.A., Grooten M. and Petersen, T. (Eds). WWF, Gland, Switzerland..
- Zasada I. (2011), Multifunctional peri-urban agriculture. A review of societal demands and the provision of goods and services by farming, *Land Use Policy*, Vol. 28, n. 4: 639-648.

Il suolo nell'ecosistema urbano: funzioni e qualità ambientale

Ajmone Marsan F.

Dipartimento di Scienze Agrarie, Forestali e Alimentari (DISAFA), Università di Torino, Via Leonardo da Vinci, 44 – 10095 Grugliasco (Torino).

Riassunto

I suoli delle aree urbane hanno proprietà che li distinguono da quelli agrari, forestali o naturali. Alle specifiche funzioni ecologiche che i suoli urbani svolgono si sovrappongono contrastanti interessi per il loro uso. Le innumerevoli attività antropiche che si svolgono – ora come nel passato – nelle zone urbanizzate hanno modificato anche profondamente i suoli che ne fanno parte. Come risultato, dunque, i suoli urbani hanno caratteristiche chimico-fisiche generali molto variabili spazialmente come conseguenza dei frequenti cambi d'uso e mescolamenti. Le rilevanti emissioni e dispersione di contaminanti, durante tutto il periodo industriale, ha portato alla degradazione della qualità ambientale dei suoli. Si rilevano elevate concentrazioni dei metalli più tipicamente urbani (Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) non soltanto in superficie ma anche in profondità, a conferma dei rimescolamenti a cui vanno soggetti questi suoli. Indagini più approfondite sulla distribuzione dei metalli nelle frazioni dimensionali del suolo e della loro biodisponibilità, indicano un potenziale pericolo per la salute degli organismi.

Abstract

Soils of urban areas have properties different from their agricultural, forestry or natural counterparts. They have specific ecological functions and are the object of different and contrasting interests. The intense anthropic activities that are conducted in an urban area have modified, sometimes profoundly, their soils. As a result, urban soils have very variable physico-chemical characteristics that testify of the frequent change of use and mixing with various materials. Emissions and dispersion of contaminants, which are – or have been – particularly intense in industrial cities, have negatively affected the environmental quality of the soils. High concentrations have been detected of the typical urban metals (Cr, Cu, Ni, Pb, Zn) at the surface of the soils but also in depth, confirming the disruption that these soils undergo. Investigation on the distribution of these metals in the dimensional fractions of the soils and their bioaccessibility reveal a potential threat for the health of organisms.

Keywords: suoli urbani; funzioni ecosistemiche; variabilità; contaminazione.

I suoli delle aree urbane

Così come l'ecosistema urbano si differenzia da tutti gli altri sistemi naturali, i suoli urbani mostrano caratteristiche uniche, le quali richiedono uno studio che si basi su idee e metodologie specifiche. Si deve notare, in primo luogo, che il suolo urbano è solitamente compreso in un paesaggio complesso (Fig. 1), si confonde con altri elementi antropici o naturali rendendone la percezione meno agevole rispetto ad altri elementi quali la vegetazione o le acque.



Figura 1. Il suolo urbano fa parte di un paesaggio complesso (foto dell'autore)

Il suo ruolo nell'ecosistema, tuttavia, non è minore rispetto ai suoli agricoli o naturali: delle 11 funzioni del suolo riconosciute dalla Food and Agriculture Organization (Fig. 2), quasi tutte vengono svolte anche negli ambienti urbani, seppure con modalità e intensità diverse. Se la *Produzione di biomassa* per i suoli agricoli si riferisce essenzialmente ai prodotti dell'agricoltura, in ambiente urbano ha relazione con le aree verdi, il cui valore ecologico e sociale non può essere sottovalutato; analogamente, la funzione di *Base per le infrastrutture* ha molta maggiore rilevanza in città che nelle aree rurali.

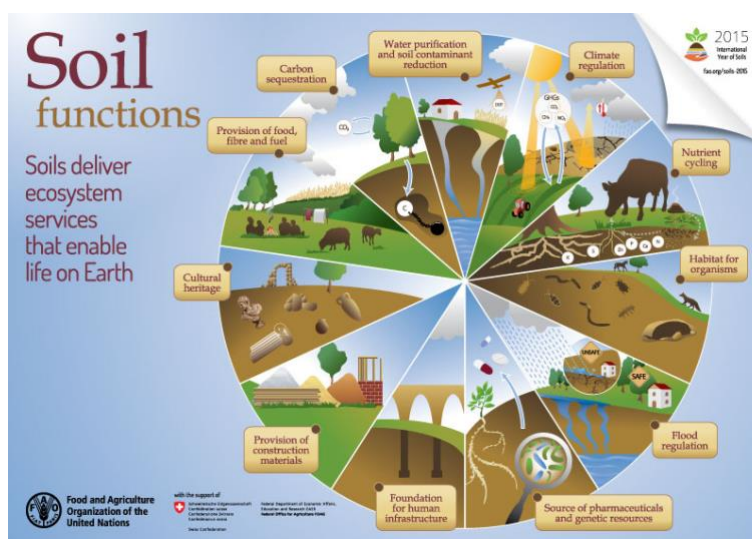


Figura 2. Le funzioni del suolo e i relativi servizi ecosistemici secondo la FAO (<https://www.fao.org/soils-2015/en/>)

Dev'essere riconosciuto, tuttavia, che il suolo delle aree urbane ha funzioni specifiche che si possono considerare esclusive: la funzione estetica, come componente cruciale delle aree verdi cittadine (Fig. 3), così come il valore storico di certe aree (Fig. 4) sono aspetti che divengono rilevanti in ambito urbano.



Figura 3. Il suolo come componente delle aree verdi (foto dell'autore)



Figura 4. La funzione storica del suolo compreso nel Circo Massimo a Roma è inestimabile (foto dell'autore)

Possiamo quindi riassumere le peculiarità dei suoli urbani:

1. Una diversa e meno immediata percezione come componente dell'ecosistema.
2. Un elevato valore paesaggistico, culturale e sociale.
3. Una maggiore vicinanza con gli esseri umani; questo si traduce in un maggiore pericolo potenziale per la salute se i suoli sono contaminati.
4. Frequenti cambiamenti d'uso e mescolanze con materiali estranei.
5. Estesa impermeabilizzazione.
6. Contaminazione diffusa e puntuale.
7. Pratiche agronomiche generalmente assenti.
8. Base per edifici e infrastrutture come funzione prevalente.
9. Usi diversificati (aree verdi, parchi, orti urbani, infrastrutture, sottoservizi, ecc.)

Si deve inoltre notare come i suoli urbani siano oggetto di interessi differenti e a volte molto contrastanti. Proprietari fondiari, urbanisti, agronomi, architetti, costruttori e, non ultimi, i cittadini, oltre ad aver maturato una diversa – ancorché legittima – idea di suolo, premono perché del suolo si faccia l'uso più conveniente per la propria categoria. In questo modo, le funzioni che hanno carattere di bene comune (es. la capacità del suolo di filtrare e degradare i contaminanti) vengono sovente trascurate.

La contaminazione dei suoli urbani

L'ecosistema urbano è un grande concentratore di materia ed energia che generano una quantità rilevante di scarti. La conseguenza ultima è che le aree urbane sono generalmente contaminate, in specie quelle industriali. Questo riguarda anche le città che sono state industriali nel passato, quando le leggi ambientali o non c'erano o erano molto più permissive, perché la contaminazione del suolo è, come si sa, particolarmente persistente.

Si è detto più sopra dei frequenti cambiamenti d'uso e delle altrettanto frequenti mescolanze sia con materiale terroso sia con componenti estranei. Si tratta di fenomeni che contribuiscono a rendere l'identificazione di tipologie di suolo e l'interpretazione dei processi pedogenetici estremamente difficili quando non inutili.

Il più delle volte ci si deve accontentare di informazioni puntuali che comunque, se sufficientemente numerose, possono dare un quadro generale delle proprietà dei suoli e soprattutto della loro qualità ambientale.

I dati presentati in Tabella 1 illustrano le caratteristiche generali dei suoli di Torino, una città dal lungo passato industriale e che ha visto – e vede tuttora – rilevanti trasformazioni urbanistiche. I dati riflettono questi fenomeni, mostrando una grande variabilità spaziale. Il pH passa da un minimo molto acido a un massimo in campo basico; il contenuto di C organico, pur non essendo in generale basso, varia dalla completa assenza a valori più vicini a quelli dei suoli forestali.

Tabella 1. Dati analitici di 204 campioni di suolo della città di Torino (CV= coefficiente di variazione)

	pH (CaCl ₂)	scheletro	sabbia	limo	argilla	Capacità di scambio cationico	Carbonati	Carbonio organico
		%	%			cmol/kg	%	%
media	7.0	12	71	19	10	11	4.8	2.1
mediana	7.2	9	71	18	10	10	3.9	1.8
Min	4.2	0	43	1	3	0	0.9	0.0
Max	7.9	62	95	43	22	33	20.2	7.9
CV%	10	94	15	43	35	53	73	64

Analoghe osservazioni si possono fare in relazione al contenuto di metalli pesanti (più propriamente, *elementi potenzialmente tossici*). In Tabella 2 sono riportati i valori di quegli elementi che sono universalmente riconosciuti come tipici dei suoli urbani. Lo sviluppo industriale di Torino ha puntato principalmente sull'industria metallurgica e ha avuto come conseguenza l'emissione e la dispersione di metalli e altri contaminanti nell'ambiente.

I valori sono tutti alti e, in alcuni casi, anche molto alti. Il Pb, ad esempio, raggiunge un valore massimo di 1500 mg/kg nello strato 0-10 cm. Anche per i metalli la variabilità è molto alta, conseguenza della molteplicità delle fonti di inquinamento e delle mescolanze derivanti dai cambiamenti d'uso dei suoli. Lo confermano i valori massimi di concentrazione per Pb e Zn che si trovano in realtà nello strato più profondo, tra i 10 e i 20 cm.

Tabella 2. Contenuto di alcuni metalli nei suoli di Torino a due diverse profondità (n=204). Si tenga presente che le concentrazioni di Cr e Ni derivano in parte dal substrato.

	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
	mg/kg				
Profondità 0-10 cm					
Media	170	89	187	175	181
Mediana	129	71	155	98	150
Min	64	15	80	14	56
Max	870	380	800	1500	870
CV%	69	70	56	134	61
Profondità 10-20 cm					
Media	174	89	187	162	172
Mediana	123	69	151	86	133
Min	65	15	77	24	53
Max	1080	334	770	1790	1120
CV%	81	68	51	139	74

Una conferma delle trasformazioni cui i suoli vanno incontro viene dalla misura della concentrazione dei suddetti metalli in profondità (là dove si abbia accesso a scavi). La Figura 5 riporta i contenuti fino a 120 cm di profondità. Si deve notare che la concentrazione più elevata di Pb si raggiunge non già in superficie, dove si depositano le emissioni, ma a una profondità compresa tra 50 e 60 cm.

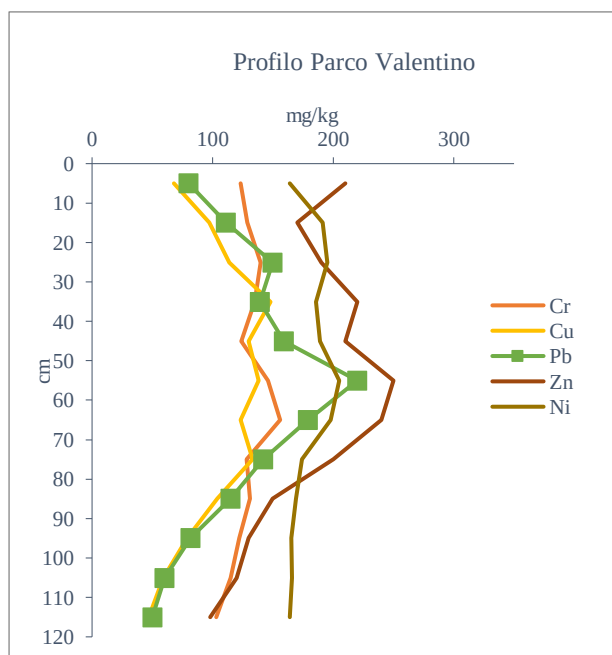


Figura 5. Concentrazioni dei metalli in profondità nel suolo di un parco nel centro di Torino

Oltre alla concentrazione dei metalli *in toto* è conveniente determinare il loro contenuto nelle diverse frazioni dimensionali del suolo. Questo perché le particelle più fini possono essere erose e trasportate, funzionando così da *carrier* dei contaminanti. Questo è particolarmente importante per una città come Torino la cui qualità dell'aria, in termini di concentrazione di particolato, è sempre scadente.

La Figura 6 illustra come i metalli si distribuiscono nelle diverse frazioni dimensionali del suolo. In generale si accumulano nelle frazioni fini indicando così un potenziale pericolo per la salute. Il fatto che le frazioni al di sotto dei 2 μm non siano quelle in cui maggiormente si accumulano i metalli deriva verosimilmente dalla presenza nel suolo di particolato molto fine di origine estranea e che non contiene grandi quantità di metalli.

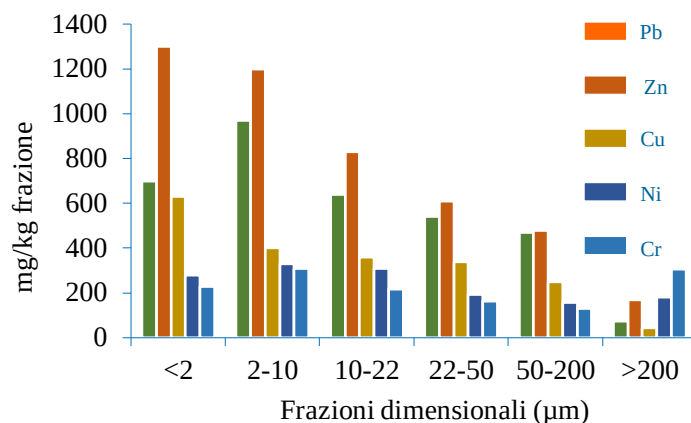


Figura 6. Distribuzione dei metalli nelle frazioni dimensionali del suolo

Un ulteriore approfondimento circa il potenziale pericolo per la salute impone che si determini la frazione dei metalli che è biodisponibile cioè che può essere assimilata dagli organismi. Si può apprezzare in Figura 7 come Pb, Zn e Cu abbiano proporzioni di frazione disponibile piuttosto rilevanti (i risultati di Cr e Ni sono influenzati dalla loro presenza nel substrato minerale).

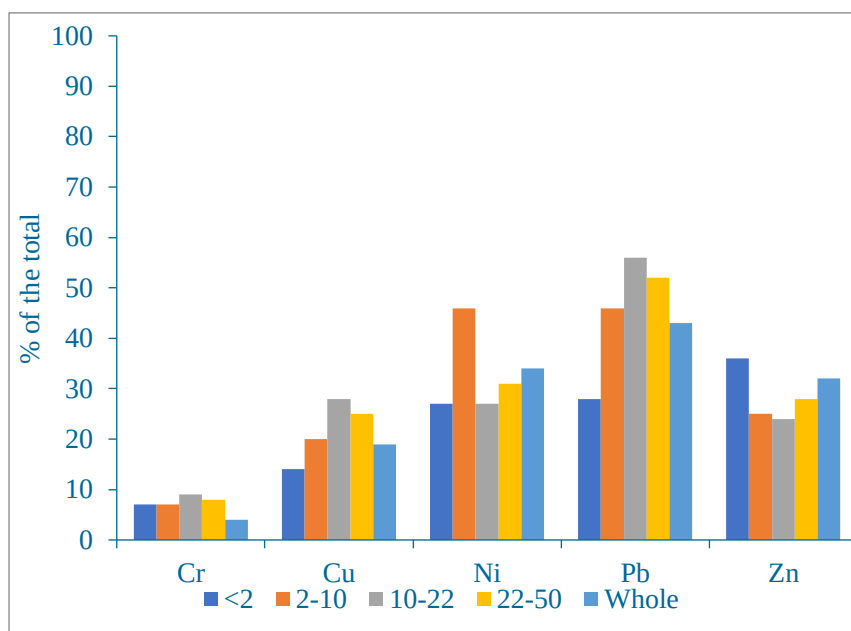


Figura 7. Biodisponibilità dei metalli nelle particelle del suolo espressa come % del contenuto totale

Conclusioni

Questa breve nota ha succintamente illustrato le caratteristiche uniche dei suoli che si sviluppano in aree urbane. L'intensa attività antropica genera grande variabilità nelle

caratteristiche generali dei suoli e, nella maggior parte delle aree urbane, un elevato livello di contaminazione, ciò che costituisce un potenziale pericolo per la salute.

La gestione dei suoli urbani deve saper mediare tra i diversi interessi circa l'uso del suolo, avendo come obiettivo il miglioramento della sua qualità ambientale e la protezione di quelle funzioni che rappresentano un patrimonio comune.

La salvaguardia della vocazionalità dei suoli e la disponibilità di risorse in aree urbane e periurbane

Vittori Antisari L.

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-alimentari (DISTAL), Alma Mater Studiorum Università di Bologna, Viale Fanin 40, 40127, Bologna.

Riassunto

La “*Soil Thematic Strategy*” ha evidenziato che i suoli europei sono afflitti da molteplici minacce, rimandando al 2023 la promulgazione di una legge europea per la protezione del suolo. In Italia, la superficie agraria utilizzata (SAU) diminuisce dagli anni 60 aumentando l'impermeabilizzazione del suolo dovuto alla crescita delle infrastrutture in aree urbane e periurbane. Cartografie tematiche e Sistemi informativi geografici (GIS) possono essere annoverati come strumenti per la gestione e programmazione dei territori agrari, forestali, urbani e periurbani in funzione delle caratteristiche intrinseche del suolo (*Land capability classification*) e per l'uso sostenibile delle terre (*sustainable land use*). Si sono applicati questi strumenti per capire la trasformazione nel tempo dei territori della pianura del comprensorio bolognese dal 1954 ad oggi, in cui è possibile evidenziare la crescita dell'impermeabilizzazione del suolo a scapito delle condizioni migliori di capacità d'uso (Classi I e II), l'abbandono del seminativo arborato con i seminativi estensivi relegati su suoli idromorfi con caratteri vertici (*Vertisol*) e l'arroccamento della frutticoltura industriale nell'area dell'imolese su suoli più profondi e ben drenati (*Cambisol*). I suoli dediti all'agricoltura dei territori delle aree periurbane si stanno degradando per il depauperamento di sostanza organica e il continuo apporto di concimi minerali con conseguente sbilanciamento dei rapporti tra i cicli degli elementi biogeochimici (N e P) rispetto al C presente. È necessaria quindi una programmazione in funzione della tipologia dei suoli per riportare sostanza organica di alta qualità, aumentando il sequestro di C nei suoli e incrementando la biodiversità.

Abstract

The “*Soil Thematic Strategy*” highlighted that European soils are affected by multiple threats, even if the promulgation of a European law for soil protection was postponed to 2023. In Italy, the utilized agricultural area (UAA) has decreased since the 1960s, increasing the soil sealing due to the growth of infrastructures in urban and peri urban areas. Different mapping tools can be counted for the management and planning of agricultural, forest, urban and peri urban territories according to the intrinsic characteristics of the soil (*Land capability classification*) for the sustainable land use, applying both crops and crops rotation for an indefinite period without causing degradation or depletion of resources. These tools have been applied to understand the transformation of the plain of the Bolognese district from 1954 to today, in which it is possible to highlight the growth of soil sealing to the detriment of the best classes of Land use capacity (I and II) . the abandonment of the arable with trees land with the localization of herbaceous crops on hydromorphic soils with vertic characteristics (*Vertisol*) and the entrenchment of industrial fruit growing in the Imola town area on deeper and well-drained soils (*Cambisol*). The agricultural soils in peri-urban areas are degraded due to the depletion of organic matter; also, the continuous contribution of fertility elements without adding organic substance is unbalancing the relationships between the biogeochemical elements (N and P) compared to carbon input. Therefore, it is necessary to plan according to the type of soils to bring back high-quality organic matter, increasing the sequestration of C in the soils and increasing biodiversity.

Keywords: suoli, capacità d'uso, vocazionalità, degrado, sostenibilità

L'agricoltore che ha senno non semina nei giardini di Adone i semi che gli stanno più a cuore e che vuole diano frutti. Li semina in luoghi idonei, nei modi e nei tempi giusti, accontentandosi che diano frutti in otto mesi e non pretendendo che crescano in otto giorni. Platone.

Introduzione

- Azioni di contrasto alla degradazione del suolo nella normativa europea

La “*Soil Thematic Strategy*” (CEC, 2006) ha evidenziato come i fenomeni di degrado legati soprattutto alle otto minacce (erosione, perdita di sostanza organica, perdita di biodiversità, impermeabilizzazione, salinizzazione, compattazione, contaminazione e frane e smottamenti) avanzino sempre più nei suoli europei. La Commissione europea nel 2014 ha ritirato la proposta relativa alla direttiva quadro per la protezione del suolo, constatando come in otto anni non si fosse realizzata alcuna iniziativa efficace per la sua realizzazione. Nel 2021 l'Europa ha lanciato la nuova strategia per la protezione del suolo al 2030, parte integrante del Green Deal (EU, 2019), impegnandosi a preparare entro il 2023 una legge europea per la protezione del Suolo (EU, 2021).

- La perdita della Superficie Agraria Utilizzata (SAU) in Italia

Le elaborazioni dei dati ISPRA evidenziano come le superfici agricole degradate siano andate progressivamente aumentando dal 2012 a 2021 e come il “consumo di suolo” (*soil sealing*) italiano sia pari al 15% nelle Regioni Lombardia e Veneto, seguite dalla Campania al 12%; Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Lazio, Puglia e Liguria presentano valori compresi tra l'8 e il 10%. La Valle d'Aosta è l'unica regione rimasta sotto la soglia del 3%. La perdita della risorsa-suolo è dovuta alla “scorticatura” e/o impermeabilizzazione della porzione superficiale dei suoli causate prevalentemente dalle attività di edificazione e costruzione di infrastrutture stradali e produttive (CNR, 1987, 1988). A causa della impermeabilizzazione, il suolo viene privato delle sue funzioni ecologiche, ecosistemiche e produttive, portando alla frammentazione degli habitat naturali e modificando il suo regime idrologico, così da perdere sia la capacità di regolare o ridurre i deflussi delle acque superficiali, sia la biodiversità e i servizi ecosistemici. La normativa nazionale, e parimenti quella europea, in materia di regolamentazione dell'impermeabilizzazione del suolo è quanto mai carente. Nell'attesa di una normativa nazionale, alcune Regioni hanno legiferato autonomamente fornendo disposizioni per la limitazione al consumo di suolo, introducendo però delle eccezioni che, se applicate, possono annullare i benefici delle limitazioni previste.

In Italia, confrontando i dati censuari del settore agricolo dal 1961 al 2015, si assiste ad una progressiva perdita della Superficie Agraria Utilizzata (SAU), passata da 18,4 a 12,4 milioni di ettari che ha interessato principalmente le superfici a seminativo (Fig. 1).

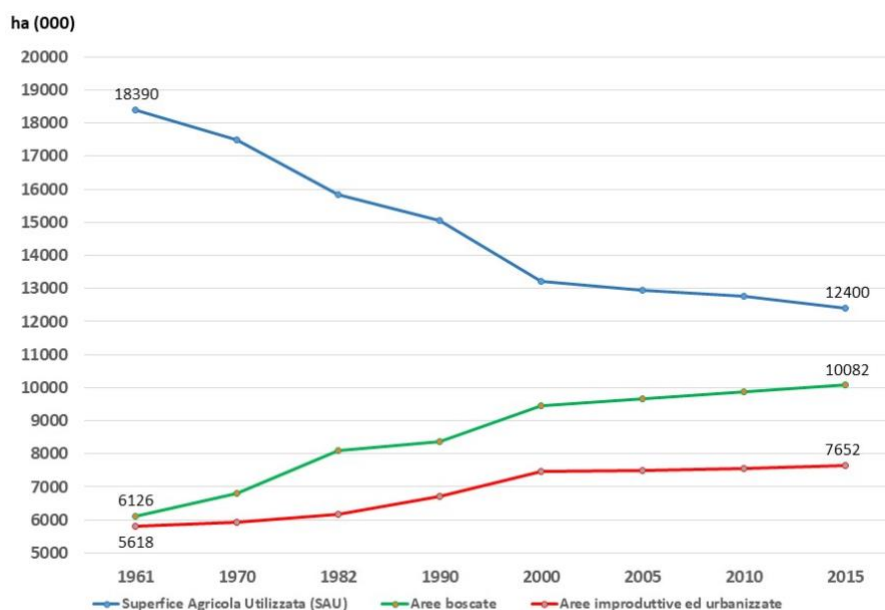


Figura 1. Variazione delle Superfici Agricole Utilizzate (SAU) e delle aree boscate ed improduttive dal 1961 al 2015. (Dati ISTAT, Censimenti Agricoltura).

La costante diminuzione della SAU è da attribuire alla cessata coltivazione delle terre meno produttive e marginali, molte delle quali sono state occupate da boschi e dall'espansione delle aree urbanizzate (Barberis, 2013). Infatti, le superfici improduttive sono passate da 5,6 a 7,7 milioni di ettari a cui ha contribuito la costante impermeabilizzazione urbana e viaria; quest'ultima ha prodotto un consumo di suolo che si attesta attualmente intorno al 7,3% e che, sulla base dei dati non ancora pubblicati del settimo Censimento dell'Agricoltura, si stima essere molto prossima allo 7,5% dell'intero territorio nazionale (SNPA, 2021).

- Strumenti per la valutazione e la gestione dei suoli

L'uso ottimale dei suoli, sia in ambito urbano, periurbano, agrario e forestale, e la valutazione delle limitazioni ad usi più o meno specifici di un determinato territorio deve essere effettuato attraverso la valutazione delle terre (*Land evaluation*) con opportune classificazioni e cartografie derivate. Il presupposto legato alla valutazione, e quindi alla programmazione delle terre, è rappresentato dalla conoscenza dei suoli, dei loro caratteri, qualità e distribuzione geografica. Le diverse finalità di programmazione portano l'attenzione su diversificati aspetti della valutazione, introducendo alcuni strumenti come il sistema di classificazione della capacità d'uso (*Land capability classification*) (Klingebiel and Montgomery, 1961), che si riferisce ad un'attitudine di un territorio non per specifiche colture o pratiche agricole, ma per ampi sistemi agro-silvo pastorali, in relazione al loro uso sostenibile. L'utilizzo della cartografia ottenuta dalla classificazione del territorio in funzione della capacità d'uso dei suoli nella pianificazione urbanistica poteva evidenziare, già nel passato, un'importante funzione normativa e di controllo del territorio considerando la zona agricola non più come marginale, ma alla stessa stregua di quelle residenziali, industriali, commerciali, turistiche. Tale funzione di vincolo non risultò politicamente applicabile alle amministrazioni comunali e quindi esistono pochi esempi di effettiva adozione (Bulgarelli et al., 1984; Pischetola, 2011). Poteva invece

rappresentare una grande opportunità di corretta pianificazione urbanistica definendo a priori e consapevolmente la diversa tipologia d'ambito e valorizzando la vocazionalità colturale dei suoli. La vocazionalità si può esprimere come attitudine del suolo all'uso per una determinata coltura, rilevando una accezione positiva che evidenzia il successo della coltura anche di elevata qualità oltre che produttivo. In questo momento, il riconoscimento della vocazionalità dei suoli è ricondotto al concetto di *terroir* dei vini, connotandone il territorio di produzione; molta strada deve essere ancora effettuata per le altre colture. Infatti, solo attraverso lo studio della vocazionalità dei suoli è possibile giungere al concetto di uso sostenibile delle terre (*sustainable land use*), applicando la coltura o la rotazione colturale per un periodo indefinito di tempo senza causare degradazione o depauperamento delle risorse. Quando l'uso e la gestione delle terre non è sostenibile si evidenzia la vulnerabilità del sistema acqua-suolo-pianta, evidenziando la tendenza del suolo a subire modificazioni irreversibili legata principalmente a forme di degrado quali erosione, compattazione, perdita di sostanza organica e biodiversità; se non arrestata, tale tendenza può portare alla desertificazione.

- Un caso di studio per evidenziare le trasformazioni territoriali avvenute nel tempo e le minacce di degrado intervenute

Inquadramento territoriale

L'area di studio si inserisce nel territorio di pianura della provincia di Bologna incardinato a sud sull'asse della via Emilia e comprendente le superfici dei Comuni di Imola, Mordano, Castel San Pietro Terme, Medicina, Molinella Ozzano Emilia, San Lazzaro di Savena, Castenaso, Bologna, Sala Bolognese, Calderara di Reno, Anzola Emilia, che si estendono per circa 1968 km² (Fig. 2).

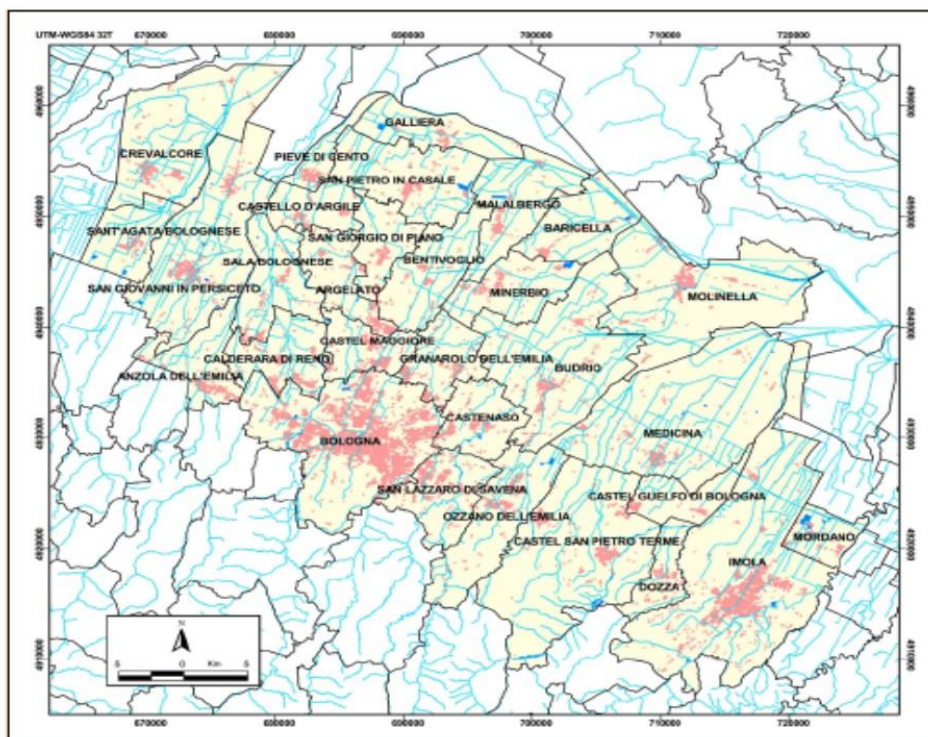


Figura 2. Inquadramento dell'area di studio corrispondente all'intera superficie della pianura della Provincia di Bologna.

Il sistema informativo geografico (GIS) utilizzato prevede il processo di raccolta e analisi dei dati geospaziali necessari allo sviluppo delle procedure, nonché alla produzione delle relative cartografie di corredo; le elaborazioni sono state svolte integralmente nell'ambiente Open Source del Desktop GIS QGIS, versioni 3.24. Il Sistema di riferimento adottato è ETRS89 / UTM Zone 32N (codice EPSG: 25832). Lo schema seguito è stato quello riportato in Figura 3.

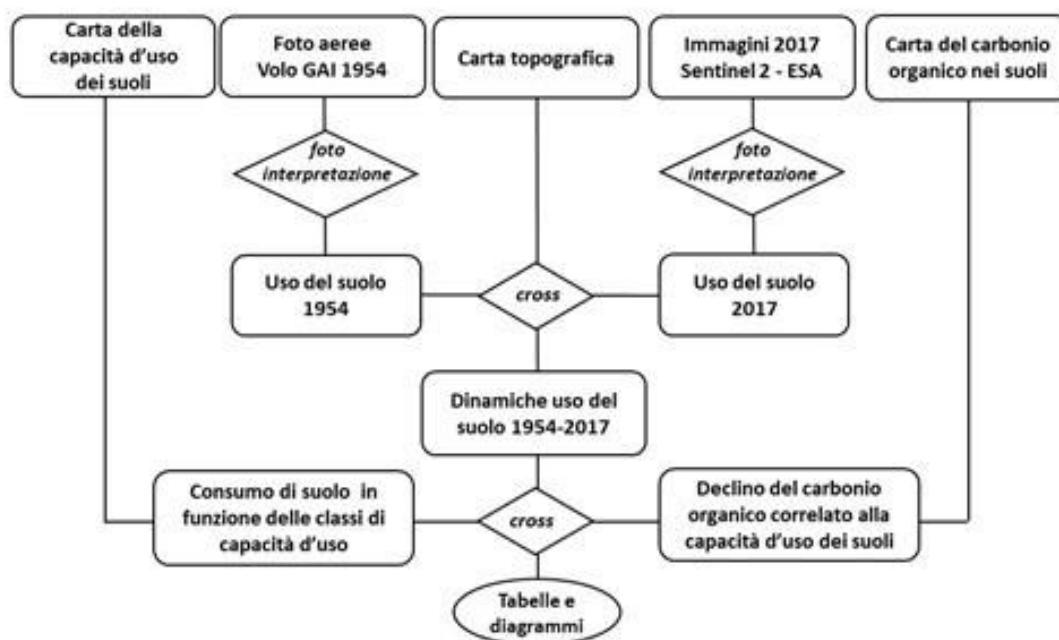


Figura 3. Rappresentazione schematica delle procedure utilizzate nel presente lavoro in ambiente QGIS.

La trasformazione dell'uso del suolo dal 1954 al 2019

I territori oggetto di studio sono stati frequentati già dalle popolazioni Etrusche e Romane, che misero in opera importanti attività di bonifica, il sistema della centuriazione romana che è ancora oggi presente e visibile, attestando la capillare organizzazione idraulica della pianura e la sistemazione agraria dei territori. Tra la fine del XIX e i primi anni del XX secolo, con la nascita dei Consorzi di Bonifica e l'utilizzo dei motori a scoppio, i territori hanno subito grandissime trasformazioni da un punto di vista idraulico, con la creazione di canali di bonifica con la regimentazione delle acque alte, provenienti dalle aree territoriali morfologicamente rilevate, e quella delle acque basse, aree territoriali morfologicamente depresse, che necessitano di pompe per il loro drenaggio e conferimento nei corpi idrici ricettori, morfologicamente più rilevati. Le opere di bonifica hanno cambiato il volto della pianura e nel 1954 l'uso del suolo agrario, all'intorno di pochi nuclei abitativi storici, era caratterizzato dai seminativi arborati che ne hanno caratterizzato il paesaggio agrario (Tassinari et al., 2008).

Dal 1976 al 2019 si verifica la contrazione di queste forme agrarie, introducendo in misura maggiore i seminativi (da 70.723 ha del 1954 a 129.086 del 2017) e un arroccamento dei frutteti specializzati nelle aree maggiormente vocate (11.631 ha del 1954 a 11.841 ha del 2017, con un forte incremento al 1976 e un decremento successivo). L'espansione dell'area urbana passa da 8025 ha del 1954 a 37.390 ha del 2019 (Tabella 1, Figura 4), mentre l'estensione boschiva

quadruplica nelle aree collinari, e i corpi d'acqua aumentano in pianura; questo ultimo dato può essere sicuramente ascrivito alla realizzazione di numerose casse di espansione realizzate per la messa in sicurezza idraulica della pianura, ma anche alla realizzazione di aree umide, in funzione delle politiche europee di rinaturalizzazione. Dal 2017 il comprensorio imolese evidenzia una spiccata intensivizzazione della frutticoltura, che scompare dagli altri territori di pianura.

Tabella 1. Superfici di uso del suolo misurate in quattro momenti temporali mediante interpretazione di immagini aeree e satellitari relative al territorio della pianura bolognese.

Tipologia uso del suolo	1954		1976		2003		2017	
	Ettari	%	Ettari	%	Ettari	%	Ettari	%
1. Aree urbane	8025	4	15121	8	28606	14	37390	19
2. Seminativi	70723	36	136682	69	137224	70	129086	66
3. Seminativi arborati	100747	51	11192	6	0	0	0	0
4. Frutteti	11631	6	24147	12	14573	7	11481	6
5. Boschi	2912	1	5328	3	7036	4	8127	4
6. Affioramenti litoidi	1737	1	1619	1	2186	1	1943	1
7. Corpi d'acqua	1052	1	2727	1	7193	4	8800	4
Totali	196827	100	196816	100	196818	100	196827	100

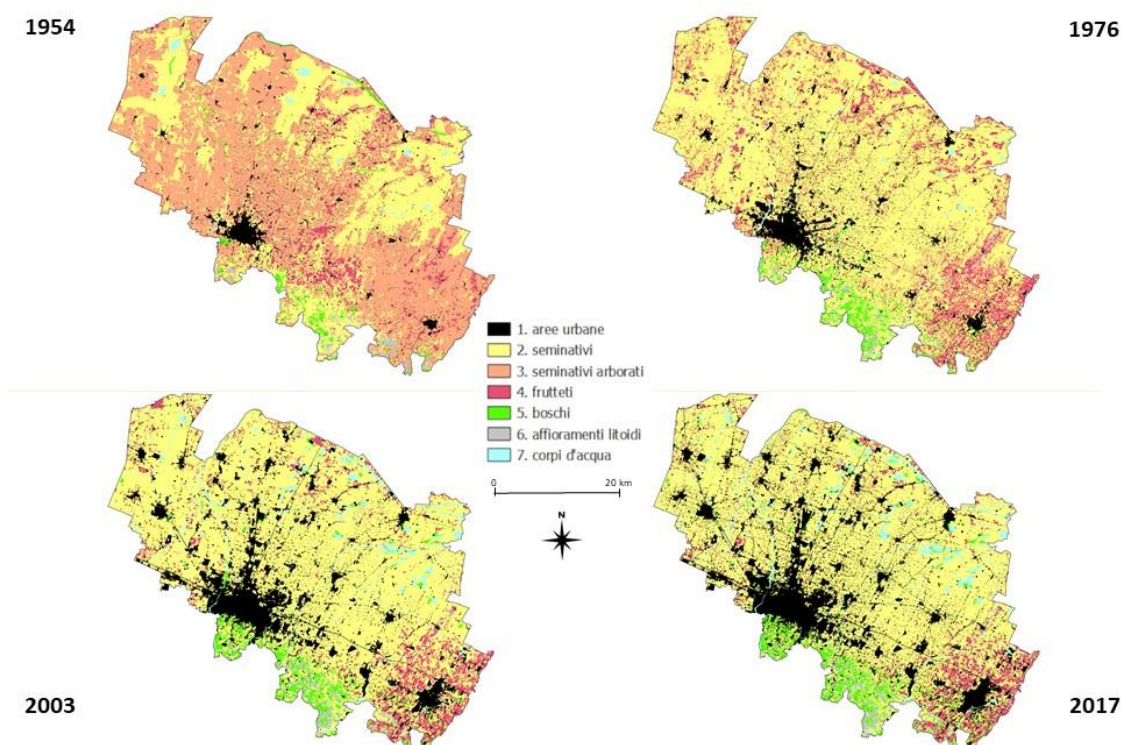


Figura 4. Rappresentazione della trasformazione dell'uso del suolo della pianura bolognese mediante confronto tra immagini aeree (1954-Volo GAI e 1976-Volo RER) e satellitari (2003-Landsat e 2017-Sentinel-2).

Il degrado del suolo passato e presente e la disponibilità di risorse

La Figura 5, ottenuta da una *Cross Tabulation* evidenzia le aree rosa in cui permane ad oggi l'uso del suolo del 1954. Si evidenzia come lo sviluppo del sistema insediativo, legato all'espansione sia dei piccoli che dei grandi nuclei storici, abbia reso il territorio della pianura bolognese un'ampia area periurbana, all'interno della quale si ha il permanere dei seminativi nelle aree maggiormente depresse e di recente bonifica, caratterizzati da suoli a tessitura fine, drenaggio rallentato e spesso interessati da incipiente idromorfia (classificati come *Ustic Endoaquert, mesic* (SSS, 2014) o *Haplic Vertisol (Endo stagnic)* (IUSS, 2015), non particolarmente vocati alla frutticoltura. Quest'ultima, infatti, ha trovato spazio in presenza di suoli vocati che sono caratterizzati da tessitura franca e buon drenaggio (classificati come *Udifluventic Haplustepts, fine loamy* (SSS, 2014) o *Fluvic Eutric Cambisol (Loamic)* (IUSS, 2015).

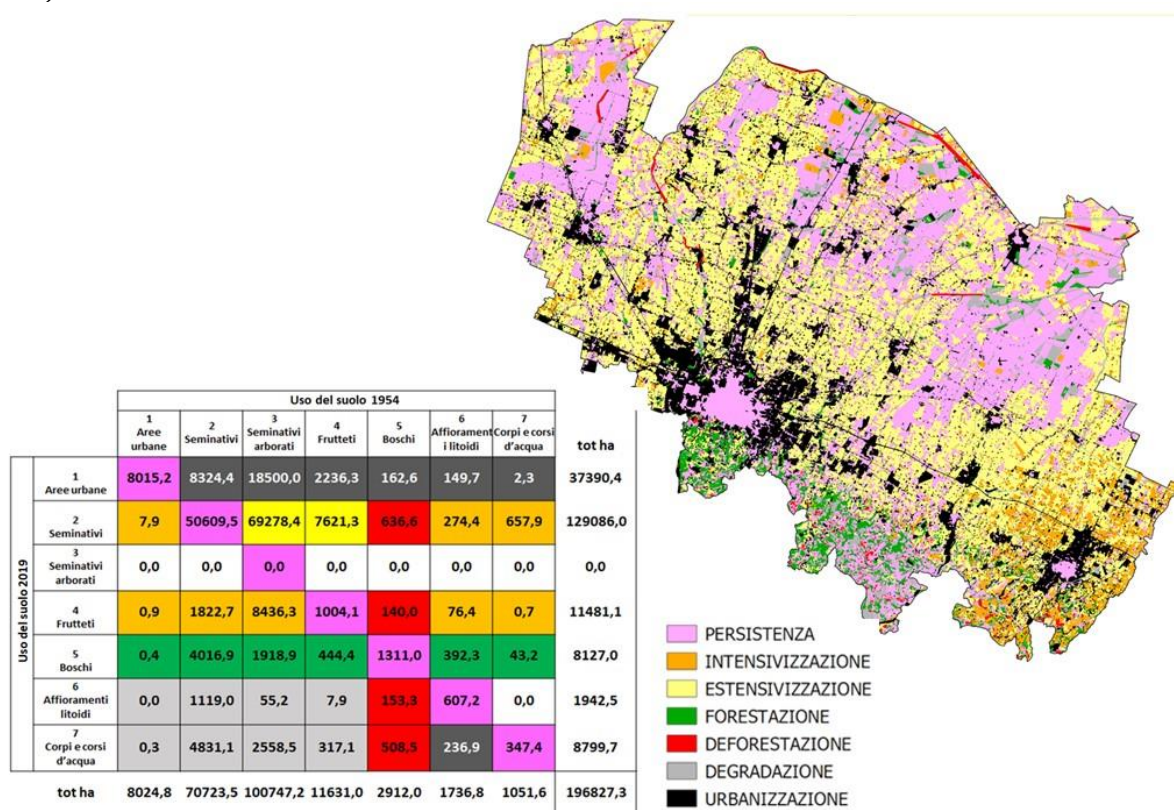


Figura 5. Carta e *Cross Tabulation* delle dinamiche di uso del suolo dal 1954 al 2017 nella pianura bolognese.

La fertile pianura bolognese è caratterizzata principalmente da suoli di prima e seconda classe di capacità d'uso (*Land capability classification*), e quindi con fattori limitanti esterni ed interni assenti o di lieve entità, che hanno subito un depauperamento per la crescente urbanizzazione che ha sottratto terreni agricoli di pregio con conseguente riduzione di produttività (Figura 6).

Capacità d'uso dei suoli		
Classe	Superficie iniziale	Superficie consumata per urbanizzazione
I	31926	3827
I/II	18754	4912
II	49803	10599
II/III	21173	3585
III	54154	4489
III/IV	1760	270
IV	959	154
V	902	115
Altre	17396	

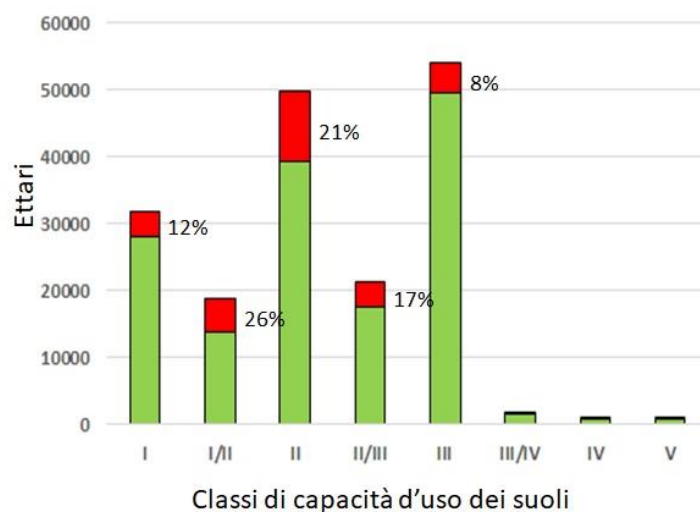


Figura 6. Superfici agricole distinte in classi di capacità d'uso dei suoli e relativo consumo delle stesse a causa dell'urbanizzazione.

I suoli delle aree periurbane di pianura, che non sono stati ancora impermeabilizzati, evidenziano gravi deficit di carbonio organico nei primi 30 cm di profondità (Figura 7). Si evidenzia, infatti, come vaste superfici ricadenti in I e II classe di capacità d'uso in realtà risultino deficitarie di carbonio organico (<0,8%).

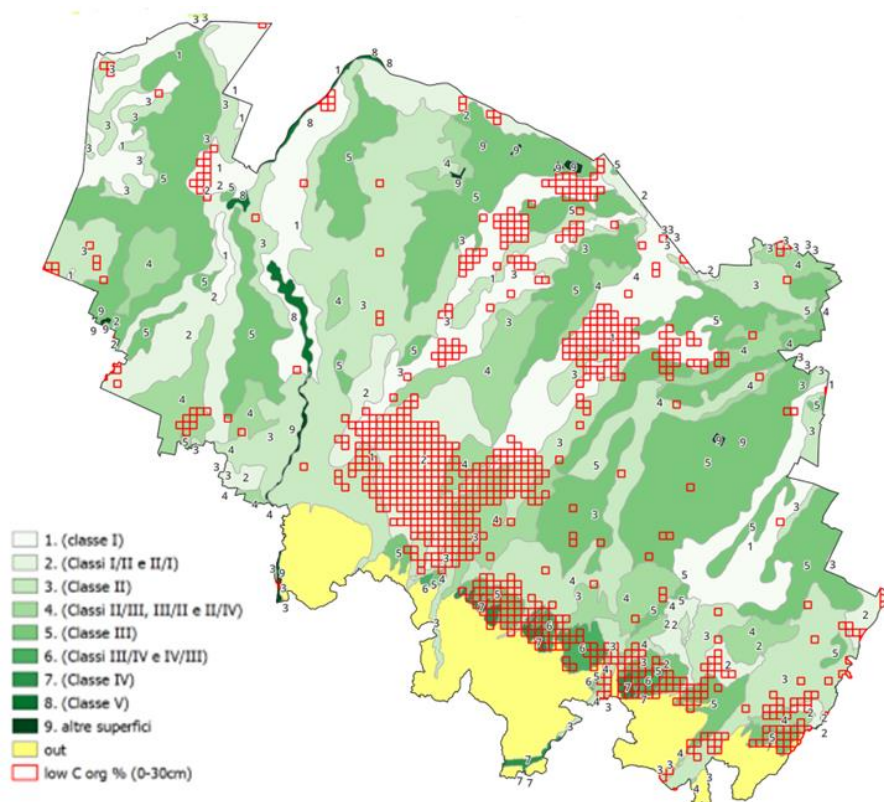


Figura 7. Aree deficitarie in carbonio organico (<0,8%) (retino rosso) riferire agli ambiti di capacità d'uso dei suoli.

Il depauperamento di C organico richiederebbe un declassamento della capacità d'uso dei suoli, avendo perduto questi le loro caratteristiche di fertilità naturale, considerando che la classe maggiormente rappresentativa è quella compresa tra 0,8 e 1,2% di carbonio organico.

Nel territorio rilevato, che è all'interno del Bacino Idrografico del Fiume Reno, il piano di adattamento della città di Bologna, sviluppato all'interno del Progetto Life BlueApp, evidenzia come siccità e carenza idrica, ondate di calore nelle aree urbane ed eventi estremi caratterizzati dall'alto rischio idrogeologico siano stati identificati come i principali fattori di vulnerabilità delle aree urbane e periurbane. La sicurezza idraulica della pianura dipende dagli interventi e dalle azioni di prevenzione del dissesto idrogeologico della montagna, tra cui la ricostituzione dei presidi agricoli delle aree interne. La regimazione delle acque in pianura si organizza attraverso una fitta rete di canali artificiali ad uso promiscuo, in quanto viene gestita contemporaneamente la sicurezza idraulica e l'approvvigionamento delle acque per scopo irriguo; inoltre, nei canali si raccolgono le acque di drenaggio dei suoli, oltre a quelle che derivano dai diversi scarichi urbani, industriali e artigianali. Il volume irriguo erogato, pari a circa 68 milioni di m³ annui, viene assorbito per circa il 32% per la coltivazione del mais, per l'11,5% da colture arboree, per l'11,0% dalla bietola, per l'8,4% dall'erba medica; il 10% è riservato alle aree umide. Negli anni 2021 e 2022, la siccità invernale che si è verificata nel nord Italia ha anticipato la stagione irrigua a febbraio/marzo per l'irrigazione del frumento, spostando in avanti nel tempo la semina di molte colture, e ha messo inoltre in evidenza la forte vulnerabilità dell'area legata sia al depauperamento della risorsa acqua sia all'inasprirsi dei processi di degradazione dei suoli.

Le acque di irrigazione, le cui concentrazioni in azoto e fosforo possono cambiare in funzione del distretto di alimentazione dei canali (Canale Emiliano Romagnolo, Fiume Reno e impianti di depurazione) evidenziano apporti di circa 4,9 a 30 kg/ha di fosfati solubili e azoto totale, con punte massime, in alcune aree, di 77 e 203 kg/ha, rispettivamente. Inoltre, i suoli delle aree periurbane dedite all'agricoltura vengono irrigati con acque che possono presentare caratteri di salinità, che presentano un valore medio di *Sodium Adsorption Ratio* (SAR) di 8, raggiungendo punte di 34, evidenziando l'innalzamento dei rischi di degrado del suolo. Con valori di SAR 8, il pericolo medio per i suoli è da debole a moderato ma, in ogni caso, con SAR > 6 bisogna fare attenzione alle colture più sensibili alla salinità (frutta, noci, agrumi, avocado, fagioli). Il SAR è strettamente correlato alla conducibilità elettrica (CE) dell'acqua, che presenta valori medi di 0,8 dS/m, con punte di 2,5 dS/m, che possono aumentare il rischio di salinizzazione secondaria dei suoli.

Conclusioni

I suoli delle aree periurbane che non sono stati ancora interessati da impermeabilizzazione dovuta alla continua espansione di infrastrutture e insediamenti sono minacciati da molteplici forme di degrado. La più evidente e pericolosa è il depauperamento della sostanza organica e la conseguente perdita di biodiversità, che nello scenario di forte siccità ed innalzamento delle temperature può portare a desertificazione. Lo sbilanciamento dei cicli biogeochimici dei nutrienti dovuto principalmente alla concimazione inorganica, cui si aggiunge l'apporto di elementi nutritivi con le acque di irrigazione, solitamente non computato, deve essere impedito mettendo in atto una politica che favorisca l'apporto di materiale organico al suolo di buona qualità e di diversa composizione in funzione delle condizioni ecofisiologiche del suolo, legate all'attività delle comunità microbiche. Le attività delle comunità microbiche devono essere in grado di portare i suoli verso un nuovo "climax", di sequestrare carbonio, di mantenere la

biodiversità genetica e funzionale e di favorire la produzione di alimenti in quantità e qualità. Tutte queste azioni devono essere quindi programmate in funzione della tipologia dei suoli e delle loro condizioni ecofisiologiche, gestite attraverso una cartografia derivata e da un idoneo sistema informativo geografico (GIS), strumenti utili per permettere una progettualità sostenibile dei territori.

Bibliografia

- Barberis C. (a cura di) (2013) Capitale umano e stratificazione sociale dell'Italia agricola secondo il 6° Censimento Generale dell'Agricoltura 2010. Istituto Nazionale di Statistica. ISBN: 978-88-458-1758-8.
- Bulgarelli L., Calzolari M., Casalicchio G., Giorgi G., Vianello G. (1984) La capacità d'uso dei suoli nel processo di pianificazione. Analisi condotte per la formazione del nuovo PRG di Savignano sul Panaro. P.F. CNR-IPRA, pubbl. n. 179, Collana di Orientamenti Geomorfologici ed Agronomico-Forestale, Pitagora Ed, Bologna. ISBN 88-371-0301-8.
- CEC- Commission of the European Communities (2006) Thematic Strategy for Soil Protection. Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions [SEC(2006)620] [SEC(2006)1165].
- CNR – Consiglio Nazionale delle Ricerche (1987) Interazione e competizione dei sistemi urbani con l'agricoltura per l'uso della risorsa suolo: il quadro regionale in Emilia-Romagna. P.F. I.P.R.A. Pubblicazione n. 1284, pp. 285. Collana di Orientamenti Geomorfologici ed Agronomico –Forestali, Pitagora Editrice Bologna. ISBN 88-371-0400-6.
- CNR – Consiglio Nazionale delle Ricerche (1988) Interazione e competizione dei sistemi urbani con l'agricoltura per l'uso della risorsa suolo. P.F. I.P.R.A. Monografia n. 29, pp. 827. Collana di Orientamenti Geomorfologici ed Agronomico –Forestali, Pitagora Editrice Bologna. ISBN 88-371-0459-6.
- EU - European Commission (2019) European Green Deal. COM (2019) 640 final.
- EU - European Commission (2021) Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. EU Soil Strategy for 2030: Reaping the benefits of healthy soils for people, food, nature and climate. COM (2021) 699 final.
- Klingebiel A.A., Montgomery P.H. (1961) Land Capability Classification. Agriculture Handbook, No 210, Soil Conservation Service, USDA.
- ISTAT (2017) Forme, livelli e dinamiche dell'urbanizzazione in Italia. ISBN: 978-88-458-1916-2.
- IUSS Working Group WRB (2015) World Reference Base for Soil Resources 2014, update 2015 International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Rome.
- Pischetola A. (2011) La destinazione urbanistica dei terreni ricadenti in "zone bianche" ed applicabilità delle agevolazioni fiscali previste per i terreni "agricoli". Consiglio Nazionale del Notariato Studio n. 178-2011/T.
- SNPA - Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (2021) Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Report n. 22/2021. ISBN: 978-88-448-1059-7.
- SSS - Soil Survey Staff (2014) Keys to Soil Taxonomy, 12th ed. USDA-Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
- Tassinari P. (a cura di) (2008) Le trasformazioni dei paesaggi nel territorio rurale: le ragioni del cambiamento e possibili scenari futuri. Gangemi Editore, Roma. ISBN 978-88-492-1552-6.

Verde, foreste urbane e benessere della popolazione

Salbitano F.¹, Ferrini F.¹, Laforteza R.²

¹Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali, Università degli Studi di Firenze

²Dipartimento di Scienze del suolo, della pianta e degli alimenti (Di.S.S.P.A.), Università degli Studi di Bari "Aldo Moro"

Riassunto

La salute, secondo l'Organizzazione mondiale della sanità, è lo "stato di completo benessere fisico, psichico e sociale e non la semplice assenza di malattia". Gli spazi verdi urbani offrono una serie di benefici di fondamentale importanza per il benessere e la qualità della vita dei cittadini. Il presente contributo esplora le relazioni positive fra spazi verdi, foreste urbane e salute umana nonché le implicazioni per le politiche delle città per ottimizzare tali relazioni.

Abstract

According to the World Health Organization, health is the "state of complete physical, mental and social well-being and not the mere absence of disease". Urban green spaces offer a series of benefits of fundamental importance for the well-being and quality of life of citizens. This contribution explores the positive relationships between green spaces, urban forests and human health as well as the implications for city policies to optimize these relationships.

Keywords: *Urban forest, urban green spaces, green infrastructure, one eco health, human wellbeing*

Introduzione

La salute è un diritto fondamentale tutelato dalla Costituzione italiana (art. 32), definita, dalla Organizzazione Mondiale della Sanità nella sua costituzione del 1947, lo "stato di completo benessere fisico, psichico e sociale e non semplice assenza di malattia". Una definizione visionaria rispetto a quanto sarebbe avvenuto, nei decenni subito successivi, con l'apoteosi della medicina specialistica fondata sulla farmacologia. Medicina che, comunque, ha portato a un epocale cambiamento delle aspettative di salute e di vita di una gran parte della popolazione globale.

La sanità pubblica ufficiale adotta una lettura ambivalente dell'ambiente naturale. Da una parte, e comunque in modo decisamente prevalente fino a pochi anni fa, i fattori ambientali vengono considerati in modo assolutamente negativo in virtù della generazione potenziale e reale di rischi dovuti alla presenza di agenti infettivi, alla ricorrenza di eventi atmosferici e catastrofici estremi, al pericolo di danni fisici dovuti ad agenti non perfettamente controllati in un ambiente, del tutto teorico, perfettamente asettico. D'altra parte, negli ultimi decenni si è consolidata la consapevolezza delle relazioni positive fra salute degli esseri umani e ambiente in cui vivono.

Questa ambivalenza è esaltata negli ambienti urbani, ossia nei luoghi in cui vive la maggioranza della popolazione umana. Nelle città, l'ambiente in cui vivono gli organismi, umani e non, è fortemente modificato rispetto agli habitat naturali in cui si sono evolute, nel corso di milioni di anni, le popolazioni di specie animali e vegetali, compreso l'uomo. Già questa considerazione di carattere evolutivo e adattativo, terribilmente semplice, impone delle riflessioni rispetto a come affrontare il tema di salute e benessere in città. D'altra parte, dal

punto di vista squisitamente naturalistico, vi è più distanza fra un villaggio di capanne in una foresta tropicale e un centro commerciale di quanta ve ne sia fra quest'ultimo e una stazione spaziale.

Nel 2050 due persone su tre nel mondo avranno scelto di vivere in città. (UN, 2019).

Sono numerosi gli studi che dimostrano che vivere in città genera problemi di salute, spesso completamente inaspettati e nuovi. La vita in città fa aumentare i livelli di stress e il rischio di soffrire di disturbi mentali e neurologici, ha effetti potenzialmente negativi su cuore e polmoni, pone problemi evidenti nello sviluppo delle epidemie, fino a trasformarle in crisi pandemiche e può addirittura compromettere lo sviluppo cognitivo oltre che favorire gli effetti di patologie legate a disfunzioni endocrinologiche e nutrizionali, come, ad esempio, il diabete (Geronimus, 2000; WHO, 2008).

Ciò che viene più recentemente proposto e comunemente accettato in sede di WHO, è l'urgenza di adottare un approccio olistico e integrato nell'indirizzare i temi della salute e del benessere. In questo modo sarà possibile ridurre gli effetti negativi, reali o potenziali che siano, dell'ambiente naturale e, al contempo, ottimizzarne gli aspetti positivi. Questo è, fra gli altri il significato di sviluppare forme di città in cui il ruolo dei sistemi naturali venga riconosciuto non come un accessorio ma come base fondante per le politiche, la governance, la pianificazione e la progettazione urbana (Fig. 1).

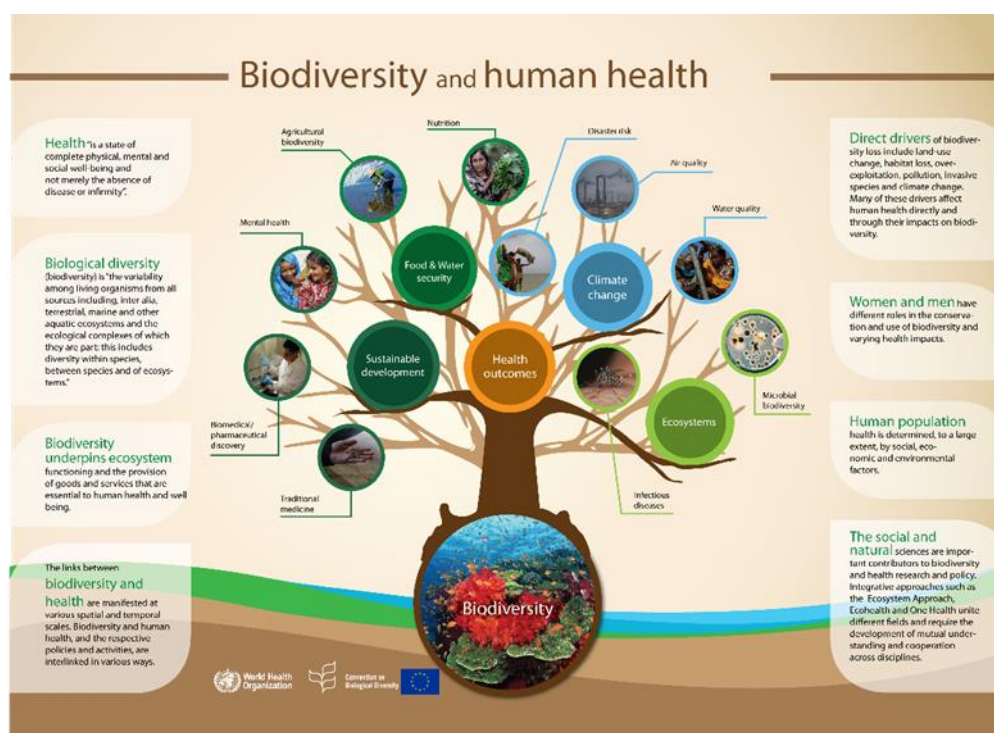


Figura 1. Biodiversità e salute umana (tratto da: Romanelli et al. 2015)

Negli ultimi due decenni sono emersi due approcci alla salute basati su una comprensione approfondita della complessità della salute umana in relazione alla salute ambientale: One Health and EcoHealth (Harrison et al., 2019).

Secondo queste due prospettive, la dinamica epidemiologica e lo stato di salute specifica di una persona o di una comunità, devono essere studiate e interpretate alla luce delle

interconnessioni ecologiche, socioeconomiche e culturali che determinano le caratteristiche mutevoli dei contesti di vita (Roger et al., 2016).

One Eco-Health, sintesi dei due approcci, guarda alla salute della persona e delle comunità come intimamente connessa alla salute degli ecosistemi: nella traiettoria di mantenimento dinamico e miglioramento della salute ambientale si rintracciano le caratteristiche basilari per la salute ed il benessere umano.

Il significato degli spazi verdi urbani per il benessere e la salute mentale

Molteplici studi afferenti a un ampio spettro di discipline hanno evidenziato la tendenza dell'essere umano a preferire scene e ambientazioni dove c'è una sostanziale presenza di elementi naturali, come piante, alberi e acqua (ad esempio, Van den Berg et al., 2007). Secondo una visione condivisa nella comunità scientifica, tale preferenza può essere spiegata attraverso un meccanismo evolutivo, che ha selezionato la capacità umana di apprezzare quegli elementi nei loro contesti di vita che compongono un ambiente più adatto alla sopravvivenza, fornendo cibo, riparo dai predatori.

Gli spazi verdi urbani, di qualsiasi tipo, forma, dimensione o grado di naturalità, offrono una serie di benefici reali di fondamentale importanza per gli abitanti delle città. D'altra parte sono proprio questi ambienti, insieme ai corpi idrici, a costituire la rete vitale di spazi aperti che, in connessione diretta con i suoli, sostiene la stessa possibilità di vita nelle città. È la natura che ospita le città, non il contrario.

Già negli anni '80 erano stati studiati da Ulrich (1984) gli effetti positivi della vista del verde e della natura sul recupero post-chirurgico. Successivamente, Hartig e Cooper-Marcus (2006) hanno approfondito le potenziali influenze dei giardini terapeutici per migliorare le esperienze di salute dei pazienti mentre de Vries et al. (2003) ha messo in evidenza che vivere vicino spazi verdi è positivamente associato a diversi indicatori di salute, e questa relazione è ancora più forte per gruppi specifici di residenti, come casalinghe e anziani.

Negli stessi anni, Korpela e Ylén (2007) hanno avviato studi sulle relazioni fra la tendenza a scegliere luoghi naturali quali preferiti la asserzione di percezione positiva della salute personale. Frequentare foreste urbane e altre componenti delle infrastrutture verdi è stata anche associata alla auto-valutazione del benessere soggettivo (Lafortezza et al. 2009) e al recupero delle funzioni cognitive (Berman et al. 2008). In particolare, le funzioni di recupero e di miglioramento degli stati di stress sono favoriti da setting naturali dove la biodiversità percepita (e non misurata) è elevata (Carrus et al. 2015). Più recentemente sono stati condotti numerosi studi dove si è verificato che “essere” o “tornare” in contatto con la natura influisce positivamente sullo sviluppo cognitivo, sull'emozionalità positiva e sulla promozione di comportamenti sociali collaborativi nei bambini così come negli adulti (ad esempio, Taylor et al. 2002; Guéguen e Stefan 2014; Carrus et al. 2015; Amoly et al. 2015; Dadvand et al. 2015).

Verde urbano e foreste come servizi ecosistemici

I rapporti fra verde, foreste urbane e salute possono essere iscritti nel quadro dei servizi ecosistemici. Gli ecosistemi e gli habitat naturali e semi-naturali, grazie alla loro struttura ed al loro funzionamento, determinano processi trasformativi nell'ambiente fisico e biotico che vengono percepiti come benefici (FAO, 2016) dagli individui e dalle comunità. I servizi ecosistemici legati alla salute e al benessere umano possono essere ascritti ai servizi culturali,

di regolazione e di supporto. Infatti, le modalità di manifestazione di tali benefici possono essere di tipo diretto o indiretto ed essere attivi in fase di prevenzione del rischio di insorgenza di stati patologici, in fase di terapia effettiva così come in ambito di accompagnamento terapeutico.

Un primo aspetto da sottolineare è la possibilità di svolgere l'attività fisica spontanea quale componente fondamentale della salute umana e ben relazionata con i luoghi verdi delle città. Per attività fisica, infatti, non intendiamo un'attività strutturata in palestra o in condizioni indoor ma un'attività informale, all'aperto, fondamentale per il benessere e per la salute: pensate unicamente alla possibilità di ossigenare meglio il sangue o di ridurre l'insorgenza causale di obesità infantile a sua volta interrelata con patologie cardiache.

Ulteriore aspetto emergente riguarda l'aumento di incidenza delle cosiddette malattie non trasmissibili fra cui le sindromi cardiocircolatorie e respiratorie, le forme tumorali ad induzione ambientale, il diabete, i disturbi di tipo neurocognitivo maggiore con demenza degenerativa, presenile (ad es. Alzheimer) o senile, o le malattie neurodegenerative quali il morbo di Parkinson: si tratta di patologie in forte incremento e considerate particolarmente tipizzate su condizioni ambientali e stili di vita urbani (Fig. 2).

Cosa possono fare il verde e le foreste urbane? Possono ridurre il rischio di disturbi cardiaci, contribuire a ridurre l'obesità, in particolare quella infantile, grazie alla maggiore disponibilità di siti per attività fisica informale; contribuiscono, sia grazie all'attività fisica che alle migliori performance respiratorie, ad abbassare l'incidenza del diabete. Della esposizione al verde possono beneficiare gli ammalati di tumore al colon, al seno e alla prostata. Un ulteriore aspetto da non ignorare è la possibilità di disporre in natura di rimedi derivati da piante contenenti principi attivi analoghi o vicarianti rispetto a quelli contenuti nei farmaci convenzionali.

La presenza di ambienti naturali e foreste in città ha una forte componente di regolazione che facilita la prevenzione di alcune patologie. Così, la riduzione di inquinanti e polveri sottili aiuta a limitare l'insorgenza di malattie respiratorie e la mitigazione dei picchi termici contribuisce in modo sostanziale a prevenire l'insorgenza di patologie da calore in città sempre più calde nella stagione estiva. Contributi di cura diretti riguardano invece la terapia immersiva (la terapia forestale per affrontare e lenire stati depressivi e di deficit cognitivi, Meneguzzo e Zabini, 2020), l'accompagnamento terapeutico (recupero o e capacità ristorativa), il sostegno psicologico e psicofisico, la sopportabilità di stati di severità patologica (ad esempio i giardini dell'Alzheimer) e di problematicità esistenziale acuta per infermi o per congiunti di malati terminali: questi sono i principali settori di attenzione di ricerca e di interesse culturale nelle relazioni fra alberi, foreste, spazi verdi e salute (Tab. 1).

È importante ricordare anche i disservizi ecosistemici ossia gli effetti nocivi per la salute umana determinati dalle componenti ambientali. Sappiamo che alcune piante sono allergeniche oppure che alcuni habitat possono ospitare organismi tossici o potenzialmente nocivi: le attività di ricerca volte a migliorare le conoscenze di tali disservizi è fondamentale per evitare, già in sede di progettazione, criticità indotte da un uso sbagliato di specie vegetali potenzialmente dannose per la salute umane. In ambito gestionale possiamo dire che sarà necessario limitare e rendere inaccessibili habitat che possano sviluppare organismi tossici o nocivi, ad esempio popolazioni di zecche o di insetti urticanti (Klimas et al., 2016).

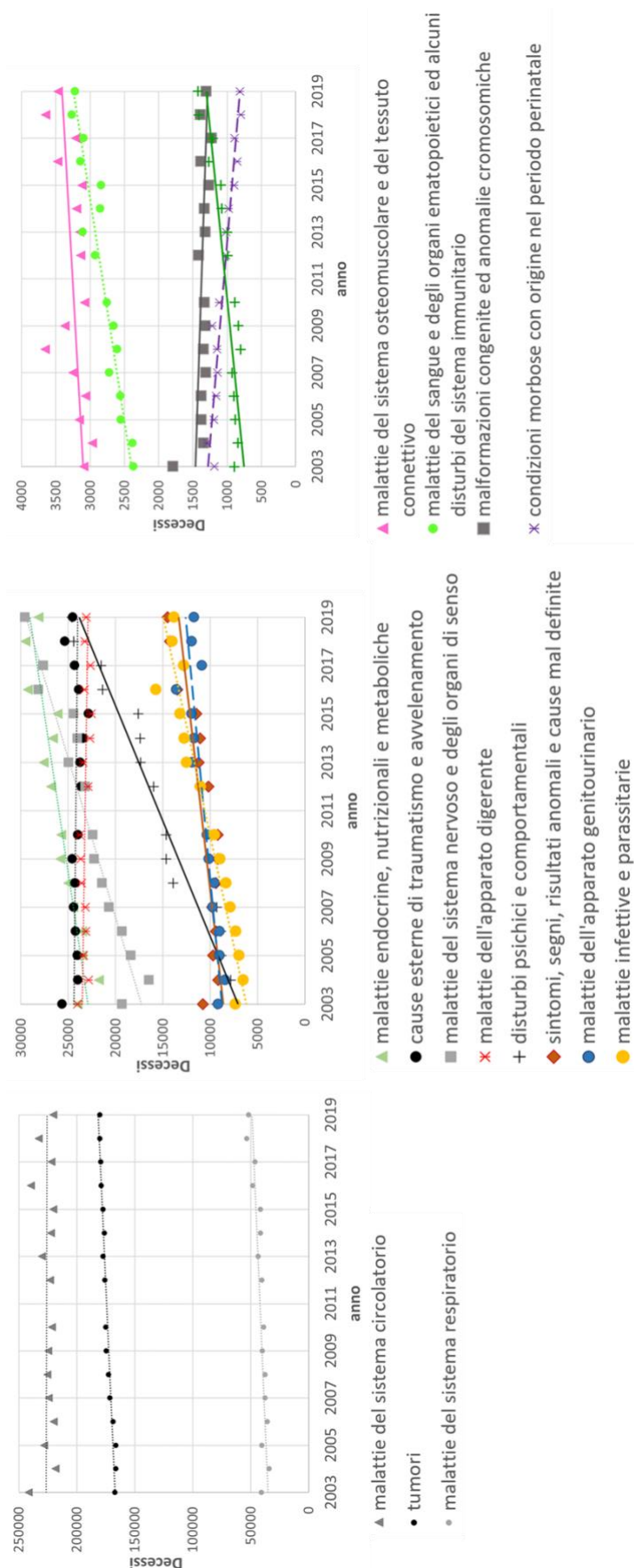


Figura 2. Trend delle cause primarie di morte in Italia dal 2003 al 2019. Rielaborato da dati Istat (http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCIS_CMORTEM#). Accesso 7 gennaio 2023

Tabella 1. Importanza della disponibilità e dell'accesso di alberi, foreste e verde urbano in relazione alla presenza di verde e di foreste in città. (Elaborazione originale degli autori)

Fase di interesse	Condizioni favorevoli indirettamente influenti sull'insorgenza della malattia	Prevenzione	Intervento Terapeutico	Accompagnamento Terapeutico	Recupero e riabilitazione
Malattie European Short List					
malattie del sistema circolatorio					
tumori					
malattie del sistema respiratorio					
malattie endocrine, nutrizionali e metaboliche					
cause esterne di traumatismo e avvelenamento					
malattie del sistema nervoso e degli organi di senso					
malattie dell'apparato digerente					
disturbi psichici e comportamentali					
malattie dell'apparato genitourinario					
malattie infettive e parassitarie					
malattie del sistema osteomuscolare e del tessuto connettivo					
malattie del sangue e degli organi ematopoietici ed alcuni disturbi del sistema immunitario					
malformazioni congenite ed anomalie cromosomiche					
condizioni morbose con origine nel periodo perinatale					
malattie della cute e del tessuto sottocutaneo					
Legenda					
Effetto		Ininfluyente		Importante	
		Modesto		Molto importante	

Malattie trasmissibili

Finora ci siamo prevalentemente soffermati sul contributo che verde e foreste urbane possono dare alla prevenzione e gestione di malattie non trasmissibili.

Alla luce di quanto premesso, ovvero della valutazione negativa che la medicina ufficiale ha spesso dato degli ambienti naturali per la potenziale esposizione a microbi o altri agenti che possono provocare malattie trasmissibili o da spill over, possiamo ragionevolmente chiederci se ciò sia un capitolo non modificabile dei rapporti fra verde e salute.

Le malattie trasmissibili possono passare, direttamente o indirettamente, da persona a persona e da organismi vettori (piante, animali, funghi, batteri) alle persone. Alcuni sono trasmessi attraverso punture di insetti mentre altri sono causati dall'ingestione di cibo o acqua contaminati. Una dimensione da considerare, nel valutare i rapporti tra natura nelle città e malattie trasmissibili, riguarda i microbiomi della vita quotidiana.

Negli ultimi anni è emerso una convergenza di evidenze scientifiche sul fatto che le funzionalità degli ecosistemi diminuiscono con la perdita di biodiversità (Naeem et al., 2009). La salute umana può essere influenzata negativamente dalla perdita di biodiversità poiché gli ecosistemi con biodiversità ridotta sono meno efficaci nel fornire servizi ecosistemici, come la sequestrazione del carbonio, la performance del ciclo dei nutrienti, la resistenza alla siccità e la regolazione del microclima urbano, la produzione di cibo sano, su cui si basano gli esseri umani.

Le specie serbatoio di patogeni o vettori tendono a persistere anche quando la diversità è ridotta e assumono caratteri di preminenza assoluta nelle comunità ecologiche. Di conseguenza,

le specie che vivono in comunità ecologiche con elevata diversità tendono a diluire l'effetto delle specie serbatoio e ridurre il rischio di malattia.

Nei sistemi patologici in cui le specie variano nella loro suscettibilità all'infezione da parte di un agente patogeno, una maggiore diversità spesso si traduce in un minor rischio di malattia (Keesing & Ostfeld, 2021; Keesing et al., 2021). Questo è definito "l'effetto di diluizione" e agisce sui processi a diversi livelli del ciclo della malattia (Khalil et al., 2016). Il quadro dell'effetto di diluizione nei sistemi zoonotici è stato sviluppato, ad esempio, per il sistema della malattia di Lyme trasmessa dalle zecche (Schmidt & Ostfeld, 2001). L'"effetto di diluizione" dell'elevata diversità è stato studiato nelle malattie delle piante e della fauna selvatica, ma è noto anche per essere diffuso nei patogeni umani (Khalil et al., 2016).

Ecosistemi e habitat "in forma" garantiscono, in definitiva, un migliore controllo potenziale di specie che possono facilitare l'insorgenza e la crescita esponenziale di malattie trasmissibili e infettive.

Spazi verdi urbani e mortalità precoce

Secondo quanto emerge da una revisione sistematica e da una meta-analisi dei lavori presenti in letteratura (Rojas-Rueda et al. 2019), il verde può proteggere da tutte le cause di mortalità prematura. In nove casi di studio sviluppati in sette paesi su un totale di oltre otto milioni di persone, si evidenzia l'impatto dell'aumento delle aree verdi sulla riduzione della mortalità precoce.

L'analisi appare di fondamentale importanza se pensiamo che oltre la metà (e la percentuale arriverà al 70% nel 2050) della popolazione mondiale vive in aree urbane dove spesso mancano aree verdi realmente fruibili. Ciò è legato all'effetto positivo sul nostro benessere psicofisico della disponibilità di ambienti naturali alla porta di casa. La riduzione dello stress, il miglioramento della salute mentale, l'abbassamento e il controllo dei fattori predisponenti il rischio di malattie cardiovascolari, l'influenza positiva sui problemi del metabolismo consentono una diminuzione dell'incidenza potenziale (e reale) di morte prematura.

Questo è il motivo per cui il team di ricerca dell'IS Global ha deciso di riassumere le prove disponibili e concentrarsi su studi che seguono la stessa coorte di individui per diversi anni. Per questo hanno utilizzato una semplice misura dell'esposizione allo spazio verde, l'NDVI, sulla base di immagini satellitari. L'NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) è un indice di vegetazione normalizzato ed è il principale indicatore da satellite della presenza di vegetazione sulla superficie terrestre e del suo evolversi nel tempo. Sulla base di questo indicatore che varia da -1 (assenza di vegetazione a causa della densità urbana) a +1 (ipotesi di copertura totale, ma in genere non si arriva mai al valore massimo, anche se le foreste pluviali temperate e tropicali in salute si avvicinano molto) hanno considerato la mortalità prematura per tutte le cause.

La meta-analisi di questi studi ha rilevato che un aumento del verde intorno alle case è significativamente associato a una ridotta mortalità prematura. Nello specifico, lo studio fornisce una stima dell'effetto protettivo: una riduzione del 4% della mortalità prematura per ogni incremento di 0,1 del valore dell'NDVI, entro 500 metri dalla residenza.

Per questo motivo si stanno attualmente applicando i risultati della suddetta meta-analisi per stimare il numero di morti premature che potrebbero essere prevenute nelle città di tutto il mondo se le città stesse raggiungessero il loro ambizioso obiettivo di aumentare le infrastrutture verdi.

Conclusioni

Il verde e le foreste urbane hanno un ruolo decisivo sulla salute umana nelle città in cui viviamo e lo avranno in maniera sempre più sostanziale. Vi sono ancora molti settori di ricerca da esplorare ed è sempre più evidente la necessità di integrare le prospettive scientifiche di più discipline. Al di là però delle questioni meramente mediche ed ecologiche, sono necessari sforzi notevoli per integrare i temi di relazione fra natura in città e salute nella pianificazione, progettazione e gestione delle città. È sempre più evidente, anche in questo caso, quanto sia urgente una trasformazione paradigmatica della governance urbana volta a mettere al centro il verde e la natura in città come servizi di supporto alla vita e al benessere delle comunità. Così sono necessarie azioni di co-progettazione e costruzione di capacità in tutti i livelli delle società urbane: dal livello strategico delle decisioni e delle politiche al livello tattico delle professioni e delle tecniche fino al livello più vasto e, senza dubbio, più importante della consapevolezza profonda e diffusa della società civile.

Bibliografia

- Amoly E., Dadvand P., Forns J., López-Vicente M., Basagaña X., Julvez J., Alvarez- Pedrerol M., Nieuwenhuijsen M.J., Sunyer J., 2015. Green and blue spaces and behavioral development in Barcelona schoolchildren: the BREATHE Project. *Environ. Health Perspect.*, 122 (12): 1351-1358. <https://doi.org/10.1289/ehp.1408215>
- Berman M.G., Jonides J., Kaplan S., 2008. The cognitive benefits of interacting with nature. *Psychol. Sci.*, 19: 1207-212. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9280.2008.02225.x>
- Carrus G., Scopelliti M., Laforteza R., Colangelo G., Ferrini F., Salbitano F., Agrimi M., Portoghesi L., Semenzato P., Sanesi G., 2015. Go greener, feel better? The positive effects of biodiversity on the wellbeing of individuals visiting urban and peri-urban green areas. *Landsc. Urban. Plan.*, 134: 221-228. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2014.10.022>
- Dadvand P., Bartoll X., Basagaña X., Dalmau-Bueno A., Martinez D., Ambros A. et al., 2016 - Green spaces and general health: roles of mental health status, social support, and physical activity. *Environ. Int.*, 91: 161-167. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2016.02.029>
- de Vries S., Verheij R.A., Groenewegen P.P., Spreeuwenberg P., 2003. Natural environments - healthy environments? An exploratory analysis on the relationship between greenspace and health. *Environ. Plann. A.*, 35 (10): 1717-1731. <https://doi.org/10.1068/a35111>
- FAO, 2016. Guidelines on urban and peri-urban forestry. By F. Salbitano, S. Borelli, M. Conigliaro and Y. Chen. FAO Forestry Paper No. 178. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Geronimus A.T., 2000. To mitigate, resist, or undo: addressing structural influences on the health of urban populations. *American Journal of Public Health*, June 2000, 90 (6): 867-872. <https://doi.org/10.2105/AJPH.90.6.867>
- Guéguen N., Stefani J., 2014. "Green altruism" short immersion in natural green environments and helping behavior. *Environ. Behav.*, 48 (2): 324-342. <https://doi.org/10.1177/0013916514536576>
- Harrison, S., Kivuti-Bitok, K., Macmillan, A., Priest, P. 2019. EcoHealth and One Health: A theory-focused review in response to calls for convergence. *Environment International* 132, 105058
- Hartig T., 2004. Restorative environments. In: Spielberger C. (ed.) *Encyclopaedia of applied psychology*, Vol 3. Elsevier/Academic, San Diego, pp. 273-278. <https://doi.org/10.1016/B0-12-657410-3/00821-7>
- Hartig T., Cooper-Marcus C., 2006. Healing gardens-places for nature in health care. *Lancet*, 368: S36-S37. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)69920-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)69920-0)
- Keesing F., Belden LK, Daszak P, et al. (2010) Impacts of biodiversity on the emergence and transmission of infectious diseases. *Nature* 2010; 468: 647–52.
- Keesing, F., Ostfeld, R.S. (2021). Impacts of biodiversity and biodiversity loss on zoonotic diseases. *Proceedings of the National Academy of Sciences* Apr 2021, 118 (17) e2023540118; DOI: 10.1073/pnas.2023540118
- Khalil, H., Ecke, F., Evander, M., Magnusson, M., Hörnfeldt, B. (2016) Declining ecosystem health and the dilution effect. *Scientific Reports*. 6:31314 DOI: 10.1038/srep31314
- Klimas C., Williams A., Hoff M., Lawrence B., Thompson J., Montgomery J., 2016. Valuing Ecosystem Services and Disservices across Heterogeneous Green Spaces. *Sustainability*, 8 (9): 853. <https://doi.org/10.3390/su8090853>
- Korpela K.M., Ylén M., 2007. Perceived health is associated with visiting natural favourite places in the vicinity. *Health Place*, 13: 148-151. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2005.11.002>
- Laforteza R., Carrus G., Sanesi G., Davies C., 2009. Benefits and well-being perceived by people visiting green spaces in periods of heat stress. *Urban For. Urban Green*, 2: 97108. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2009.02.003>
- Meneguzzo F., Zabini F. (a cura di), 2020. *Terapia forestale*. CAI/CNR, Roma. 126 pp. ISBN 9788880804307.
- Naeem, S., Bunker, D., Hector, A., Loreau, M. & Perrings, C. (2009) *Biodiversity, Ecosystem Functioning, and Human Wellbeing: an Ecological and Economic Perspective*. Oxford University Press
- Taylor A.F., Kuo F.E., Sullivan W.C., 2002. Views of nature and self-discipline: evidence from inner city children. *J. Environ. Psychol.*, 22: 49-63. <https://doi.org/10.1006/jevp.2001.0241>
- Roger F, Caron A, Morand S, Pedrono M, de Garine-Wichatitsky M, Chevalier V, Tran A, Gaidet N, Figuié M, de Visscher MN, Binot A. 2016. One Health and EcoHealth: the same wine in different bottles? *Infect Ecol Epidemiol*. 2016 Feb 17;6:30978. doi: 10.3402/iee.v6.30978. PMID: 26899935; PMCID: PMC4761681.

- Rojas-Rueda D, Nieuwenhuijsen M, Gascon M, Perez-Leon D, Mudu P. 2019. Green spaces and mortality: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *The Lancet Planetary Health*, 3: 69–77 [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30215-3](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30215-3)
- Romanelli, C., Cooper, D., Campbell-Lendrum, D., Maiero, M., Karesh, W.B., Hunter, D., Golden, C.D. 2015. Connecting global priorities: Biodiversity and human health. A state of the knowledge review. World Health Organization and Secretariat of the Convention on Biological Diversity Schmidt, K. A., Ostfeld, R. S. (2001). Biodiversity and the Dilution Effect in Disease Ecology. *Ecology* 82, 609–619
- Ulrich R., 1984. View through a window may influence recovery. *Science*, 224 (4647): 224-225. <https://doi.org/10.1126/science.6143402>
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2019. World Population Prospects 2019: Highlights. (ST/ESA/ SER.A/423).
- Van den Berg A., Hartig T., Staats H., 2007. Preference for nature in urbanized societies: stress, restoration, and the pursuit of sustainability. *J. Soc.*, Issues 63: 79-96. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.2007.00497x>
- WHO Centre for Health Development, 2008. Our cities, our health, our future. Report to the WHO Commission on Social Determinants of Health from the Knowledge Network on Urban Settings. Kobe, Japan.