

VINCENZO ANCONA<sup>1</sup>

## Agricoltura e matematica

<sup>1</sup> Università di Firenze

Matematica e agricoltura sono percepite come discipline distanti, trattandosi di disciplina teorica (la prima) e sperimentale (la seconda). Ma non è così. Se guardiamo non ai risultati, ma alla metodologia di ricerca, la matematica si sviluppa attraverso la sperimentazione, e l'agricoltura è basata su un apparato teorico multidisciplinare.

Inoltre, mentre la matematica viene considerata una materia difficile, l'agricoltura è percepita come facile. Questo è ovviamente vero se pensiamo alla divulgazione per il vasto pubblico, ma è infondato se ci riferiamo alla ricerca. L'agricoltura è una scienza estremamente complessa, che si scontra fra l'altro con due grandi difficoltà: la sperimentazione ha generalmente tempi lunghissimi, i tempi della natura; e i risultati non hanno validità universale, dipendendo fortemente dal territorio studiato.

Riguardo al contributo della matematica allo sviluppo scientifico, tecnologico, economico e culturale della società contemporanea, si citano ampiamente la chimica, la fisica, l'ingegneria, l'informatica, la biologia, l'economia, le scienze sociali, la medicina, che utilizzano stabilmente strumenti matematici spesso molto evoluti e sofisticati. Con mia grande sorpresa, di applicazioni della matematica all'agricoltura ho trovato a livello divulgativo solo poche, povere tracce. Ho persino interrogato il grande oracolo ChatGPT, che mi ha elencato 12 settori di applicazione, ho insistito e me ne ha enumerati altri 13, infine altri 15, per un totale di 40. L'agricoltura non vi compare. Benché la notizia dell'intelligenza di ChatGPT sia fortemente esagerata, non v'è dubbio che la sua capacità di scandagliare la Rete sia praticamente esaustiva. Possiamo concludere che le applicazioni della matematica avanzata in agricoltura sono praticamente assenti dalla divulgazione della Rete.

Al contrario, la letteratura scientifica dedicata alla matematica e ai suoi modelli per l'agricoltura è vasta e di alta qualità; tutte le teorie e i metodi matematici più avanzati vi sono coinvolti.

Qui voglio enumerare alcune importanti teorie matematiche e i corrispondenti contributi ai problemi delle scienze agrarie.

La teoria dei grafi contribuisce alla progettazione dei sistemi d'irrigazione, alla programmazione del movimento macchine in agricoltura (*agricultural routing planning*), alla programmazione della rotazione delle colture.

Alcune equazioni differenziali ispirate al modello predatore-preda descrivono la diffusione delle epidemie, lo sviluppo dei parassiti, la crescita delle piante, e modellano il controllo degli organismi nocivi mediante l'introduzione di un altro organismo (un virus, un fungo, un insetto...) che li combatte o se ne nutre.

L'elaborazione e il riconoscimento delle immagini (le cui tecniche sono fondate sull'uso intensivo della trasformata di Fourier e dei suoi sviluppi) si applica alla diagnosi precoce delle malattie delle piante, attraverso il confronto delle foto delle loro foglie con un database di foto di foglie di piante sane e malate; e anche al conteggio degli insetti nocivi presenti in un campo o in una serra, attraverso le foto di trappole adesive che vengono opportunamente elaborate per evidenziare nelle immagini la presenza degli insetti ed enumerarli.

La geometria differenziale e la topologia rivestono un ruolo importante nella progettazione e stampa 3D di metamateriali, in particolare per l'agricoltura senza suolo. I metamateriali sono reticoli composti da piccole celle incollate le une alle altre lungo parte dei loro bordi, le cui proprietà dipendono, oltre che dalla composizione chimica delle celle, dalla geometria delle celle e dalla maniera di incollarli. Sono stampati in 3D secondo algoritmi matematici fondati sulla geometria differenziale e algebrica. In particolare alcune geometrie possono stimolare la crescita delle piante, modificare la forma dei frutti o la loro distribuzione.

Mi piace concludere questa nota evidenziando come moltissimi matematici italiani abbiano contribuito con importanti lavori alle applicazioni all'agricoltura.