

Autori: Bacenetti, J., Paleari, L., Tartarini, S., Vesely, F.M., Foi, M., Movedi, E., Ravasi, R.A., Bellopede, V., Durello, S., Ceravolo, C., Amicizia, F., Confalonieri, R.

Titolo: May smart technologies reduce the environmental impact of nitrogen fertilization? A case study for paddy rice.

Data di pubblicazione 27/01/2020

Rivista: Science of the Total Environment

Editore: Elsevier

Descrizione del tema trattato e del lavoro svolto

Ridurre l'impatto ambientale delle produzioni agricole in modo effettivo e duraturo è possibile se si propongono agli agricoltori soluzioni efficaci basate su tecnologie semplici, a basso costo, che permettano di migliorare l'efficienza d'uso dei fattori di produzione e – di conseguenza – la redditività delle aziende. Questo è un aspetto chiave per favorire l'adozione di tali tecnologie su larga scala e rappresenta a sua volta un requisito fondamentale per ottenere ricadute positive concrete sull'ambiente e il territorio.

Tra le diverse attività agricole, la gestione della concimazione riveste un ruolo primario in termini di sostenibilità ambientale, a causa dell'impatto derivante dalla produzione stessa dei concimi (in particolare di quelli azotati) e dalla potenziale dispersione di elementi chimici nelle acque sotterranee, di superficie e in atmosfera in seguito alla loro distribuzione in campo. In questo contesto, è sempre più stringente la necessità di sviluppare soluzioni innovative in grado di guidare interventi di concimazione mirati, con tempistiche e quantità distribuite ponderati rispetto alle effettive esigenze della coltura. In particolare, la concimazione azotata è tra le pratiche agronomiche maggiormente interessate dallo sviluppo di approcci di agricoltura di precisione, in cui l'adozione di tecniche di distribuzione a rateo variabile (*variable rate*, VR) consente di apportare quantità di concime differenziate all'interno dell'appezzamento al fine di rispettare le esigenze della coltura e ottimizzare così l'efficienza d'uso dell'azoto. A tal fine, è però fondamentale disporre di tecnologie che permettano di effettuare valutazioni quantitative e spazialmente distribuite dello stato nutrizionale azotato della coltura entro appezzamento, così da generare mappe di prescrizione per la concimazione a rateo variabile. Un approccio promettente sviluppato di recente si basa sull'uso combinato di informazioni telerilevate e poche misure a terra (guidate da approcci di *smart scouting*) – per derivare mappe di stato nutrizionale della coltura, espresso come Nitrogen Nutrition Index (NNI, rapporto tra azoto presente nella pianta e azoto

critico, quest'ultimo pari alla concentrazione di azoto nella pianta al di sotto della quale l'N diventa un fattore limitante la crescita).

In questo contesto, gli obiettivi di questo studio hanno riguardato (i) lo sviluppo di una nuova app per smartphone per stime in pieno campo di NNI, integrabile con dati telerilevati per supportare la concimazione di copertura a rateo variabile in risaia e (ii) la quantificazione dei benefici ambientali derivanti dall'adozione di tale tecnologia attraverso un approccio LCA (Life Cycle Assessment).

La prima parte del lavoro ha riguardato la creazione di una smart-app dedicata (PocketNNI) che consente di acquisire facilmente misure a terra georeferenziate di NNI in pieno campo, da integrare con dati satellitari (dati Sentinel 2, resi disponibili gratuitamente dall'Agenzia Spaziale Europea, ESA) per derivare mappe di stato nutrizionale azotato della coltura. L'impatto ambientale derivante dall'utilizzo combinato della app PocketNNI e dei dati Sentinel2 per concimazioni a rateo variabile in risaia è stato poi valutato attraverso un'analisi LCA applicata ad un caso studio nel distretto risicolo Lombardo-Piemontese. In particolare, il confronto ha riguardato le performance ambientali di risone prodotto utilizzando tecniche VR guidate dalle mappe di stato nutrizionale azotato derivate con la tecnologia sviluppata e quelle di risone concimato con una distribuzione uniforme su tutto l'appezzamento. Oltre alle misure di stato nutrizionale condotte con PocketNNI, durante la campagna sperimentale sono stati raccolti anche dati relativi alle pratiche agronomiche adottate e alle produzioni ottenute, entrambi input chiave per l'analisi LCA.

I risultati ottenuti hanno mostrato come la concimazione azotata VR ottenuta con la tecnologia proposta ha permesso una notevole riduzione dell'impatto ambientale – compresa tra l'11.0% e il 13.6% a seconda della categoria di impatto considerata – rispetto ad una concimazione azotata uniforme su tutto l'appezzamento. Per quanto riguarda le emissioni di gas-serra, la riduzione dell'impatto è stata pari al 11.2%, passando da 937.3 a 832.7 kg CO₂ eq/t di risone prodotto. I maggiori benefici in termini ambientali sono stati ottenuti per quanto riguarda la riduzione del consumo energetico per la produzione di concimi azotati e delle emissioni di composti azotati in atmosfera, risultato derivante soprattutto dal miglioramento del rapporto tra la quantità di granella prodotta e il concime azotato distribuito. L'utilizzo della tecnologia sviluppata in questo studio ha consentito infatti di aumentare le rese del 12.8% a fronte di solo il 2% in più di azoto distribuito.

Interesse scientifico dei risultati ottenuti e innovatività dell'articolo

I risultati ottenuti hanno permesso di quantificare, per la prima volta su riso, i benefici ambientali derivanti dall'adozione di tecniche di concimazione azotata a rateo variabile utilizzando metodiche ufficiali e riproducibili quali il Life Cycle

Assessment. Questo tipo di valutazione è fondamentale per quantificare l'impatto ambientale di un prodotto considerando il suo intero ciclo di vita in modo standardizzato e confrontabile (ISO standard). I risultati hanno evidenziato come l'adozione di tecniche innovative per la concimazione azotata VR sia una strategia promettente per ridurre l'impatto ambientale dell'attività agricola, ottimizzando al contempo le produzioni e quindi la sostenibilità economica dei sistemi produttivi.

Inoltre, la app sviluppata (PocketNNI) rappresenta il primo esempio di strumento in grado di fornire direttamente stime di stato nutrizionale azotato della coltura come output. Nonostante il concetto di NNI sia stato proposto più di vent'anni fa (Justes et al., 1994), la sua effettiva adozione su larga scala per supportare la concimazione azotata in azienda è stata di fatto limitata dalla mancata disponibilità di strumenti in grado di stimare sia la concentrazione di azoto nei tessuti che le variabili guida per derivare la concentrazione critica (e.g., indice di area fogliare). Questo ha reso per anni il processo di stima dell'NNI estremamente lento e laborioso, poco adatto a contesti operativi in cui la tempestività degli interventi è fondamentale per la buona riuscita della coltura come nel caso delle concimazioni azotate di copertura.

Ricadute applicative e possibile ulteriore sviluppo del lavoro svolto

La tecnologia sviluppata risulta estremamente adatta a contesti operativi aziendali, essendo basata su tecnologie di semplice utilizzo (smart-app) e a basso costo (immagini satellitari gratuite e semplici smartphone), accessibili quindi a qualsiasi azienda, grande e piccola. Inoltre, l'informazione veicolata (mappe di stato nutrizionale) risulta di semplice interpretazione, con valori di NNI superiori a 1 ad indicare consumo di lusso, vicini a 1 per condizioni ottimali e inferiori a 1 in caso di stress da carenza di azoto.

Come evidenziato dai risultati di questo studio, l'adozione di tale tecnologia permetterebbe di ottimizzare l'uso dei concimi azotati con chiari benefici sia in termini produttivi (miglior rapporto tra concime distribuito e resa, riduzione degli effetti negativi dovuti a sovradosaggio, come la maggiore suscettibilità ai patogeni fungini e all'allettamento) che ambientali. Ciò avrebbe ricadute importanti sulla sostenibilità dell'attività agricola, sia economica – fondamentale per l'effettiva adozione e diffusione della tecnologia proposta – che ambientale, entrambi aspetti cruciali per uno sviluppo sostenibile.

Ulteriori sviluppi della app PocketNNI riguardano la sua evoluzione in PocketNNISat, una app in cui il processamento dei dati satellitari avviene direttamente nell'applicazione in modo completamente integrato. Questo permetterebbe agli agricoltori di derivare in assoluta autonomia (senza necessità di consulenze esterne) le mappe di stato nutrizionale, con chiari vantaggi in termini di costi e tempestività dell'intervento. Ciò consentirebbe di incrementare i vantaggi economici derivanti dall'adozione della concimazione azotata VR, favorendone

ulteriormente la diffusione. Inoltre, è in corso lo sviluppo della app PocketNNI e PocketNNISat anche per altre colture, sia cerealicole che orticole.