TITOLO: L'INTELLIGENZA ARTIFICIALE PER IL MONITORAGGIO ECOLOGICO: IMPATTO DEI CAMBIAMENTI AMBIENTALI SULLA DISTRIBUZIONE GLOBALE DELLE ZANZARE

Autori: Carola Simone 1 , Antonio Pinto 1 , Flavia Pennisi 1,2 , Vincenza Gianfredi 3 , Fabio Borgonovo 4,5 ,Giovanni Scaglione 5 , Tommaso Camuffo 1 , Carlo Signorelli 1 , Giovanni Rezza 1 , Andrea Gori 5,6,7

1 Facoltà di Medicina, Università Vita-Salute San Raffaele, Milano, Italia

2 Dipartimento di Sanità Pubblica, Medicina Sperimentale e Forense, Università degli Studi di Pavia, Pavia, Italia

3 Dipartimento di Scienze Cardio-Toraco-Vascolari e Sanità Pubblica, Università degli Studi di Padova, Padova, Italia

4 Divisione di Sanità Pubblica, Malattie Infettive e Medicina del Lavoro, Dipartimento di Medicina, Mayo Clinic College of Medicine and Science, Mayo Clinic, Rochester, MN, Stati Uniti

5 Dipartimento di Malattie Infettive, Ospedale Universitario Luigi Sacco, Azienda Socio-Sanitaria Territoriale Fatebenefratelli Sacco, Milano, Italia

6 Dipartimento di Scienze Biomediche e Cliniche "L. Sacco", Università degli Studi di Milano, Milano, Italia

7 Centro per la Ricerca Multidisciplinare nelle Scienze della Salute, Università degli Studi di Milano, Milano, Italia

Area tematica: Ambiente

Introduzione: I cambiamenti climatici, la crescita demografica e le estese alterazioni antropiche degli ecosistemi stanno facilitando l'espansione della distribuzione geografica delle zanzare vettori ben oltre i loro confini tradizionali. Comprendere queste complesse dinamiche ecologiche richiede strumenti avanzati, capaci di elaborare interazioni non lineari tra clima e territorio. L'Intelligenza Artificiale (IA) e il Machine Learning (ML) emergono come approcci promettenti per modellare L'impatto delle variabili ambientali sull'idoneità degli habitat e sulle popolazioni di vettori.

Materiali e metodi: È stata condotta una revisione sistematica e meta-analisi globale, basata sulle linee guida PRISMA 2020, per valutare le performance predittive dei modelli IA/ML applicati all'ecologia dei vettori (Aedes, Culex, Anopheles). L'analisi si è concentrata sull'estrazione dei predittori ecologici integrati negli algoritmi, come i dati meteorologici, l'uso del suolo e i parametri idrologici, valutando le metriche di accuratezza (es. AUC, RMSE) e le strategie di validazione adottate negli studi. Il rischio di bias è stato valutato tramite lo strumento PROBAST.

Risultati: L'esame di 71 studi internazionali ha evidenziato prestazioni predittive eterogenee, con valori di AUC compresi tra 0,61 e 0,99. Il successo di tali modelli (tra cui il Random Forest risulta l'algoritmo più utilizzato) è fortemente legato ai predittori ambientali: le variabili climatiche e ambientali sono impiegate nel 93% degli studi, seguite dalle caratteristiche del paesaggio (57,7%) e dall'idrologia/topografia (50,7%). Nonostante la buona capacità dei modelli di integrare dati ambientali complessi, è emersa una forte frammentazione metodologica, caratterizzata da un'eccessiva dipendenza dalla validazione interna e da un uso limitato della validazione esterna sul campo.

Conclusioni: L'Intelligenza Artificiale rappresenta una risorsa con un forte potenziale per il monitoraggio degli ecosistemi e la sorveglianza ecologica nel contesto del cambiamento climatico globale. Tuttavia, per integrare efficacemente questi modelli nelle strategie di tutela ambientale e adattamento, è imperativo sviluppare framework standardizzati che riducano i bias metodologici e ne garantiscano la reale applicabilità al di fuori dei contesti di ricerca.