

IL PARADIGMA DEL “GREEN AGRITECH”. IL RUOLO DELL’IA NELLA GESTIONE ECOSOSTENIBILE DELLA FILIERA AGROALIMENTARE 4.0

Mario Rafaniello*

SOMMARIO: 1.- Ripensare le basi: agroalimentare, sostenibilità e innovazione; 2.- La rotta tracciata dall’Agenda 2030; 3.- L’Unione Europa del futuro: il “Green Deal”; 4.- L’IA nel quadro europeo: il Libro Bianco e il Regolamento (UE) 2024/1689; 5.- Esempi di applicazione dell’IA nell’agroalimentare; 6.- Conclusioni.

1.- Ripensare le basi: agroalimentare, sostenibilità e innovazione.

Non può avversi “green” senza “tech”; non può esserci una rivoluzione ecosostenibile senza gli strumenti adeguati. Il tema affrontato nel presente contributo si sviluppa intorno a questa constatazione, da applicare ad un settore produttivo tanto complesso quanto vitale, ossia l’agroalimentare. Da decenni, la comunità internazionale chiede ai poteri pubblici e ai privati un cambio di rotta sui modelli di produzione del cibo, spesso ad alto impatto inquinante. La nota Agenda 2030 dell’ONU è solo l’ultima di una serie di iniziative che, ciclicamente, propongono ambiziosi obiettivi di transizione epocale da raggiungere. Tuttavia, il perfezionamento dei sistemi agroalimentari verso l’agognata sostenibilità – non solo – ambientale¹ richiede sforzi e investimenti altrettanto epocali. È impossibile, quindi, prescindere dalle più recenti scoperte e invenzioni provenienti dal mondo della tecnica e della scienza, le quali devono letteralmente accompagnare la transizione verde. Sulla base questi primi accenni, si ritiene che il settore oggetto di studio si stia spingendo verso quello che potrebbe definirsi un modello imprenditoriale “green agritech”, dove ecosostenibilità e innovazione trovano una convergenza tesa al progresso della produzione agroalimentare nel senso indicato². Tra i molteplici strumenti a disposizione degli operatori, rientranti nel più ampio paradigma dell’Industria 4.0, un ruolo centrale ricopre l’Intelligenza Artificiale (IA), tecnologia dalle infinite potenzialità applicative ma, allo stesso tempo, foriera di sfide.

I sistemi basati sull’IA hanno trovato applicazioni avanzate in agricoltura e nell’industria alimentare, soprattutto per mezzo della combinazione tra algoritmi e robotica, consentendo un’automazione

* Dottore di ricerca in Diritto Comparato e Processi di Integrazione presso il Dipartimento di Scienze Politiche dell’Università degli Studi della Campania “Luigi Vanvitelli”.

¹ «Le aziende del settore agroalimentare sono attente al tema della sostenibilità in tutte le sue dimensioni (ambientale, sociale e di governance – ESG) e stanno cercando di sviluppare modelli di creazione del valore che tengano conto di questi fattori, in risposta alle crescenti pressioni provenienti dalle varie categorie di stakeholder e dall’opinione pubblica. Infatti, il settore agroalimentare presenta delle caratteristiche che inducono le aziende ad accelerare l’adozione di pratiche di Corporate Social Responsibility (CSR)». Cfr. M. Agostini, C. Marcon, *Rendicontazione di sostenibilità nell’industria agroalimentare: un’analisi della letteratura*, in V. Finotto, C. Mauracher (curr.), *Traiettorie di sviluppo per le imprese agroalimentari: sfide, management e innovazione*, Venezia 2024, 48. Inoltre, quando si parla di ESG le tre dimensioni indicate riguardano tutta una serie di valutazioni utili a verificare, controllare e mantenere determinati impegni in termini di sostenibilità a proposito di un’impresa. I criteri di misurazione delle attività «si concretizzano in un insieme di standard operativi a cui si devono ispirare le operations di un’azienda per garantire il raggiungimento di determinati risultati ambientali, a livello sociale e di governance delle imprese». Cfr. M. Bellini, *ESG: tutto quello che c’è da sapere per orientarsi su Environmental, Social, Governance*, in www.esg360.it/environmental/esg-tutto-quello-che-ce-da-sapere-per-orientarsi-su-environmental-social-governance/.

² Da sempre le produzioni agricole e alimentari si prestano alla sperimentazione e una loro ridefinizione dalle basi si inserisce in questi obiettivi di sostenibilità e innovazione. Cfr. M. De Rosa, *La sostenibilità e lo sviluppo sostenibile nell’economia agroalimentare e nello sviluppo rurale*, in A. Sannella, R. Finocchi (curr.), *Connessioni per lo sviluppo sostenibile*, Cassino 2019, 32.

pressoché totale delle varie fasi produttive. Alcuni dei vantaggi derivanti dall'impiego dell'IA concernono, ad esempio, l'attività di analisi degli alimenti, del contenuto di sostanze particolari o di agenti esterni, così come l'uso di macchine e attrezzature intelligenti³. La trasformazione contemporanea della produzione agroalimentare, necessaria a fronteggiare le problematiche presenti e future (es. aumento della popolazione mondiale, eventi climatici estremi, tensioni geopolitiche, scarsità di risorse), rappresenterebbe un'ulteriore fase storica di “ottimizzazione”, nonché della capacità umana di adattarsi a contesti mutevoli. Può affermarsi, con una certa enfasi, che proprio «le capacità inventive dell'uomo sono chiamate a [...] proseguire nel solco della rivoluzione verde che ha caratterizzato il secolo scorso, migliorandola grazie all'obiettivo di mantenere livelli accettabili di sostenibilità sociale e ambientale dei processi produttivi»⁴. I principali impulsi a favore di questa “sustainable vision” provengono, da un lato, da una società civile sempre più attenta al rapporto tra evoluzione tecnologica, sostenibilità e sicurezza alimentare e, dall'altro, dai grandi decisori politici globali, come l'ONU e l'Unione Europea⁵.

2.- La rotta tracciata dall'Agenda 2030.

Il filo rosso – ma potrebbe dirsi, invece, verde e digitale – che guida la transizione descritta è lo sviluppo sostenibile. Non potendosi soffermare sulle origini e sull'interpretazione di questo principio⁶, si preferisce concentrarsi direttamente sull'Agenda 2030 e su alcuni dei suoi obiettivi, in particolare quelli connessi all'agroalimentare. L'iniziativa dell'ONU si propone di incidere a fondo sul presente al fine di costruire un futuro migliore per le prossime generazioni, accrescendo al contempo le condizioni di quelle attuali. In sostanza, l'Agenda prevede, entro il 2030, il raggiungimento di 17 obiettivi di sviluppo sostenibile (“Sustainable Development Goals”, SDGs)⁷, articolati in 169 target totali e oltre 240 indicatori. Il progetto si basa su cinque concetti chiave (le c.d. cinque “P”): persone; prosperità; pace; partnership, pianeta⁸. Tra gli obiettivi dell'Agenda più vicini al settore oggetto di indagine si possono citare: 2) Sconfiggere la fame; 7) Energia pulita e accessibile; 9) Imprese, innovazione e infrastrutture; 12) Produzione e consumo responsabile. Interessandosi solo al primo, esso si propone di mettere fine alla fame, raggiungere la sicurezza alimentare, assicurare qualità nella nutrizione e promuovere un'agricoltura sostenibile. Come gli altri dell'Agenda, questo SDG è a sua volta frazionato in diversi sotto-obiettivi, di cui se ne citano alcuni: raddoppiare la produttività agricola e il reddito dei produttori di cibo su piccola scala; garantire sistemi di produzione alimentare sostenibili e implementare pratiche agricole resilienti; aumentare gli investimenti, anche attraverso il miglioramento della cooperazione internazionale, in infrastrutture rurali, ricerca agricola

³ S. Epifani, *Indagine conoscitiva sull'intelligenza artificiale: opportunità e rischi per il sistema produttivo italiano*, in X Commissione Attività produttive, commercio e turismo della Camera dei deputati, Roma 2023, 13.

⁴ G. Nardone, A. Pepe, G. de Seneen, *L'innovazione nel settore agricolo e alimentare: divergenze e complementarità*, in D. Petruzzella, A. Di Mambro (curr.), *L'innovazione nell'agrifood del Mediterraneo*, Verona 2017, 26.

⁵ F. Cirillo, «Anche nell'interesse delle future generazioni? Un'indagine sul richiamo alla posterità», in *DPCE Online*, 58.2 (2023) 642-643; G. Betti, D. Evangelista, F. Gagliardi, E. Giordano, A. Riccaboni, *Towards Integrating Information Systems of Statistical Indicators on Traceability, Quality and Safety of Italian Agrifood Systems for Citizens, Institutions and Policy-Makers*, in *Sustainability*, 16.15 (2024) 1.

⁶ Sul punto v. J. Mensah, *Sustainable development: Meaning, history, principles, pillars, and implications for humanaction: Literature review*, in *Cogent Social Sciences* 5.1 (2019) 5ss.

⁷ Cfr. M. Montini, *L'interazione tra gli SDGs ed il principio dello sviluppo sostenibile per l'attuazione del diritto internazionale dell'ambiente*, in *federalismi.it* 9 (2019) 2.

⁸ Cfr. D. Tremblay, F. Fortier, J.-F. Boucher, O. Riffon, C. Villeneuve, *Sustainable development goalinteractions: An analysis based on the five pillars of the 2030agenda*, in *Sustainable Development* 28.6 (2020) 1585ss.

e formazione, sviluppo tecnologico; correggere e prevenire restrizioni commerciali e distorsioni nei mercati agricoli mondiali⁹. Per quanto riguarda i progressi raggiunti nell’SDG n. 2, alcuni studiosi riportano un ritardo che, per essere colmato, richiederebbe un’intesa collettiva da parte dell’opinione pubblica e dei governi su temi quali le conseguenze delle crisi ambientali, le questioni di salute pubblica e di equità sociale inerenti ai sistemi alimentari¹⁰. Sarebbe augurabile la creazione di un quadro concettuale che tenga in conto il contributo di ciascuna dimensione della sostenibilità¹¹; il punto verrà ripreso nelle conclusioni.

Un notevole supporto al raggiungimento dei traguardi indicati dall’ONU può essere fornito dall’IA, poiché essa rappresenta un’opportunità di crescita enorme ed è già una realtà concreta in determinati settori, come nell’analisi predittiva e nell’automazione industriale e dei servizi pubblici¹². In aggiunta, questa raffinata tecnologia si è dimostrata rilevante proprio per l’obiettivo n. 2 dell’Agenda, in riferimento alla possibilità di far progredire l’agricoltura (in collegamento al SDG n.12¹³), di incrementare sistemi di approvvigionamento a km 0, di ridurre gli sprechi e infine di consentire una misura dei costi di produzione e di distribuzione sostenibili rispetto agli impatti sul pianeta. D’altro canto, l’IA può avere altresì un risvolto negativo qualora adoperata per l’incremento delle monoculture, degli allevamenti intensivi e dei sistemi di distribuzione su vasta scala¹⁴ e, più in generale, in termini di consumi energetici¹⁵.

3.- L’Unione Europea del futuro: il “Green Deal”.

Sulla scia delle iniziative intraprese dall’ONU si inseriscono quelle avviate, invece, dall’UE, la quale ha reso il raggiungimento di un’agroalimentare innovativo un obiettivo cardine delle politiche agricole europee nell’ambito del “Green Deal”¹⁶. Quest’ultimo è un patto verde con cui l’UE intende rifondare le proprie basi nei prossimi decenni attraverso molteplici strategie, di cui alcune menzionate nelle prossime righe. Brevemente, la realizzazione del patto implica – in accordo con l’Agenda 2030 – un ripensamento dei modelli di produzione e di approvvigionamento dell’energia pulita. I settori coinvolti spaziano dall’industria ai prodotti alimentari, dalle grandi infrastrutture all’agricoltura, ecc. In ogni caso, sembra cruciale «aumentare il valore attribuito alla protezione e al ripristino degli ecosistemi naturali, all’uso sostenibile delle risorse e al miglioramento della salute umana»¹⁷; i benefici ricadono sull’economia, la società e l’ambiente. Il “Green Deal” esorta la stessa UE alla

⁹ Cfr. The Global Goals, *Zero Hunger*, in www.globalgoals.org/goals/2-zero-hunger/.

¹⁰ N.K. Arora, I. Mishra, *Current scenario and future directions for sustainable development goal 2: a roadmap to zero hunger*, in *Environmental Sustainability* 5 (2022) 132.

¹¹ Id., *Current*, cit. 132.

¹² Centro Regionale di Informazione delle Nazioni Unite, *L’Intelligenza artificiale può contribuire alla promozione degli SDGs*, in <https://unric.org/it/lintelligenza-artificiale-può-contribuire-allapromozione-degli-sdgs/>.

¹³ La FAO stima che ogni anno si sprechino circa 1,3 miliardi di tonnellate di cibo (pari a circa un terzo della produzione totale di cibo destinato al consumo umano). Nei c.d. paesi ricchi la quota di sprechi supera il 40% e «si concretizza a livello della distribuzione, ossia quando il cibo è ancora perfettamente consumabile, mentre nei Paesi in via di sviluppo le perdite maggiori sono a livello agricolo e di prima trasformazione, soprattutto a causa dell’inadeguatezza strutturale della filiera». Cfr. Unioncamere-Camera di Commercio Salerno, *Rapporto Agrifood Future 2023*, s.l., 2023, 11.

¹⁴ S. Ferilli, E. Girardi, C. Musto, M. Paolini, P. Poccianti, S. Pochettino, G. Semeraro (curr.), *L’Intelligenza Artificiale per lo Sviluppo Sostenibile*, Roma 2021, 65s.

¹⁵ «Alcuni studiosi, eseguendo una valutazione sull’energia necessaria ad “addestrare” AI [...], hanno rilevato che si può arrivare ad emettere 284 tonnellate di anidride carbonica equivalente, emissioni pari a quasi cinque volte quelle della vita media di un’auto americana, produzione inclusa». Ferilli, *L’Intelligenza* cit. 57.

¹⁶ Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al Comitato Economico e Sociale Europeo e al Comitato Delle Regioni, *Il Green Deal europeo*, Bruxelles 2019.

¹⁷ Id., *Il Green* cit. 4.

promozione e al sostegno, con investimenti adeguati, della trasformazione digitale, mezzo indispensabile per realizzare i cambiamenti auspicati¹⁸. La digitalizzazione rappresenta un fattore abilitante per la realizzazione del patto verde europeo generando nuove opportunità, ad esempio, sia per il monitoraggio a distanza dell'inquinamento atmosferico e idrico, sia per il monitoraggio e l'ottimizzazione delle modalità di utilizzo dell'energia e delle risorse naturali¹⁹. Tecnologie come l'IA sono al centro di questa dinamica che vede nell'accessibilità e nell'interoperabilità due pilastri dell'innovazione indirizzata dalla gestione dei dati²⁰. Nella filiera agroalimentare del futuro le infrastrutture digitali sono essenziali; i sistemi basati su IA, combinati con dati accessibili e interoperativi, consentono la semplificazione dei processi decisionali e permettono di affrontare con efficacia le sfide anche di stampo ambientale²¹.

Tra le strategie che compongono l'articolato mosaico del “Green Deal” una menzione a parte è riservata alla “Farm to Fork” (“Dal produttore al consumatore”), mirata, tra l'altro, alla crescita e alla diffusione di modelli virtuosi come l'agricoltura di precisione, l'agricoltura biologica, l'agroecologia, l'agrosilvicolture e pratiche simili²². In altre parole, è proprio in questa strategia che risulta tangibile la volontà del legislatore europeo di avanzare verso il paradigma del “green agritech”. Agroalimentare, ecosostenibilità e innovazione convergono nello sviluppo di schemi diretti a garantire la massima trasparenza della filiera del cibo. Oltre a ciò, bisogna investire nella digitalizzazione delle aree rurali, fattore tramite cui strumenti come l'IA possono essere realmente posti al servizio delle imprese²³. La Strategia afferma che la progressione sostenibile e digitale in corso porta numerose utilità come la riduzione dei costi per gli agricoltori, migliorie nella gestione del suolo e della qualità dell'acqua, riduzione dell'uso di fertilizzanti e pesticidi e riduzione delle emissioni di gas a effetto serra²⁴.

4.- L'IA nel quadro europeo: il Libro Bianco e il Regolamento (UE) 2024/1689.

Pochi mesi dopo la presentazione del “Green Deal”, la Commissione UE ha varato un Libro Bianco avente ad oggetto “un approccio europeo all'eccellenza e alla fiducia” nei confronti dell'IA²⁵. Nel documento sono state tenute in forte considerazione le implicazioni umane ed etiche, in una riflessione che prende atto dei risvolti positivi e negativi di questa tecnologia²⁶. Vengono affrontati aspetti presenti e futuri dell'IA in molti settori così come il contributo che l'UE può dare nell'impiego della stessa, anche in soccorso ai bisogni degli Stati membri, delle imprese e delle persone²⁷. Si rileva

¹⁸ Id., *Il Green* cit. 4.

¹⁹ Id., *Il Green* cit. 8.

²⁰ Id., *Il Green* cit. 21.

²¹ Id., *Il Green* cit. 21.

²² Id., *Il Green* cit. 13.

²³ La Commissione intende accelerare la diffusione di Internet veloce a banda larga nelle zone rurali per raggiungere l'obiettivo di un accesso del 100 % entro il 2025. Cfr. Comunicazione della Commissione, *Una strategia «Dal produttore al consumatore» per un sistema alimentare equo, sano e rispettoso dell'ambiente*, Bruxelles 2020, 17.

²⁴ Id., *Una strategia* cit. 17.

²⁵ Cfr. Commissione Europea, *Libro Bianco sull'intelligenza artificiale - Un approccio europeo all'eccellenza e alla fiducia*, Bruxelles 2020.

²⁶ Per esempio, si ammette che l'Europa soffre una posizione piuttosto debole per ciò che riguarda le applicazioni destinate ai consumatori e alle piattaforme online; ciò si traduce in uno svantaggio competitivo nell'accesso ai dati. Cfr. Id., *Libro* cit. 4.

²⁷ Si legge nel testo che l'IA può essere tanto utile che dannosa sia in senso materiale (quando incide sulla salute e sulla sicurezza delle persone) sia immateriale (quando causa una perdita della privacy, restrizioni alla libertà di espressione, pregiudizi alla dignità umana). Queste incognite generano a loro volta un clima di sfiducia dei consumatori e delle imprese nell'IA. La Commissione ritiene nel Libro che potrebbe essere utile un quadro normativo europeo chiaro in grado di

che ad oggi la maggior parte dei dati attiene ai consumatori e tali informazioni vengono conservate ed elaborate in infrastrutture centrali basate su cloud; al contrario, il Libro prevede che in futuro un'ampia parte dei dati provverà da industria, imprese e settore pubblico «e sarà conservata in vari sistemi, in particolare dispositivi di calcolo funzionanti ai margini della rete»²⁸. La crescente disponibilità di dati e i progressi compiuti nell'ambito del calcolo hanno reso la crescita dell'IA una componente strategica per l'UE che combina «i suoi punti di forza industriali e tecnologici con un'infrastruttura digitale di elevata qualità e un quadro normativo basato sui suoi valori fondamentali [...]»²⁹. Pertanto, il Libro afferma che l'Europa può concepire un ecosistema di IA che apporti apprezzabili giovamenti ai cittadini, alle imprese e al settore pubblico. Soffermandosi solo sulle imprese, nel loro sviluppo si suggeriscono alcuni esempi concreti, come l'avvalersi «di nuove generazioni di prodotti e servizi nei settori in cui l'Europa è particolarmente forte (macchinari, trasporti, cibersicurezza, agricoltura, economia verde e circolare [...])»³⁰.

Punto nevralgico del Libro è la constatazione che tali obiettivi di ampio respiro non possano mantenere un panorama dei centri di competenza sostanzialmente frammentato. Appare di primaria importanza, allora, incoraggiare la creazione di reti e sinergie tra diversi centri di ricerca europei sull'IA, allineandone gli sforzi per trattenere e attrarre ricercatori di talento e sviluppare tecnologie all'avanguardia. I centri e le reti «dovrebbero concentrarsi nei settori in cui l'Europa ha il potenziale per diventare leader a livello mondiale»³¹, tra cui l'industria, le catene del valore agroalimentari, l'energia e l'ambiente. Il Libro prevede che per raggiungere gli obiettivi descritti occorrerebbe una struttura di governance europea sull'IA basata su «un quadro di cooperazione delle autorità nazionali competenti, evitando la frammentazione delle responsabilità e aumentando la capacità degli Stati membri»³². Lo scopo è dotare l'Europa di quelle facoltà necessarie – di peculiare spessore nell'agroalimentare – per sottoporre a prova e certificare prodotti e servizi basati sull'IA³³.

A quattro anni di distanza le premesse del Libro Bianco si sono concretizzate il 13 giugno 2024 con l'emanazione del Regolamento (UE) 2024/1689, conosciuto come “AI Act”. Obiettivo di questo primo quadro giuridico mondiale in materia³⁴ è, tra l'altro, proteggere dai sistemi di IA ad alto rischio³⁵ elementi basilari della stessa UE come i diritti fondamentali, la democrazia, lo Stato di diritto

accelerare l'adozione diffusa e la fiducia verso l'IA. Tale quadro (venuto successivamente alla luce con il Regolamento (UE) 2024/1689) deve garantire risultati ottimali sul piano sociale, ambientale ed economico, oltre al rispetto della legislazione, dei principi e dei valori dell'UE. Cfr. Id., *Libro* cit. 11.

²⁸ «Ciò apre nuove opportunità per l'Europa, che ha una posizione forte nel settore del digitale e delle applicazioni tra imprese (*business-to-business*), ma ha una posizione relativamente debole per quanto riguarda le piattaforme destinate ai consumatori. L'impatto dei sistemi di IA dovrebbe inoltre essere considerato non solo da una prospettiva individuale, ma anche dal punto di vista della società nel suo complesso». Cfr. Id., *Libro* cit. 2.

²⁹ Cfr. Id., *Libro* cit. 2.

³⁰ Cfr. Id., *Libro* cit. 2.

³¹ Cfr. Id., *Libro* cit. 6.

³² Cfr. Id., *Libro* cit. 27.

³³ Cfr. Id., *Libro* cit. 27.

³⁴ «La legge sull'IA fa parte di un più ampio pacchetto di misure politiche a sostegno dello sviluppo di un'IA affidabile, che comprende anche il pacchetto sull'innovazione in materia di IA e il piano coordinato sull'IA. Insieme, queste misure garantiranno la sicurezza e i diritti fondamentali delle persone e delle imprese quando si tratta di IA». Cfr. Commissione Europea, *Legge sull'IA*, in digital-strategy.ec.europa.eu/it/policies/regulatory-framework-ai.

³⁵ Il Regolamento contempla una classificazione dei sistemi di IA in base al livello di rischio per le persone e la società, distinguendo quattro categorie: inaccettabile, alto, limitato e minimo. È previsto un sistema di sanzioni in caso di violazioni delle disposizioni contenute nel Regolamento la cui natura varia a seconda e della natura dell'infrazione. Queste sanzioni sono proporzionate alla dimensione e al fatturato dell'operatore economico responsabile e possono essere imposte dalle autorità nazionali competenti, tenute a cooperare tra di loro e con la Commissione, attraverso un apposito organo, il Comitato europeo per l'intelligenza artificiale. Cfr. R. Panetta, *Ai act: cos'è e come plasma l'intelligenza*

e anche la sostenibilità ambientale³⁶. Allo stesso tempo, il Regolamento promuove l'innovazione e, da un lato, stabilisce requisiti e obblighi chiari a sviluppatori e operatori sull'uso dell'IA mentre, dall'altro, mira a ridurre per le imprese (in particolare per le piccole e medie imprese) gli oneri amministrativi e finanziari³⁷. Inoltre, il Regolamento prevede che gli Stati membri dovranno istituire e rendere accessibili a livello nazionale spazi di sperimentazione normativa e meccanismi di prova in condizioni reali in maniera che PMI e start-up possano far sorgere sistemi di IA innovativi e addestrarli, prima di immetterli sul mercato³⁸. I vantaggi derivanti dall'avvalersi dell'IA nelle attività imprenditoriali (tra cui agricoltura, sicurezza alimentare, efficienza energetica) si riverberano sul piano economico, ambientale e sociale «garantendo un miglioramento delle previsioni, l'ottimizzazione delle operazioni e dell'assegnazione delle risorse e la personalizzazione delle soluzioni digitali disponibili per i singoli e le organizzazioni [...]»³⁹.

5.- Esempi di applicazione dell'IA nell'agroalimentare.

Analizzate le principali rotte del paradigma del “green agritech”, in questa sede verranno descritte talune soluzioni concernenti la fruizione dell'IA nell'agroalimentare, prendendo spunto da un white paper redatto da Google e dalla School of Management del Politecnico di Milano⁴⁰. Nel documento si evidenzia, per esempio, l'aiuto che l'IA può fornire nell'assumere decisioni in merito alle colture con modelli predittivi che analizzano i dati di domande e dei prezzi delle materie. Altro dato da considerare riguarda l'agricoltura di precisione: anche in questa circostanza i modelli predittivi, tenendo conto di una serie di variabili (come le condizioni meteo, del terreno, della luce e altro), possono offrire consigli sull'ottimizzazione della semina⁴¹. Successivamente alla semina, di sicura utilità risulta il riconoscimento delle immagini da parte dell'IA per il rilevamento di malattie nelle piante, infestazioni di insetti e carenze di nutrienti e di irrigazione, autorizzando così sia interventi tempestivi che l'automazione degli interventi correttivi⁴². Infine, l'IA, in fase di trasformazione e confezionamento, può supportare «i processi di calibrazione e selezione dei frutti, migliorandone la precisione e la velocità attraverso sistemi di riconoscimento intelligente di immagini che analizzano forma, colore e dimensione dei prodotti agricoli, riducendo gli sprechi»⁴³. Le informazioni raccomandate dal white paper partono dal presupposto per cui l'IA, basandosi sull'apprendimento automatico e sull'elaborazione di enormi flussi di dati, permette di correggere errori di valutazione nelle fasi più complesse della produzione, perfezionando i processi decisionali in base alle situazioni e in tempo reale.

Queste possibilità di previsione, sorrette a loro volta dagli altri strumenti software e hardware impiegati a questi fini, permettono una diagnostica immediata senza precedenti, concedendo al

³⁶ *artificiale in Europa*, in www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/ai-act-ci-siamo-ecco-come-plasmera-il-futuro-dell'intelligenza-artificiale-in-europa/.

³⁷ Reg. (UE) 2024/1689, art. 1.

³⁸ Commissione Europea, *Legge* cit.

³⁹ Reg. (UE) 2024/1689, art. 57.

⁴⁰ Reg. (UE) 2024/1689, considerando (4).

⁴¹ Cfr. Politecnico di Milano, Google, *White Paper. L'intelligenza Artificiale nei settori caratterizzanti il Made in Italy: sfide e opportunità*, s.l. 2023.

⁴² L'agricoltura di precisione potrebbe ridurre i costi operativi di un'impresa agricola del 5-8%. Cfr. Id., *White* cit. 3.

⁴³ «Queste informazioni sono poi potenzialmente in grado di ottimizzare la logistica dal campo allo stabilimento, migliorando la visibilità su tempi e quantità consegnabili. In ambito di allevamento, l'Image recognition può essere anche applicata alla valutazione dello stato di salute dei capi». Cfr. Id., *White* cit. 3.

⁴⁴ Cfr. Id., *White* cit. 3.

produttore o all'operatore di calibrare l'intervento quando e dove necessario, come nel caso degli agrofarmaci dinanzi alle infezioni delle varie aree del campo⁴⁴. Secondo alcuni studiosi, per questa via si potrebbe evitare il “food waste” largamente inteso: sia quale spreco di cibo idoneo al consumo, sia come perdita complessiva di risorse lungo tutta la catena produttiva (es. durante la coltivazione, il raccolto, la trasformazione o lo stoccaggio)⁴⁵. In questo senso, l'IA fornisce un ausilio importante all'economia circolare e alla gestione razionale ed ecosostenibile delle risorse e dei rifiuti, punti critici dell'agroalimentare moderno. Infatti, l'IA può accrescere sensibilmente le performance delle attività di allevamento e agricoltura, che potranno di conseguenza essere ottimizzate a seguito dell'individuazione degli sprechi “evitabili”⁴⁶. A tal proposito, l'IA può ulteriormente rafforzare la sicurezza della filiera: le normative del settore agroalimentare sono tra le più severe e, per le imprese, avvalersi di uno strumento di controllo e verifica continua sul prodotto è di assoluta rilevanza⁴⁷.

6.- Conclusioni.

All'interno della “sustainable vision” tracciata dalla comunità internazionale è proprio l'agroalimentare ad essere destinatario delle maggiori attenzioni, essendo uno dei più esposti alla volontà collettiva di cambiamento⁴⁸. Per tali ragioni, sono comprensibili gli sforzi dei grandi attori globali tesi a riformulare la gestione imprenditoriale della filiera del cibo che, più delle altre, dovrebbe distinguersi per la giusta fusione tra “green” e “tech”. Alla luce di queste affermazioni si ritiene che la strada tracciata da ONU e UE sia quella più coerente con la situazione attuale, seppur di difficile realizzazione su larga scala. La quantità di incertezze all'orizzonte, dalle ormai note “guerre dei dazi” all'aggravio delle disuguaglianze, dal persistere dei conflitti armati a posizioni anti-ambientaliste in alcune leadership mondiali, non consente di guardare al futuro privi di preoccupazione. All'elenco devono aggiungersi gli scenari prospettati, come nel caso delle fake news e della gestione dei dati personali, dall'utilizzo distorto dell'IA. In effetti, la crescita esponenziale di quest'ultima è divenuta argomento quotidiano di dibattito e il mondo agroalimentare non è da meno⁴⁹. I giuristi, i decisori politici e gli stessi imprenditori devono confrontarsi con aspetti delicati che possono andare a scontrarsi con i diritti dei consumatori, come accennato in precedenza.

La ricerca dell'equilibrio tra prospettiva sostenibile e innovativa nell'agroalimentare può concretizzarsi proprio tramite l'IA, laddove le sue applicazioni siano incoraggiate da quadri normativi chiari e sostenute materialmente dalle istituzioni e dagli esperti in materia, a supporto delle imprese.

⁴⁴ «L'utilizzo dell'AI per produrre valori predittivi richiede però enormi quantità di dati [...], capacità di elaborazione e competenze adeguate (sia a livello governativo che tra gli agricoltori) [...], fattori che limitano l'impatto di tali sistemi in particolare per i piccoli agricoltori (IFAD, 2017; DTI, 2017). Oltre tutto i cosiddetti “training data” (ovvero dati necessari per l'addestramento dei sistemi di AI) sono principalmente incentrati sui Paesi più sviluppati, e quindi rendono tali sistemi non utilizzabili in altre aree». Cfr. L. Mundula, *Agricoltura 4.0 – Luci e ombre di un futuro attuale*, in C. Spadaro, A. Toldo, E. Dansero (curr.), *Geografia e cibo: ricerche, riflessioni e discipline a confronto*, Giornata di studio della Società di Studi Geografici, Firenze, 10-11 giugno 2021, Società di Studi Geografici, Firenze 2022, 381.

⁴⁵ Per i riferimenti a questi studi, F. Ferretti, *Spreco alimentare e sostenibilità ambientale: i profili giuridici del ruolo dell'AI*, in *EJPLT*, Special Issue 2023, 125s.

⁴⁶ Cfr. M. Zortea, *L'Intelligenza Artificiale nel settore Agrifood: tanti progressi e qualche dubbio*, in www.iccitalia.org/lintelligenza-artificiale-nel-settore-agrifood/.

⁴⁷ Cfr. V. Dedeoglu, S. Malikb, G. Ramachandranc, S. Pald, R. Jurdakc, *Blockchain meets edge-AI for food supply chain traceability and provenance*, in *Comprehensive Analytical Chemistry*, 101 (2023) 253.

⁴⁸ S. Pitto, *Tutela ambientale e sostenibilità dei sistemi alimentari. Una comparazione tra possibili soluzioni normative*, in *DPCE Online*, 58.2 (2023) 724ss; M. Trabelsi, E. Casprini, N. Fiorini, L. Zanni, *Unleashing the value of artificial intelligence in the agri-food sector: where are we?* In *British Food Journal*, 125.13 (2023) 492.

⁴⁹ V. Martin, *Artificial Intelligence: the Next Frontier in Agrifood Systems Transformation*, in www.fao.org/brussels/news/news-detail/artificial-intelligence--the-next-frontier-in-agrifood-systems-transformation/en.

Il raggiungimento di questi obiettivi passa ineluttabilmente per un ripensamento dei modelli produttivi; altrettanto necessarie sono istituzioni e governance più forti, trasparenti e responsabili⁵⁰. L'IA, per concludere, deve ricoprire un ruolo strategico non solo nel novero del "green agritech", ma anche a livello generale, poiché può offrire innumerevoli benefici a persone, imprese e società, a patto che tale tecnologia segua un approccio antropocentrico, etico, sostenibile e rispettoso dei valori e dei diritti fondamentali⁵¹.

Abstract.- Dall'Agenda 2030 al "Green Deal", negli ultimi anni si sono moltiplicati gli appelli della comunità internazionale rivolti sia al settore pubblico che privato in merito allo sviluppo sostenibile. La tutela dell'ambiente e le possibilità di progresso per le future generazioni (ma anche per quelle attuali) dipendono dalla buona riuscita della transizione verso modelli produttivi che riescano a coniugare ecosostenibilità e innovazione. Un'attenzione particolare sta ricevendo l'agroalimentare, settore vitale per la sopravvivenza ed esposto più degli altri alle criticità contemporanee, a partire dai cambiamenti climatici. Tra gli strumenti a disposizione di governi e imprese per ripensare dalle fondamenta la filiera del cibo un ruolo chiave ha assunto l'Intelligenza Artificiale (IA), la quale è in grado di trasformare ulteriormente il paradigma dell'industria agroalimentare 4.0 verso quello che può definirsi "green agritech". Come dimostrano ONU e Unione Europea con le loro iniziative, l'implementazione dell'IA rappresenta una sfida per il diritto, costretto a "rincorrere" queste novità che stanno mutando il modo di concepire un comparto delicato quanto complesso. Il contributo intende esaminare alcuni dei principali stimoli in tal senso e tracciare i contorni di questo nuovo modello imprenditoriale agroalimentare, basato sulla convergenza di "green" e "tech", che affida le proprie sorti alle potenzialità dell'IA.

From the 2030 Agenda to the Green Deal, recent years have witnessed a growing number of calls from the international community directed at both the public and private sectors regarding sustainable development. The protection of the environment and the prospects for progress for future generations (and indeed for current ones) depend on the successful transition to production models that harmonize environmental sustainability with innovation. Particular attention is being paid to the agri-food sector, which is vital for survival and more exposed than others to contemporary challenges, starting with climate change. Among the tools available to governments and businesses for fundamentally rethinking the food supply chain, Artificial Intelligence (AI) has assumed a key role, capable of further transforming the paradigm of the agri-food industry 4.0 into what can be described as "green agritech". As demonstrated by initiatives from the UN and the European Union, the implementation of AI presents a challenge for the legal field, which must "catch up" with these innovations that are reshaping the way a sector as delicate as it is complex is conceived. This contribution aims to examine some of the main drivers in this regard and outline the contours of this new agri-food business model, based on the convergence of green and tech, which entrusts its development to the potential of AI.

⁵⁰ FAO, *Strategic Framework 2022-31*, Roma 2021, 10.

⁵¹ Cfr. Commissione Europea, *Libro cit.* 28.