

Giornata di studio:  
Coltivazioni e gestione innovative:  
tra esigenze climatiche  
e opportunità economiche

13 ottobre 2025

*Relazioni*

Michele Pisante (coordinatore), Simone Orlandini, Riccardo Primi,  
Alberto Mantino, Angelo Frascarelli, Luigi Degano, Antonio Capone,  
Giovanni Cattaruzzi, Mauro Brunetti, Matteo Stabile

# Sintesi

SIMONE ORLANDINI<sup>1</sup>, MICHELE PISANTE<sup>2</sup>, MARCO NAPOLI<sup>3</sup>,  
GIANCARLO PAGNANI<sup>4</sup>

*Innovazioni agronomiche nei sistemi colturali erbacei alternativi: dal campo al prodotto*

<sup>1</sup> Accademia dei Georgofili; Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI), Università degli Studi di Firenze

<sup>2</sup> Accademia dei Georgofili; Dipartimento di Bioscienze e Tecnologie Agro-Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Teramo

<sup>3</sup> Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI), Università degli Studi di Firenze

<sup>4</sup> Dipartimento di Bioscienze e Tecnologie Agro-Alimentari e Ambientali, Università degli Studi di Teramo

L'agricoltura del XXI secolo è chiamata a rispondere alla crescente pressione climatica e ambientale. In questo scenario, le innovazioni agronomiche, digitali e biotecnologiche rappresentano concrete opportunità per una graduale transizione dell'agricoltura, offrendo strumenti per sistemi più efficienti, resilienti e sostenibili. L'obiettivo della presentazione è illustrare alcune delle innovazioni più promettenti per i sistemi colturali erbacei alternativi, nei comparti Food e No-Food, evidenziando alcune delle pratiche agronomiche e specie d'interesse agrario in grado di coniugare produttività, qualità e sostenibilità lungo l'intera filiera.

Le sperimentazioni su colture industriali, oleaginose e leguminose, evidenziano le potenzialità dell'agricoltura di precisione e delle biotecnologie nel ridurre gli input e aumentare la quantità delle rese unitarie e la qualità. Tecniche basate sulla gestione delle Management Unit Zones (MUZ) e gli indicato-

ri come il Nitrogen Nutrition Index (NNI) consentono una migliore efficienza dell'uso di acqua, biostimolanti e fertilizzanti, con vantaggi agronomici, economici e ambientali. Parallelamente, colture come il ricino e cover crops come il rafano dissodatore, mostrano come l'agricoltura possa contribuire alla bioeconomia circolare e alla rigenerazione della fertilità agronomica del suolo. Questi esempi delineano un modello produttivo dinamico, adattabile e orientato all'innovazione continua per la competitività economica e il presidio dei territori. Da queste evidenze scientifiche emerge che l'agricoltura del futuro sarà intelligente e rigenerativa, capace non solo di produrre, ma di rigenerare il suolo, preservare le risorse e valorizzare la biodiversità. Di fondamentale importanza è l'integrazione tra biotecnologia, l'impiego sistematico dei dati nella gestione del suolo e delle pratiche agronomiche, consentendo connessioni dinamiche e continue delle informazioni provenienti dal campo e dai modelli decisionali. Innovare significa coltivare conoscenza, prima ancora che piante: la transizione dell'agricoltura richiede formazione, ricerca e capacità di tradurre l'innovazione scientifica in pratiche condivise. È questa la direzione verso cui deve muoversi l'agricoltura contemporanea: un modello resiliente, digitale e rigenerativo, capace di affrontare le sfide climatiche ed economiche in modo realmente sostenibile.

*«Agronomic innovations in alternative herbaceous cropping systems: from field to product». Agriculture in the twenty-first century is called to respond to increasing climatic and environmental pressures. In this context, agronomic, digital and biotechnological innovations represent concrete opportunities for a gradual and sustainable agricultural transition, offering tools for developing production systems that are more efficient, resilient and sustainable. The aim of the presentation is to illustrate some of the most promising innovations for alternative herbaceous cropping systems, in both Food and Non-Food sectors, highlighting selected agronomic practices and crop species of agronomic interest capable of combining productivity, quality and sustainability throughout the entire supply chain.*

*Trials on industrial, oilseed and leguminous crops highlight the potential of precision agriculture and biotechnologies in reducing inputs and increasing both yield per unit area and product quality. Techniques based on the management of Management Unit Zones (MUZ) and indicators such as the Nitrogen Nutrition Index (NNI) allow greater efficiency in the use of water, biostimulants and fertilizers, bringing agronomic, economic and environmental benefits.*

*At the same time, crops such as castor bean and cover crops like tillage radish demonstrate how agriculture can contribute to the circular bioeconomy and to the regeneration of soil agronomic fertility. These examples outline a dynamic,*

*adaptable production model, oriented toward continuous innovation, economic competitiveness and the stewardship of rural territories.*

*From this scientific evidence, it emerges that the agriculture of the future will be smart and regenerative, capable not only of producing, but also of restoring soil health, preserving resources and enhancing biodiversity. At its core lies the integration of biotechnology and the systematic use of data in soil and agronomic management, enabling dynamic and continuous connections between field information and decision-making models.*

*To innovate means to cultivate knowledge before cultivating plants: the agricultural transition requires education, research and the ability to translate scientific innovation into shared practices. This is the direction in which contemporary agriculture must move — toward a resilient, digital and regenerative model, capable of addressing climatic and economic challenges in a truly sustainable way.*

RICCARDO PRIMI<sup>1</sup>, ALBERTO MANTINO<sup>2</sup>

*Risorse foraggere per l'alimentazione animale nella prospettiva dei cambiamenti climatici*

<sup>1</sup> Università degli Studi della Toscana

<sup>2</sup> Università di Pisa

Le attuali tendenze climatiche, caratterizzate da un aumento della concentrazione atmosferica di CO<sub>2</sub>, della temperatura media e della variabilità pluviometrica, incidono in modo significativo sulla fisiologia e sulla produttività delle specie foraggere, sia coltivate sia dei pascoli naturali e seminaturali, determinando una riduzione della qualità e della disponibilità del foraggio e un conseguente peggioramento del bilancio nutrizionale e della sicurezza alimentare degli allevamenti.

Le strategie di adattamento devono perseguire obiettivi di resilienza, efficienza e stabilità produttiva, fondandosi su un solido supporto della ricerca scientifica in campo agronomico, zootecnico ed ecologico, indispensabile per individuare modelli gestionali sostenibili.

Strategie percorribili sono l'introduzione di specie arido-resistenti, come sorgo e teff, e di varietà C<sub>4</sub> tolleranti che consentono di mantenere la produttività in condizioni di stress idrico e termico; l'applicazione di cicli colturali brevi, rotazioni, prati polifiti e ibridi BMR di mais e sorgo, migliorano la continuità e la qualità della produzione. Queste vanno integrate con tecniche conservative del suolo, sistemazioni idraulico-agrarie e gestione di precisione di irrigazione e concimazione.

In questo contesto, i sistemi agroforestali e agrosilvopastorali rappresentano un modello virtuoso: l'integrazione di alberi e arbusti nei sistemi foraggeri e pastorali migliora la fertilità del suolo, riduce l'erosione, incrementa il sequestro di carbonio e offre ombra e foraggio nei periodi di stress da caldo e idrico.

Un ruolo crescente assume l'impiego di sottoprodotti agroindustriali (crusche, polpe, bucce, residui fibrosi) come alimenti zootecnici, che riducono costi, importazioni e impatti ambientali, favorendo la circolarità aziendale.

*Current climate trends, characterised by an increase in atmospheric CO<sub>2</sub> concentration, average temperature and rainfall variability, have a significant impact on the physiology and productivity of forage species, both cultivated and natural and semi-natural pastures, leading to a reduction in the quality and availability of forage and a consequent deterioration in the nutritional balance and food security of livestock farms.*

*Adaptation strategies must pursue objectives of resilience, efficiency and production stability, based on solid scientific research in the fields of agronomy, animal husbandry and ecology, which is essential for identifying sustainable management models.*

*Feasible strategies include the introduction of drought-resistant species, such as sorghum and teff, and tolerant C<sub>4</sub> varieties, which allow productivity to be maintained under conditions of water and heat stress; the application of short crop cycles, rotations, polyphite grasslands and BMR hybrids of maize and sorghum improve the continuity and quality of production. These should be integrated with soil conservation techniques, hydraulic-agricultural improvements and precision management of irrigation and fertilisation.*

*In this context, agroforestry and agrosilvopastoral systems represent a virtuous model: the integration of trees and shrubs into forage and pastoral systems improves soil fertility, reduces erosion, increases carbon sequestration and provides shade and forage during periods of heat and water stress. The use of agro-industrial by-products (bran, pulp, peel, fibrous residues) as animal feed is playing an increasingly important role, reducing costs, imports and environmental impacts, and promoting circularity in farming.*

ANTONIO CAPONE<sup>1</sup>

*Gestione e tecniche agronomiche per mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici in vigna*

<sup>1</sup> CONAF - Coordinatore Dipartimento Agroalimentare

La viticoltura oggi deve necessariamente evolversi per contrastare gli effetti del cambiamento climatico. Ed è quindi necessario mettere in atto strategie

agronomiche e di gestione del vigneto utili per mitigare stress termici, siccità, e sbalzi climatici, valorizzando la qualità dell'uva e la sostenibilità.

*Principali criticità indotte dal cambiamento climatico in vigna*

- Aumento delle temperature medie e picchi di calore → maturazioni accelerate, accumulo rapido di zuccheri → vini con alcol potenziale elevato, acidità ridotta, squilibrio compositivo.
- Maggiore frequenza e durata di periodi siccitosi → stress idrico, perdita di resa, minore stabilità vegetativa e qualitativa.
- Irregolarità fenologiche: sfasamento tra maturità tecnologica (zuccheri) e fenolica (aromi, polifenoli, acidità).

Per affrontare queste sfide, la ricerca agronomica e la pratica viticola hanno sviluppato varie soluzioni: alcune “classiche ma adattate”, altre più innovative.

*Tecniche agronomiche e di gestione della chioma e del suolo*

- Modelli di allevamento e potatura differenziata: l'adozione di sistemi di allevamento più “moderni” o con migliore bilanciamento vege-to-produttivo può migliorare la resilienza alle condizioni estreme.
- Potature tardive: posticipare la potatura invernale può ritardare l'epoca di germogliamento e quindi le fasi fenologiche successive, anticipando meglio la stagione vegetativa rispetto a ondate di calore o siccità primaverili.
- Defogliazione, cimatura e interventi in “verde” con tempistiche e modalità adattate: utili per gestire il microclima della chioma e la ventilazione, influenzando maturazione e qualità dell'uva.
- Applicazione di antitraspiranti come caolino sulle foglie e grappoli: crea una pellicola bianca riflettente che riduce l'assorbimento di radiazione solare, abbassa la temperatura dei tessuti e limita l'evapotraspirazione, utile in fasi estive di forte stress.

Queste strategie “microclimatiche” si sono dimostrate efficaci nel conservare l'integrità dei grappoli, ridurre il surriscaldamento e migliorare la qualità fenolica e aromatica in condizioni di stress termico.

*Gestione del suolo, risorsa idrica e pratiche di adattamento sostenibile*

- Uso di materia organica, compost e ammendanti (anche derivati da potature e residui vegetali) per aumentare la sostanza organica del suolo, migliorarne la fertilità e la capacità di trattenere acqua. Un approccio coerente con i principi dell'agricoltura sostenibile.
- Inerbimento interfilare con specie di graminacee rustiche a radice superficiale e che entrano in quiescenza in estate per ridurre erosione, migliorare

struttura del suolo, diminuire ruscellamento e favorire la ritenzione idrica: utile in scenari di precipitazioni irregolari o intense.

- Monitoraggio del suolo e uso razionale dell'irrigazione: sensori di umidità, tecniche di irrigazione mirata, eventualmente sistemi di subirrigazione o micro-invasi, per gestire in modo efficiente la risorsa idrica, evitando stress idrici ingenti e sprechi.

#### *Strategie integrate e tecnologie di supporto*

- Approccio “microclima + suolo + gestione chioma”: combinare tecniche come potature tardive, inerbimento, caolino, compostaggio, tecniche di gestione chioma e irrigazione mirata, per massimizzare la resilienza del vigneto, applicando un approccio sito-specifico e su misura.
- Uso di strumenti e tecnologie avanzate: sensori dell'umidità del suolo, telerilevamento, monitoraggio sistematico dello stato sanitario e idrico, per ottimizzare le scelte agronomiche.
- Sfruttare la biodiversità genetica e la variabilità tra combinazioni vitigno/portinnesto per aumentare la resilienza: la selezione di materiali più adattati a stress combinati (calore + siccità) è considerata una delle chiavi per l'adattamento futuro.

#### *Quali strategie possiamo adottare in contesti come l'Italia?*

Considerando che molte aree viticole italiane, incluse quelle di pianura o collinari, stanno già sperimentando ondate di calore, siccità e stagionalità alterate, le seguenti combinazioni agronomiche risultano particolarmente indicate:

- Combinare potature/cimature/defogliazioni mirate (se necessarie) + shading-nets per gestire la chioma e moderare l'esposizione radiativa.
- Mantenere o introdurre inerbimento interfilare + compostaggio + aumento della sostanza organica del suolo, per migliorare la ritenzione idrica e la resilienza del suolo e delle piante.
- Prediligere varietà e portinnesti ben adattati al clima e potenzialmente più resistenti a stress multipli (calore, siccità, escursioni termiche).
- Implementare irrigazione razionale e sensorizzata, per evitare stress idrici e ottimizzare l'uso dell'acqua.
- Per i nuovi impianti, valutare le condizioni sito specifiche - suolo, clima (esposizione, altimetria, radiazioni solari), ed individuare le varietà idonee a quel contesto.
- Serve una gestione accurata e puntuale: potature, defogliazione, irrigazione, interventi a verde, monitoraggio continuo, competenze e tecniche di adattamento in funzione del contesto e dell'annata.

*Conclusion: necessario un approccio integrato e contesto-specifico*

La mitigazione degli effetti del cambiamento climatico in vigna non può passare da una “singola tecnica”, bensì da un sistema integrato di pratiche agronomiche. In questo, il ruolo dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali risulta essere centrale per le tante variabili in gioco. Fondamentale, la visione olistica e la capacità di conoscenza del sito specifico (suolo, clima, microclima), sulla varietà e sulla storia del vigneto. Inoltre, la capacità di interpretazione e di analisi dati derivanti dalle tecnologie moderne, permetterà di tradurre informazioni in azioni e tecniche sempre più puntuali e precise, in grado di preservare salute della vite, qualità dell’uva e stabilità produttiva ed ambientale, in scenari climatici e di mercato sempre più complessi.

GIOVANNI CATTARUZZI<sup>1</sup>

*Sperimentazione del Teff destinato ai bovini da latte: comparazione con medica e prato stabile nella pianura friulana - Sintesi delle osservazioni rilevate presso l’Azienda Agricola Fondazione Daniele Moro - Morsano al Tagliamento (PN)*

<sup>1</sup> Collegio Nazionale dei Periti Agrari e dei Periti Agrari Laureati

La Fondazione Daniele Moro coltiva trecento ettari di seminativo, alleva bovini da latte di Pezzata Rossa Italiana e conduce un impianto a biogas per la produzione di energia rinnovabile elettrica e termica. Per garantire una produttività adeguata, specialmente alla luce dei cambiamenti climatici, sperimenta nuove colture come il Teff (*Eragrostis tef* - [Zucc.] Trotter) originario dell’Etiopia ed assente in Friuli Venezia Giulia; una foraggera graminacea, resistente alla siccità. Il sito produttivo, storicamente soggetto ad un clima temperato, è attualmente caratterizzato da temperature medie estive elevate (+1,7 °C in 60 anni) e un bilancio idroclimatico negativo (- 160 mm). La semina è avvenuta a fine giugno 2025, dopo un’erba medica abortita e il primo sfalcio è stato effettuato dopo 60 giorni a fioritura avviata. La coltura ha sopportato senza stress un apporto idrico ridotto (340 mm), non ha rivelato attacchi crittogamici e presenza di parassiti, ha colonizzato molto bene il terreno soffocando le infestanti; resiste discretamente all’allettamento, ma sopporta poco l’eccesso di umidità nel terreno; l’altezza dalle piante ha raggiunto 120 cm e l’apparato radicale ha raggiunto la profondità di 40 cm in un suolo franco-limoso-argilloso. Ha prodotto 6,4 t/ha di fieno su due sfalci con 0,7 t/ha di Proteina Grezza s.s. (proteine complete), il 5,5% di zuccheri s.s. e 0,72 UFL s.s. dimostrando indici di produttività e valore nutritivo simili o

migliori al prato stabile e prossimi all'erba medica e capacità di adattamento a condizioni fitogeografiche ben diverse da quelle di origine (46° vs. 9° parallelo di latitudine). Il fieno di Teff (color giallo-verde pallido con aroma di salse-dine) è risultato gradito ai bovini sia in purezza che misto all'insilato di mais rivelandosi una foraggera apprezzabile coltivata preferibilmente di primo, ma anche di secondo raccolto.

*«Evaluation of Teff as a Forage Crop for Dairy Cattle: Comparison with Alfalfa and Permanent Grassland in the Friulian Plain – Summary of Observations from Fondazione Daniele Moro Farm, Morsano al Tagliamento (PN)». The Fondazione Daniele Moro manages 300 hectares of arable land, raises Italian Simmental (Pezzata Rossa Italiana) dairy cattle, and operates a biogas plant for the production of renewable electrical and thermal energy. To ensure sustainable and resilient forage productivity under changing climatic conditions, the farm is testing alternative crops such as Teff (*Eragrostis tef* [Zucc.] Trotter), a drought-tolerant C4 grass species native to Ethiopia and previously untested in the Friuli Venezia Giulia region. The production site, historically characterized by a temperate climate, has experienced relevant climatic shifts, with mean summer temperatures increasing by +1.7 °C over the past 60 years and a negative hydro-climatic balance of -160 mm. Teff was sown in late June 2025 following the failure of an alfalfa stand. The first harvest was conducted 60 days after sowing, at early flowering. The crop tolerated a reduced water input (340 mm) without signs of stress, showed no incidence of fungal diseases or pest attacks, and exhibited strong competitive ability against weeds through rapid soil colonization. It displayed moderate resistance to lodging but limited tolerance to excess soil moisture. Plants reached a height of 120 cm, and the root system penetrated to approximately 40 cm in a loam-silt-clay soil. Across two cuts, Teff yielded 6.4 t/ha of hay, with 0.7 t/ha of crude protein (DM basis), 5.5% water-soluble carbohydrates (DM), and an energy value of 0.72 UFL (DM). These results indicate productivity and nutritive value comparable to, or in some cases exceeding, those of permanent grassland and approaching those of alfalfa. The crop demonstrated a remarkable ability to adapt to phyto-geographical conditions markedly different from those of its native range (46° vs. 9° latitude). Teff hay—characterized by a pale yellow-green color and a mild saline aroma—was readily accepted by dairy cattle, both when fed alone and when mixed with maize silage. Overall, Teff proved to be a promising forage option, particularly suited for primary sowing but also viable as a second crop.*

MAURO BRUNETTI<sup>1</sup>, MATTEO STABILE<sup>1</sup>

*L'impiego nell'industria agroalimentare del TEFF*

<sup>1</sup> Collegio Nazionale Agrotecnici e degli Agrotecnici Laureati

Il teff (*Eragrostis tef*) è un cereale originario dell'Etiopia e rappresenta una coltura innovativa e promettente per l'agricoltura italiana, in grado di rispondere efficacemente alle sfide poste dai cambiamenti climatici.

Questa coltura si inserisce con successo in avvicendamenti colturali sostenibili, grazie alla rusticità, al basso fabbisogno idrico e alla resistenza a molte fitopatie. Qualità che gli permettono di adattarsi bene a diversi ambienti.

La Fondazione per l'Istruzione Agraria in Perugia ha maturato un'esperienza poliennale nella coltivazione del teff, riconoscendone i pregi e le principali problematiche della produzione negli ambienti umbri, così da perfezionare le pratiche e le tecniche colturali.

Dal punto di vista industriale, il teff si distingue per le sue eccellenti proprietà nutrizionali: è privo di glutine, ricco di fibre e di minerali come ferro e calcio; inoltre ha un basso indice glicemico, qualità che lo rendono ideale per produzioni alimentari salutari. Queste qualità sono state la base della ricerca industriale fatta all'interno del progetto "TEFF: Tecnologie Ecosostenibili per Filiere Food", finanziato con i fondi europei del PSR Umbria. Le sperimentazioni hanno portato allo sviluppo di prodotti alimentari innovativi come un frollino a base di farina e semi di teff e una birra gluten free, dimostrando il suo alto potenziale commerciale e l'interesse crescente da parte delle filiere agroalimentari.

*«The use of TEFF in the agri-food industry». Teff (Eragrostis tef) is a cereal native to Ethiopia and represents an innovative and promising crop for Italian agriculture, capable of effectively responding to the challenges posed by climate change.*

*This crop fits successfully into sustainable crop rotations, thanks to its hardiness, low water requirements, and resistance to many plant diseases. These qualities allow it to adapt well to different environments.*

*The Foundation for Agricultural Education in Perugia has gained many years of experience in the cultivation of teff, demonstrating the advantages and main problems of production in Umbria, thereby refining cultivation practices and techniques.*

*From an industrial point of view, teff stands out for its excellent nutritional properties: it is gluten-free, rich in fiber, minerals such as iron and calcium and has a low glycemic index, qualities that make it ideal for healthy food production.*

*These qualities were the basis for industrial research carried out as part of the “TEFF: Tecnologie Ecosostenibili per Filiere Food” (TEFF: Eco-sustainable Technologies for Food Supply Chains) project, funded by the European PSR Umbria funds, which led to the development of innovative food products such as a short-bread biscuit made from teff flour and seeds and a gluten-free beer, demonstrating its high commercial potential and growing interest from the agri-food supply chains.*

