



***I sistemi agroforestali
per combattere
il cambiamento climatico
con frumento duro coltivato
nell'interfilare di olivi***

Pubblichiamo due dei lavori finalisti presentati in occasione del Premio Filippo Re, organizzato dall'Accademia Nazionale di Agricoltura e giunto alla sua 2^a edizione con il Focus "Ambiente".

*** Anna Panozzo,**
**** Hsinya Huang,**
**** Bruno Bernazeau,**
*** Teofilo Vamerli,**
***** Marie Françoise Samson,**
**** Dominique Desclaux**

La pubblicazione proposta al Premio Filippo Re giunto alla sua 2^a edizione con Focus "Ambiente" è intitolata "Morphology, phenology, yield, and quality of durum wheat cultivated within organic olive orchards of the Mediterranean area", pubblicata nel Novembre 2020 dalla rivista internazionale e open-access Agronomy della MDPI. Il lavoro presentato è il risultato di un gruppo di lavoro internazionale, che ha visto il coinvolgimento di due enti di ricerca francesi, INRAE - DiaScope Unit e IATE - Univ Montpellier di Montpellier, e dell'Università di Padova con il Dipartimento DAFNAE. La pubblicazione presenta i risultati di un progetto di ricerca quadriennale finanziato dall'Unione Europea, AGFORWARD, che ha avuto lo scopo di valutare l'interesse di un sistema agroforestale in cui si introduce la coltivazione di grano duro in

rotazione con leguminose da sovescio nell'inerfila di un oliveto, allo scopo di migliorare la produttività per unità di superficie e promuovere l'incremento dei servizi ecosistemici prodotti nelle aree marginali e rurali che ospitano olivi a bas-

agli effetti del cambiamento climatico. La difficoltà di assicurare rese adeguate e la fluttuazione dei prezzi di mercato per l'olio d'oliva ha fortemente compromesso la sostenibilità economica di tali impianti e ha spinto numerosi agricoltori ad

autunno vernini, commodity chiave per la regione Mediterranea. In quest'area infatti, l'insorgenza di stress termici e di periodi di siccità in primavera/estate ha compromesso la stabilità interannuale delle rese e della qualità delle granelle di frumento. Nei sistemi agroforestali, invece, la presenza degli alberi modifica il microclima, determinando un effetto windbreak e producendo un parziale ombreggiamento, che contribuiscono a mitigare le temperature e a conservare la risorsa idrica, portando notevole beneficio alla coltura erbacea consociata.

La prova sperimentale oggetto di questa pubblicazione ha previsto la coltivazione di grano duro nell'interfila di oliveti potati con diversi livelli di severità in modo da produrre diversi livelli di ombreggiamento nell'interfila, situati nel sud della Francia in prossimità di Montpellier. Le caratteristiche climatiche dell'area dove è stato svolto lo studio sono simili a quelle del centro Italia dove la coltivazione dell'olivo e del grano duro è altrettanto diffusa e dove l'adozione di sistemi agroforestali può risultare strategica al fine di proteggere la produttività e la redditività di tali produzioni. La prova sperimentale ha inteso valutare l'interesse di questo modello culturale misto perseguendo i seguenti obiettivi specifici:

- investigare come gli olivi modificano il microclima nell'interfila rispetto al frumento coltivato in pieno campo, tramite l'uso di sensori per misurare il livello di radiazione fotosinteticamente attiva (PAR), la velocità del vento, la temperatura e l'umidità relativa dell'aria e il contenuto di umidità nel suolo;
- determinare l'effetto della consociazione con la coltura



Fig 1.
Foto del frumento duro consociato con filari di olivo nella fase di inizio levata (sinistra) e a pochi giorni dalla raccolta (destra).

sa densità nella regione Mediterranea.

La coltivazione dell'olivo nell'areale Mediterraneo occupa 9,5 milioni di ettari, di cui il 70% è rappresentato da oliveti a bassa densità d'impianto e situati in aree marginali e rurali. La gestione di questi oliveti ha un ruolo fondamentale per la riduzione dell'erosione del suolo e per garantire un'adeguata produzione di olive e olio d'oliva, prodotti la cui domanda è in crescita nella regione Mediterranea. La produttività di questi oliveti è però scarsa e recentemente è stata ulteriormente ridotta dall'impatto di intense ondate di calore e fenomeni di siccità prolungati sempre più frequenti, dovuti

abbandonarli, con conseguenti criticità in termini di protezione ambientale.

Le tecniche della coltura promiscua, o *agroforestry*, introducendo la coltivazione di una coltura erbacea nell'interfila dell'oliveto, potrebbero rappresentare una soluzione vincente per incrementare la qualità del suolo, assicurare la produttività della specie arborea, ottenere una produzione secondaria (granella prodotta dalla coltura erbacea), e garantire di conseguenza un'adeguata redditività. Inoltre, i sistemi agroforestali stanno ricevendo crescente interesse per l'elevato potenziale di incrementare la resilienza e la stabilità produttiva dei cereali



Fig 2.
Dall'alto, tre diverse fasi della crescita delle piante coltivate.

erbacea sull'accrescimento e sulla resa degli olivi, rispetto ad un controllo in monocultura;

- valutare l'impatto degli alberi sulla morfologia, fenologia, resa e qualità di 25 genotipi di frumento duro, tra cui varietà moderne, vecchie varietà e popolazioni, rispetto al frumento coltivato in monocultura;
- valutare la produttività di questo modello colturale misto rispetto alla monocultura di olivo e di frumento duro, tramite il calcolo del *Land Equivalent Ratio*, e effettuare un'analisi economica.

La pubblicazione proposta al Premio Filippo Re presenta i risultati dell'analisi dell'effetto di due diversi livelli di ombreggiamento, prodotti in due oliveti a diverso regime di potatura, sul frumento duro coltivato nell'interfila rispetto

al frumento coltivato in pieno campo senza la presenza degli alberi. A tale scopo è stata effettuata un'indagine approfondita sulla fenologia e la morfologia della pianta di frumento durante il ciclo di crescita, e sulla resa, sulle componenti della resa e sulla qualità della granella a maturità (Figura 1).

Le performances della coltura erbacea consociata sono considerate la criticità più rilevante nell'implementazione di sistemi agroforestali sostenibili, in quanto cali di resa vengono comunemente osservati nella zona di competizione con l'albero. Nonostante in Europa si ottengano rese superiori in media del 20-40% nei sistemi agroforestali rispetto ai sistemi monocolturali (LER=1,2-1,4%), le perdite di resa che si osservano per effetti di competizione con l'albero limitano il potenziale dei sistemi agroforestali e scoraggiano gli agricoltori ad integrare queste pratiche.

Il presente lavoro ha inteso investigare l'effetto dell'albero sulle performances dell'intercrop in un contesto innovativo: in presenza di una specie arborea sempreverde come l'olivo e in un sistema agroforestale di tipo *alley-cropping* con interfila stretto (6m). I sistemi *alley-cropping* più diffusi e studiati nei climi temperati presentano infatti una componente arborea a foglia caduca, come ad esempio il pioppo o il nocciolo, e un'interfila più ampia, che varia tra i 15 e i 50m. Il sistema agroforestale olivo-frumento oggetto di questo lavoro rappresenta perciò un contesto particolarmente estremo in termini di disponibilità di radiazione per la coltivazione di frumento duro, che ci ha consentito di evidenziare le capacità di adattamento di questo cereale

all'ambiente agroforestale. Oltre a ciò, è stato eseguito uno screening di 25 genotipi di frumento duro che ha permesso, in maniera innovativa rispetto a quanto disponibile in letteratura, di investigare nel dettaglio la variabilità genetica del frumento duro nell'adattabilità al contesto agroforestale.

I risultati ottenuti nei tre anni di sperimentazione hanno evidenziato un ritardo significativo nell'inizio della fase di senescenza del frumento e un prolungamento della greenness fogliare, di entità variabile a seconda della severità dell'ombreggiamento e del genotipo. Tale modificazione morfo-fisiologica ha consentito alle piante di incrementare il periodo di intercettazione della radiazione solare e di mantenere l'attività fotosintetica più a lungo, rispetto alla situazione di controllo in pieno sole. Nell'oliveto severamente ombreggiato, dove è stata misurata una riduzione media della disponibilità di PAR del 51% durante il ciclo di crescita del frumento, sono stati osservati i prolungamenti delle fasi finali del ciclo del frumento più elevati, con alcuni genotipi che hanno raggiunto la fase di fine antesi con 10-14 giorni di ritardo rispetto al testimone. Nell'oliveto mediamente ombreggiato, con una diminuzione media del 30% della PAR rispetto al pieno campo, si sono osservati prolungamenti del ciclo fenologico più limitati, con ritardi da 1 a 5 giorni per il raggiungimento delle diverse fasi fenologiche rispetto al controllo.

Il prolungamento dell'attività fotosintetica dopo la fecondazione e il ritardo della senescenza dei tessuti vegetativi sono considerate strategie chiave al fine di estendere la fase di riempimento delle cariossidi e prolungare l'accumu-

lo di fotosintetati: fenomeni che si possono tradurre in un incremento di resa e di qualità della granella. La riduzione significativa della radiazione nei due oliveti studiati ha però determinato un calo significativo delle rese medie del frumento nel sistema agroforestale rispetto al pieno campo, mettendo in evidenza il numero di cariossidi per spiga come il componente della resa più significativo per spiegare la variabilità tra i diversi genotipi. L'ampia variabilità intraspecifica tra i 25 genotipi di frumento duro investigati, con variazioni di resa in granella da -12% a -74% rispetto al controllo, è il risultato più interessante di questo studio, mettendo in evidenza come ci sia elevato interesse nel fare un lavoro di screening per identificare i genotipi più adatti ai sistemi agroforestali. Nel complesso, alla luce anche dei risultati di produttività delle piante di olivo, è stato calcolato un *land equivalent ratio* medio pari a 1,6, dimostrando la maggior efficienza del sistema agroforestale olivo-frumento (+60% di produttività per ettaro) rispetto ai due sistemi monocolturali, in termini di utilizzo della risorsa suolo e di produttività per unità di superficie. I sistemi agroforestali vengono espressamente citati nei documenti approvati dalla Commissione Europea all'interno dei piani strategici del *Green Deal*, della *Farm to Fork Strategy* e della *Biodiversity Strategy*, al fine di contrastare il cambiamento climatico e promuovere la sostenibilità delle pratiche agricole e la protezione della biodiversità. I risultati del presente lavoro offrono un contributo rilevante all'individuazione di *key traits*, quali ad esempio la fertilità della spiga, un angolo di elevazione fogliare ridotto



e un ritardo della senescenza fogliare, da implementare in futuri programmi di breeding orientati all'agroforestry per identificare le varietà di frumento più adatte. Le varietà di frumento di cui disponiamo oggi sono state selezionate in pieno sole e vengono pertanto limitate in ambienti semi-ombreggiati come quelli agroforestali. La disponibilità di varietà adatte all'agroforestry consentirà di massimizzare le rese della coltura erbacea e di aumentare la produttività, convincendo gli agricoltori ad integrare questi sistemi su ampia scala e promuovendo una transizione verso sistemi colturali produttivi, resilienti al cambiamento climatico e sostenibili in tutto il territorio del mediterraneo e in particolare in quelle aree rurali e marginali a maggior rischio di abbandono e degradazione.

* **Università di Padova, Dipartimento DAFNAE, Italia**

** **NRAE, DiaScope Unit, Francia**

*** **IATE, Univ Montpellier, Francia**



Fig 3 e 4. Le tecniche della coltura promiscua, o agroforestry, potrebbero rappresentare una soluzione vincente per incrementare la qualità del suolo.