



*Modulo 1 – Agroforestazione per sistemi olivicoli multifunzionali*  
*Corso 2 - Sistemi Agroforestali nella Gestione del Suolo degli Oliveti*  
**Capitolo 2 – Consociazione con olive**

*Dal dottor Abdel Kader El Hajj*  
*Istituto libanese di ricerca agricola (LARI)*





## Contenuto



**introduzione**

**Definizione di consociazione agroforestale**

**Gli obiettivi della consociazione agroforestale**

**Interazione albero – coltura**

**Principi di consociazione agroforestale**

**Principi di selezione consociativa**

**Efficienza nell'uso delle risorse nelle consociazioni agroforestali**

**Vantaggi dei sistemi di consociazione**

**Prodotto**

**Fertilità del terreno**

**Assorbimento d'acqua**

**Sostenibilità**

**Biodiversità all'interno del sistema**

**Minor uso di fertilizzanti chimici**

**Limitazioni del sistema di consociazione**

**Reddito migliore**

**Casi di studio del sistema di consociazione agroforestale dell'olivo**



**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente di sa Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARC  
المركز الوطني للأبحاث الزراعية  
National Agricultural Research Center



LARI



CIHEAM  
MEDITERRANEA  
MEDITERRANEA



ATM CONSULTING sas

"Olive Tree & Rock-1" di [zeevvez](#), [flickr](#) è sotto licenza [CC BY 2.0](#)

Corso co-finanziato dall'UE nell'ambito del programma ENI CBC Med e sviluppato nell'ambito del progetto LIVINGAGRO attività 3.1.8



## introduzione

- Storicamente, la consociazione si è evoluta spontaneamente quando gli esseri umani hanno lottato per diversificare le loro fonti di reddito e cibo dalla terra che coltivavano in assenza di progressi tecnologici che non erano disponibili in quel momento
- Con l'inizio della rivoluzione industriale, l'agricoltura subì una radicale trasformazione, portando alla nascita di quella che oggi è conosciuta come agricoltura moderna
- Nonostante il fatto che l'agricoltura moderna abbia aumentato la produzione per soddisfare la crescente domanda umana di cibo, ha portato conseguenze ambientali negative che si sono manifestate nel deterioramento della fertilità del suolo



SardegnaForeste





## Introduzione – Funzione del suolo

- Funzioni del suolo:
  - Ciclo dei nutrienti
  - Stoccaggio e turnover del carbonio
  - Dinamica dell'acqua
  - Promozione e regolazione della biodiversità e dell'habitat
  - Filtraggio e buffering
- Il degrado del suolo è la diminuzione della capacità del suolo di svolgere alcune delle sue funzioni

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



Consiglio Nazionale delle Ricerche



LARI



CIHEAM  
MEDITERRANEA



ATM CONSULTING sas



## Introduzione – Funzione del suolo

- Ciclo dei nutrienti

Il suolo fornisce un ambiente appropriato per la decomposizione di resti vegetali e animali in minerali



I minerali possono essere trattenuti nel terreno, persi nell'aria e nell'acqua e/o utilizzati dalle piante come cibo per l'uomo e gli animali

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





## Introduzione – Funzione del suolo

- Stoccaggio e turnover del carbonio
  - Il carbonio viene rimosso dall'atmosfera e immagazzinato come sostanza organica del suolo (SOM) nel suolo. Questo processo è mediato dalla pianta attraverso il processo di fotosintesi, che converte l'energia solare in molecole organiche
  - La decomposizione della biomassa vegetale da parte dei microbi del suolo provoca la perdita di carbonio sotto forma di CO<sub>2</sub> dal suolo attraverso la respirazione microbica. Durante il processo di decomposizione, solo una piccola percentuale di C viene immagazzinata nel suolo come humus.



SardegnaForeste





## Introduzione – Funzione del suolo

- **Dinamica dell'acqua.** Il suolo può regolare l'infiltrazione, il flusso e lo stoccaggio dell'acqua che trasporta sedimenti, materia organica, nutrienti delle piante come azoto e fosforo, pesticidi e altri composti disciolti o sospesi
- **Promozione e regolazione della biodiversità e dell'habitat.** Il suolo supporta la crescita di un'ampia gamma di piante, animali e microrganismi del suolo, di solito fornendo diversi habitat fisici, chimici e biologici
- **Filtraggio e buffering.** Il suolo assorbe elementi e composti potenzialmente dannosi dall'aria e dall'acqua, come metalli pesanti e pesticidi. Alcuni di questi composti sono utilizzati e degradati dai microrganismi del suolo, mentre altri sono trattenuti fisicamente nei pori del suolo e chimicamente nel sito di scambio cationico





## Introduzione – L'importanza dell'agroforestazione

L'aumento dell'uso di fertilizzanti chimici, pesticidi ed erbicidi nell'agricoltura moderna, nonché la frequente lavorazione del terreno e l'uso di macchinari pesanti, hanno portato a uno squilibrio ecologico

Uno dei motivi principali del declino della sostenibilità rurale è l'incapacità degli agricoltori di competere con l'agricoltura moderna, che li costringe a trascurare i propri frutteti

Alla luce di questi impatti negativi, è urgente studiare alternative alle pratiche agricole intensive

Pertanto, la tendenza al rilancio dei sistemi agroforestali per i loro benefici economici, ambientali e sociali, è stata oggetto di studi approfonditi per molti anni

### Pilastri della sostenibilità

- Economico
- Sociale
- Ambientale

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





## Definizione di consociazione agroforestale

- La pratica di coltivare qualsiasi coltura economica nei viali degli alberi da frutto nei primi anni o negli spazi non occupati dalla coltura di lunga durata nei primi periodi è indicata come **consociazione** (N. Kumar. 1997)
- " **La consociazione** e l'agroforestazione sono sistemi di coltivazione di specie vegetali miste che possono potenzialmente ridurre la pressione sulla terra e sulle risorse idriche generando raccolti più elevati e aumentando l'efficienza nell'uso delle risorse attraverso lo sfruttamento delle complementarità tra le specie" ( Yu Hong et al. 2017)
- **La consociazione** è definita come la pratica agronomica di coltivare due o più colture sullo stesso campo contemporaneamente (S. Asseng et al. 2014)

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente di sa Sardinia  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARC  
المرکز الوطني للبحوث الزراعية  
National Agricultural Research Center



LARI



CIHEAM  
MEDITERRANEA  
MEDITERRANEA



ATM CONSULTING sas



## Gli obiettivi dell'agricoltura consociata

- Gli obiettivi della consociazione nel sistema agroforestale sono:
  - Sfruttare in modo efficiente le risorse ambientali e del suolo (luce, acqua e sostanze nutritive), poiché l'uso efficiente di queste risorse è alla base del mantenimento della fertilità del suolo e della riduzione dell'erosione del suolo
  - Massimizza la redditività utilizzando lo spazio disponibile nei frutteti
  - Garantire stabilità economica o sicurezza nel caso in cui una delle colture fallisca a causa di molti fattori, specialmente negli oliveti dove l'albero sperimenta il fenomeno dell'alternanza
  - Diversificare i redditi degli agricoltori e migliorare la sostenibilità dell'uso del suolo, in particolare nelle regioni marginali con ecosistemi fragili, scarsità d'acqua e sfruttamento insostenibile delle risorse naturali
  - Fornire benefici sociali sia al proprietario terriero che alla comunità circostante



SardegnaForeste





## Interazione albero-cultura

- L'interazione è definita come l'effetto di un componente di un sistema sulle prestazioni di un altro componente e/o del sistema complessivo (Nair, 1993). Si possono quindi sollevare due questioni importanti:
  - In che modo i componenti del sistema di consociazione utilizzano e condividono le risorse dell'ambiente?
  - In che modo la crescita e lo sviluppo di uno qualsiasi dei componenti influenzerà gli altri?
- La gestione delle interazioni tra le componenti agroforestali è il cuore della pratica agroforestale di successo. Il ruolo è quello di ridurre al minimo la competizione per luce, acqua e sostanze nutritive tra i diversi componenti
- Il corretto funzionamento della consociazione nel sistema agroforestale è condizionato da:
  - La disponibilità delle risorse ambientali
  - La capacità della componente del sistema consociativo di condividere queste risorse

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARC  
National Agricultural Research Center



LARI



CIHEAM  
MEDITERRANEAN AGRICULTURAL RESEARCH CENTER



ATM CONSULTING sas



## Interazione albero-coltura

### Tipi di interazioni

#### Complementare



Quando la produzione sia dell'albero che del raccolto aumenta contemporaneamente

#### Supplementare



La resa di un componente (albero) aumenta mentre la resa dell'altro componente (raccolto) rimane la stessa

#### Competitivo



Quando la resa di un componente aumenta, la resa dell'altro componente (raccolto) diminuisce



SardegnaForeste





### Esempio di interazione complementare

#### Oliveto consociato a frumento invernale

La crescita dell'olivo non è ostacolata dalla crescita del grano durante l'inverno e l'inizio della primavera, l'olivo cresce bene e non è influenzato dal grano a crescita rapida. Per aumentare l'efficacia di questo sistema è necessario evitare di interferire con la maturazione della pianta del grano con la crescita vegetativa e riproduttiva dell'olivo

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





## Interazione albero – coltura

### Effetto positivo

- Ambiente modificato all'ombra dell'albero. Gli alberi nel sistema di consociazione riducono la domanda evaporativa del raccolto abbassando la velocità del vento, moderando la temperatura e aumentando l'umidità
- I materiali di potatura, la lettiera e i residui radicali aggiungono N e OM, migliorano le condizioni del suolo e aumentano la produttività del sistema di consociazione agroforestale
- Lettiera con alto rapporto C/N (alto contenuto di lignina e polifenolici) che si decompone lentamente agisce come pacciame che mantiene l'umidità del suolo durante la stagione secca
- L'apparato radicale dell'albero pompa dagli strati profondi del suolo i nutrienti che sono stati lisciviati dal suolo superiore e liberati dai minerali alterati
- La vegetazione consociata e la chioma degli alberi aiutano a ridurre al minimo l'erosione
- Le consociazioni a crescita rapida e la chioma degli alberi sopprimono le erbacce
- Il sistema agroforestale multispecie riduce la pressione dei parassiti e delle malattie facilitando il controllo biologico naturale

Corso co-finanziato dall'UE nell'ambito del programma ENI CBC Med e sviluppato nell'ambito del progetto LIVINGAGRO attività 3.1.8

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per il sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
SardegnaForeste





## Interazione albero – coltura

### Negativo effetto

- Concorso per la luce. La crescita delle piante dipende dalla fotosintesi. Pertanto la luce è considerata il fattore più limitante per la coltivazione in consociazione in prossimità dell'albero (Effetto ombreggiamento)
- L'ombra degli alberi può impedire alla luce di raggiungere le piante, specialmente nei densi frutteti sempreverdi. La bassa intensità della luce è una delle limitazioni importanti nell'aumento dei rendimenti



Foto del dottor Peter Moubarak



## Interazione albero – coltura

### Effetto negativo

- Allelopatia. Gli allelochimici rilasciati nell'ambiente e nella rizosfera in condizioni appropriate influenzano le piante vicine
- Alcuni essudati radicali sono tossici per le radici di altre colture (ad es. le sostanze dell'essudato d'orzo inibiscono la crescita della lattuga)
- La malattia del suolo è causata dall'accumulo di sostanze fitotossiche rilasciate dalle radici di piante coltivate da tempo nello stesso luogo. La monocoltura è la causa principale della malattia del suolo
- Alberi e colture possono diffondere reciprocamente parassiti e malattie
- Piante ospiti di malattie fungine ( *verticilium* ) coltivate in consociazione in oliveto: sedano, melanzana, lattuga, melone, peperone, patata, zucca, zucca, pomodoro e anguria

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





## Interazione albero – coltura

### Effetto negativo

- Il limitato pool di nutrienti del suolo aumenta la competizione tra l'albero e le colture
- L'apparato radicale poco profondo sviluppato dall'albero compete per l'acqua e le sostanze nutritive con l'apparato radicale delle consociazioni. Anche se gli alberi hanno sviluppato sistemi di radici che crescono in profondità nel profilo del suolo, preferenzialmente (più attivi nell'estrazione di acqua e nutrienti) accedono all'acqua dalle zone superficiali quando è disponibile
- L'impatto di questa competizione sia sull'albero che sul raccolto varia a seconda delle precipitazioni e della disponibilità di nutrienti
- Le radici spesso si estendono a grandi profondità nei suoli liberamente drenati e sono poco profonde solo dove le condizioni del suolo limitano la crescita delle radici (ad esempio, uno strato compatto a una profondità ridotta che limita la crescita delle radici può provocare una maggiore competizione tra l'apparato radicale dell'albero e delle colture). Questo problema può essere più drammatico nei frutteti pluviali

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
SardegnaForeste





## Principi di consociazione agroforestale

- I seguenti principi primari dovrebbero essere considerati quando si implementano sistemi di consociazione:
  - Gli alberi da frutto sono la coltura primaria in agroforestazione
  - Morfologia e fisiologia delle piante
    - Tipo di albero: Sempreverde / Deciduo
    - Nei frutteti sempreverdi, gli alberi vengono solitamente potati per avere una chioma leggera che permetta alla luce solare di passare attraverso le consociazioni
    - Le colture con un apparato radicale profondo possono competere con gli alberi per l'acqua e le sostanze nutritive
    - Orzo, arachidi, piselli, piselli, sorgo, girasole, patate dolci e grano sono ottime consociazioni
    - Le consociazioni che tendono a una crescita eccessiva dovrebbero essere evitate altrimenti possono esaurire i nutrienti e l'umidità dal terreno
    - Evita di sincronizzare le fasi di crescita di colture e alberi
    - Inoltre, la maturità della consociazione non dovrebbe coincidere con le fasi critiche della crescita dell'albero (fioritura, fruttificazione e maturità).
  - Le colture dovrebbero essere di breve durata e di rapida crescita.



SardegnaForeste





## Principi di consociazione agroforestale

- Considerazioni culturali
  - La consociazione selezionata per il sistema agroforestale non dovrebbe ostacolare l'attuazione delle operazioni agricole nel frutteto
  - Alcune colture perenni sono considerate inadatte in agroforestazione, perché la loro presenza permanente nel frutteto ostacolerebbe le operazioni agricole, in particolare la raccolta
  - La rotazione delle colture è un'importante pratica agricola per ridurre la pressione sul serbatoio di nutrienti del suolo, prevenire l'accumulo e la diffusione di malattie trasmesse dal suolo e migliorare le caratteristiche fisiche del suolo
  - Evitare l'erosione del suolo attraverso la copertura vegetale, ridurre la concorrenza per i nutrienti con gli alberi e ottenere una resa economica sono i principali obiettivi desiderati nella scelta della densità di impianto
  - Evitare di piantare consociazioni in un'area in cui sono concentrate le radici degli alberi da frutto





## Principi di consociazione agroforestale

- Allelopatia e focolaio di malattia
  - Gli effetti allelopatici negativi dei componenti agroforestali l'uno sull'altro dovrebbero essere trascurabili
  - L'integrazione delle consociazioni in un sistema agroforestale dovrebbe mirare a ridurre i focolai di parassiti e malattie fornendo un habitat adatto per i nemici naturali
  - Si consiglia di lasciare strisce o macchie di vegetazione spontanea nei frutteti per migliorare il controllo dei parassiti nel sistema di consociazione, poiché la sola consociazione non è sufficiente a fornire habitat ai nemici naturali soprattutto nelle regioni semiaride e aride dove l'acqua è scarsa
  - Ravanello, rucola, rapa, zucca o vegetazione naturale (selvatico), così come grano saraceno/carota, sono tutti incredibilmente attraenti per importanti gruppi di nemici naturali (Hymenopterous parassitoids, Coccinellidae, Syrphidae, Anthocoridae, Chrysopidae) (Annette Herz et al. ., 2005)
  - Evitare le consociazioni che attirano gli afidi, la cui melata è un'importante fonte di nutrimento per la mosca dell'olivo
  - La consociazione può essere allo stesso tempo un rifugio per insetti nocivi e utili

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e de s'ambiente de sa Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARC  
المركز الوطني للأبحاث  
National Agricultural Research Center



LARI



CIHEAM  
MAI CHANIA



ATM CONSULTING sas



## Principi di consociazione agroforestale

- Allelopatia e focolaio di malattia

Parassitoidi imenotteri mosca della frutta dell'olivo trovata in Libano (Abdel Kader El-hajj et al. 2018)

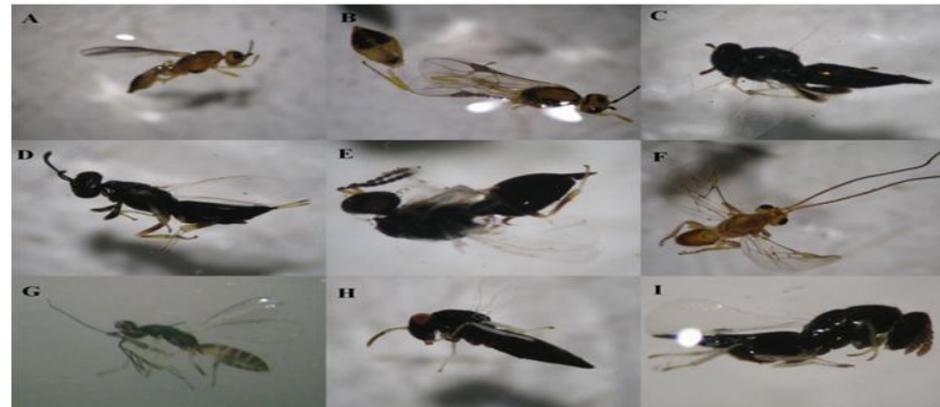


Figure 1. Isolated parasitoids from olive fruit samples: (A) (B) *Bracon* sp., (C) *Cyrtoptyx dacicida*, (D) *Eupelmus urozonus*, (E) *Eurytoma* spp., (F) *O. concolor*, (G) *Pnigalio mediterranean* (H) *Pteromalus*, (I) *Tetrastichus* sp



## Principi di consociazione agroforestale

*Inula viscosa*



Di Abdel kader El hajj

Grano saraceno



Di Abdel kader El hajj

Rucola



Leo Michels , Pubblico dominio, tramite Wikimedia Commons

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





## Principi di consociazione agroforestale

- Considerazioni economiche
  - La consociazione selezionata dovrebbe avere commerciabilità e non essere soggetta alla concorrenza della monocoltura
  - Disponibilità di manodopera
- Considerazioni climatiche
  - Le dure condizioni climatiche rendono alquanto difficile l'attuazione della consociazione
  - La scelta della consociazione dipende principalmente dalle condizioni climatiche prevalenti in una particolare regione
  - L'autunno e l'inverno nelle aree mediterranee sono freddi e piovosi, con bassi tassi di evapotraspirazione. La primavera e l'estate, invece, sono calde e secche con alti tassi di evapotraspirazione
  - Queste condizioni meteorologiche prevalenti dell'area mediterranea consentono agli olivicoltori di introdurre colture invernali nei loro frutteti a causa dell'elevata disponibilità di acqua che sostiene la maggior parte delle fasi del raccolto durante le stagioni autunnali e invernali



SardegnaForeste





## Principi di consociazione agroforestale

- Tipo di specie
  - La preferenza dovrebbe essere per le specie coltivate che offrono un maggiore controllo dell'erosione del suolo
  - Cereali (frumento, orzo) e legumi (fave, lenticchie, piselli e ceci invernali)
  - Le specie aromatiche e medicinali incoraggiano le api e altre specie impollinatrici
  - Vegetazione commestibile per mercati gastronomici: rucola (*Diplotaxis* spp.), cardo selvatico (*Sonchus oleraceus*), cicoria selvatica (*Cichorium intybus*) e asparago selvatico perenne (*Asparagus acutifolius* L.)



Semina cardo



## Efficienza nell'uso delle risorse nelle consociazioni agroforestali

- L'aumento della produzione agricola nei sistemi di consociazione è principalmente attribuito a un maggiore utilizzo delle risorse:
  - Uso efficiente delle risorse di crescita come l'energia solare, i nutrienti del suolo e l'acqua
  - L'uso efficiente delle risorse si ottiene quando il fabbisogno massimo di risorse di crescita del componente del sistema di consociazione (coltura e albero) si verifica in tempi diversi. Ad esempio, nell'agroforestazione degli alberi da frutto, le colture (colture invernali) vengono spesso coltivate quando gli alberi sono in fase dormiente. Pertanto, la concorrenza per i ricorsi di crescita è ridotta al minimo
- La consociazione utilizza acqua, sostanze nutritive e radiazioni sulla maggior parte dello spazio del frutteto a varie dimensioni:
  - Verticalmente (dimensioni della pianta: alta, media e bassa)
  - Orizzontalmente (tutti i punti di impianto sono occupati)
  - Sotterraneo (piante con radici profonde e poco profonde)
  - Utilizza in modo efficiente l'umidità del suolo a diverse profondità del suolo

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARC  
Consiglio Nazionale delle Ricerche



LARI



CIHEAM  
Mediterranean Agronomy and Forestry Research Institute



ATM CONSULTING sas



## Efficienza nell'uso delle risorse nelle consociazioni agroforestali

### Scambio di radiazioni

- La maggior parte della luce solare in arrivo viene assorbita dalla superficie terrestre (51%) e dall'atmosfera (19%), mentre la frazione rimanente (30%) viene riflessa dall'atmosfera, dalle nuvole e dalla superficie terrestre
- La radiazione solare in entrata viene utilizzata sia dagli alberi che dalla vegetazione infestante nei sistemi di agricoltura agricola, in particolare nei frutteti dove la chioma dell'albero non copre completamente la superficie del suolo

**L'obiettivo principale della consociazione agroforestale è utilizzare al meglio la radiazione solare in entrata**

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e del ambiente della Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
**SardegnaForeste**



ATM CONSULTING sas



## Efficienza nell'uso delle risorse nelle consociazioni agroforestali

### Bilancio idrico

Acqua dentro

- Pioggia
- Irrigazione
- Flusso verso l'alto dalle riserve di acque sotterranee

Acqua fuori

- Traspirazione
- Evaporazione
- Deflusso
- Percolazione profonda

L'obiettivo principale della consociazione agroforestale è ridurre al minimo la perdita di acqua per evaporazione, ruscellamento e percolazione profonda

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





# Efficienza nell'uso delle risorse nelle consociazioni agroforestali

## Bilancio dei nutrienti

Immissione di nutrienti

- Fertilizzanti organici
- Decomposizione del materiale vegetale

Perdita di nutrienti

- Lisciviazione di minerali
- Perdita di suolo superficiale per erosione

L'obiettivo principale della consociazione agroforestale è ridurre al minimo la perdita di nutrienti attraverso la lisciviazione e il deflusso

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





## Vantaggi della consociazione agroforestale

- Il sistema di consociazione è ragionevole non solo per i piccoli proprietari, ma ha anche un potenziale sufficiente per essere applicato su scala più ampia
- I vantaggi di qualsiasi sistema colturale dovrebbero essere visti non solo in termini di produttività e redditività, ma anche in termini di altri aspetti importanti che garantiscono la sostenibilità del sistema colturale

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
**SardegnaForeste**





## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Il rendimento

- La resa è definita come la quantità di prodotto raccolto per unità di superficie terrestre
- Una definizione più ampia di rendimento include un raccolto che fornisce sottoprodotti, ad esempio:
  - La paglia di cereali viene somministrata agli animali
  - Benefici indiretti attraverso l'aggiunta di più materia organica dalle parti non raccolte della coltura, riducendo così l'uso di fertilizzanti sintetici
  - Legna da ardere ottenuta dalla potatura di alberi da frutto
- Oltre ai benefici ambientali, il sistema agroforestale consociato ha due finalità:
  - Fornire un prodotto della giusta qualità
  - Fornire una quantità sufficiente del prodotto richiesto. Sufficiente significa produrre una quantità sufficiente di merci vendibili per coprire il costo del raccolto in crescita e lasciare un margine di profitto

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARC  
National Agricultural Research Center



LARI



CIHEAM  
MEDITERRANEAN AGRICULTURAL RESEARCH CENTER



ATM CONSULTING sas



## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Il rendimento

- Coltivare contemporaneamente due colture nella stessa terra competerà tra loro per luce, acqua e nutrienti minerali. La resa di ogni coltura sarà sicuramente inferiore rispetto a quando cresce da sola
- La pratica della consociazione è utile solo se la resa combinata della coltura e dell'albero è maggiore della resa di entrambi coltivati singolarmente
- Generalmente, il vantaggio di produttività e resa del sistema agroforestale consociato è determinato dal Land Equivalent Ratio (LER) che indica l'efficienza biologica e la resa per unità di superficie rispetto al sistema monocolturale.
- Come riportato dalla FAO: “Il rapporto tra l'area in esclusiva e l'area in consociazione necessaria per dare uguali quantità di resa allo stesso livello di gestione. È la somma delle frazioni delle rese consociate divise per le rese della sola coltura.

$$LER = \frac{Yield\ tree\ agroforestry}{Yield\ tree\ monoculture} + \frac{Yield\ crop\ agroforestry}{Yield\ crop\ monoculture}$$





## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Il rendimento

- LER fornisce una misura ragionevole per valutare l'efficacia delle colture miste quando i prodotti sia dell'albero che della coltura sono ugualmente importanti per l'agricoltore
- LER è meno importante e facile da interpretare nella situazione degli alberi da frutto come coltura principale, consociati con colture annuali come seconda coltura in cui il sistema di consociazione è progettato per produrre una resa completa della coltura principale e una resa aggiuntiva da una seconda coltura

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARC  
National Agricultural Research Center



LARI



CIHEAM  
MAI CHANIA



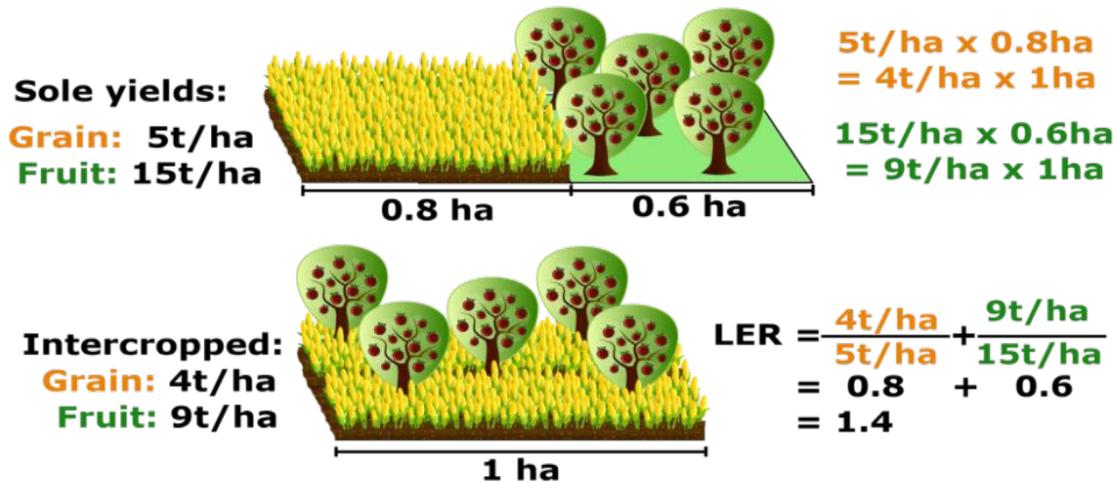
ATM CONSULTING sas



## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Il rendimento

#### Esempio di calcolo (Wikipedia)



Raccolto	Resa consociata, IY (kg/ha)	Resa sogliola, SY (kg/ha)	Superficie equivalente (ha)
Grano	4.000	5.000	0.8
Frutta	9.000	15.000	0.6
<b>Rapporto terra equivalente</b>			<b>1.4</b>

**Forestas**  
Agencia forestale regionale pro sviluppo de su territoriu e de s'ambiente de sa Sardinia  
 Agencia forestale regionala per lo sviluppo del territoriu e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



- Un'interpretazione di questo risultato sarebbe la seguente: sarebbe necessario un totale di 1,4 ha di superficie a solaio per produrre le stesse rese di 1 ha del sistema consociativo



## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Il rendimento

- La fattibilità dell'introduzione di grano duro e legumi negli oliveti è stata studiata nel sud della Francia
- I risultati mostrano che la consociazione di oliveto con grano duro avvicendato con leguminose migliora la redditività della frutticoltura
- Nel periodo 2014-2017 il rapporto terra equivalente (LER) ha raggiunto 1,81 (somma delle relative superfici 0,62 per il frumento e 1,29 per l'olivo)
- Rispetto all'inerbimento naturale, la produzione olivicola è stimolata dalla consociazione attraverso lavorazioni minime e una migliore fertilità del suolo
- Il grano duro associato rappresenta un'ulteriore fonte di reddito negli oliveti a resa ridotta



Foto di D. Kitsikopoulos e A. Pantera



## Vantaggi della consociazione agroforestale

### *Fertilità del terreno*

- Meccanismi portano al miglioramento della fertilità del suolo e della qualità chimica complessiva del suolo come risultato della consociazione agroforestale:
  - Assorbimento di nutrienti dagli strati sotterranei e loro ciclo efficiente: gli alberi catturano i nutrienti lisciviati dal suolo superficiale e li restituiscono alla superficie del suolo come lettiera
  - Fissazione biologica dell'azoto
  - Il ruolo delle chiome delle colture e degli alberi nel ridurre le perdite di nutrienti attraverso il deflusso e i sedimenti
  - Aggiunta di sostanza organica attraverso la caduta della lettiera (foglie morte e cadenti, rami di ramoscelli). L'aumento della materia organica del suolo aumenta l'attività dei microrganismi del suolo e del lombrico, che a sua volta scompone i residui vegetali e li converte in materia organica
  - La copertura aggiuntiva del suolo fornita dalle consociazioni riduce al minimo l'impatto di pericoli quali forti piogge, forti venti ed erosione del suolo, riducendo così il declino della fertilità del suolo e prevenendo il degrado e la perdita dell'habitat circostante





## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Fertilità del terreno

- Le radici fini dell'albero hanno un alto tasso di decomposizione e possono essere la principale fonte di materia organica del suolo. Ma questo contributo alla fertilità del suolo è relativamente piccolo nei primi anni di crescita degli alberi. Pertanto la fertilità del suolo in agroforestazione è un processo a lungo termine. I risultati evidenti saranno evidenti solo dopo diversi anni di attuazione
- L'albero funge da trappola per l'accumulo di nutrienti da parte degli animali che cercano riparo nella loro ombra dove urinano o defecano





## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Gestione delle risorse idriche

- Meccanismi portano al miglioramento della ritenzione idrica a seguito della consociazione:
  - La ritenzione idrica dipende principalmente dalla composizione del suolo e dal contenuto di sostanza organica: i terreni ricchi di argilla e sostanza organica immagazzinano tre volte più acqua rispetto ai terreni sabbiosi. La biomassa dei residui delle colture e degli alberi aumenta la materia organica del suolo sotto forma di humus e quindi aumenta la ritenzione idrica
  - La vegetazione intercalare e la lettiera degli alberi proteggono il suolo dalla formazione di croste e dal lento deflusso
  - Le radici sia delle colture che degli alberi così come i lombrichi mantengono fessure e pori nel terreno e quindi migliorano l'infiltrazione dell'acqua

- **La resa degli oliveti pluviali dipende interamente dalle precipitazioni, che sono già molto variabili di anno in anno. La scarsità d'acqua nelle zone olivicole semiaride sta diventando più grave con l'aggravarsi del cambiamento climatico**
- **Il sistema di consociazione agroforestale mira a un uso sostenibile delle risorse naturali**

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Gestione delle risorse idriche

- La lettiera degli alberi e la consociazione rimanente dopo la raccolta riducono l'evaporazione dell'acqua dal terreno e ombreggiano il terreno dalla luce solare diretta e impediscono al terreno di riscaldarsi troppo
- Esplorazione complementare del profilo del suolo da parte dell'apparato radicale sia dell'albero che della coltura:
  - Le colture e gli alberi hanno diversi modelli di apparato radicale che sfruttano un volume maggiore di suolo e migliorano l'accesso all'acqua del suolo
  - Le radici sottili e profonde degli alberi possono assorbire i nutrienti che filtrano sotto la coltura, portando al ciclo dei nutrienti e a una diminuzione degli inquinanti che entrano negli ecosistemi acquatici
- L'ombra degli alberi crea un microclima benefico per le colture
  - Regime di temperatura moderatore
  - Maggiore umidità dell'aria
  - Evapotraspirazione ridotta
  - Aumento dei livelli di umidità del suolo



SardegnaForeste

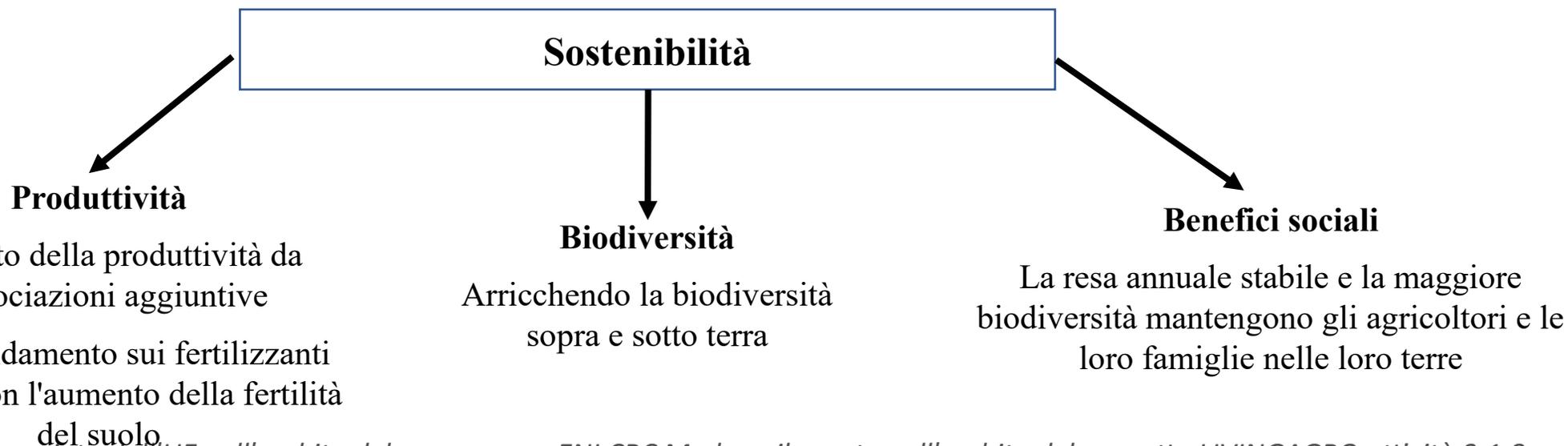




## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Sostenibilità

- L'agroforestazione è l'integrazione deliberata di sistemi di uso del suolo basati sull'agricoltura e sulla silvicoltura al fine di offrire alberi e altri prodotti vegetali proteggendo, conservando, diversificando e sostenendo le risorse economiche, ambientali, umane e naturali essenziali





## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Sostenibilità

- Funzioni economiche
  - La consociazione agroforestale fornisce agli agricoltori prodotti preziosi, commerciabili e sostenibili come legna da ardere, frutta, consociazioni commerciali, mangimi per animali e medicinali. Tutti questi prodotti forniscono un reddito sostenibile agli agricoltori e un vantaggio sostenibile per la comunità regionale
  - Gli agricoltori avranno la possibilità di diversificare le loro attività utilizzando sistemi agroforestali complessi
- Funzioni ambientali
  - Le consociazioni agroforestali offrono benefici ambientali migliorando la fertilità del suolo fissando l'azoto dall'aria e riciclando i nutrienti dal suolo, trattenendo l'umidità, riducendo l'erosione del suolo e aumentando la biodiversità dei terreni degradati
- Funzioni sociali
  - La consociazione agroforestale riduce la pressione sulle foreste naturali e potrebbe fornire occupazione preziosa, opportunità commerciali e sviluppare l'economia del villaggio con consapevolezza ambientale
  - Gli agricoltori avranno un migliore accesso all'istruzione, alla sicurezza, all'assistenza sanitaria e alle informazioni attraverso redditi sostenibili da una varietà di prodotti





## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Biodiversità

“La biodiversità si riferisce alla varietà di organismi, inclusi microrganismi, piante e animali in diversi ecosistemi, come deserti e/o foreste” ( Corsa Lok Ching Liu et al. 2018)

La biodiversità è considerata una pietra angolare della stabilità e la base del sostentamento e dello sviluppo sostenibile

- La diversità vegetale è una delle ragioni principali dell'aumento della biodiversità nell'agroforestazione
- L'adozione della consociazione agroforestale con diversi alberi/arbusti/culture può migliorare la biodiversità fornendo allo stesso tempo reddito aggiuntivo e valore estetico

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Biodiversità

- La perdita di biodiversità è evidenziata dall'estinzione delle specie e dall'esaurimento delle interazioni ecologiche (interazione ecologica in cui quelle specie sono impegnate)
- Principali cause del degrado della biodiversità:
  - Modernizzazione e urbanizzazione
  - Intensificazione dell'agricoltura
  - Sovra-sfruttamento
  - Inquinamento
  - Cambiamenti climatici globali
  - Deforestazione, incendi boschivi
  - A caccia
  - Erosione del suolo

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente di sa Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARC  
المرکز الوطني للتحقیق الزراعیة  
National Agricultural Research Center



LARI



CIHEAM  
MAI CHANIA



ATM CONSULTING sas



## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Biodiversità

- Il sistema di consociazione agroforestale fornisce habitat e risorse per varie specie e supporta l'intera rete alimentare del suolo:
  - Uccelli, pipistrelli, insetti impollinatori, colture, arbusti, alberi, microfauna del suolo e animali. Le specie di uccelli contribuiscono in qualche modo al controllo degli insetti che causano danni alle colture
  - Il sistema di consociazione agroforestale stimola la biodiversità nel suolo (attività microbiche, fungine e lombriche) attraverso l'aggiunta di compost o sovescio e materia organica
    - Questi organismi svolgono due ruoli principali nel suolo: la decontaminazione del suolo e il miglioramento della salute del suolo
    - Il suolo fornisce una fonte di cibo per i microrganismi del suolo. In cambio, i microrganismi del suolo scambieranno altri nutrienti, come l'azoto o il fosforo, con le radici delle colture e degli alberi. D'altra parte, i lombrichi e gli artropodi mangiano funghi e batteri





## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Biodiversità

- I rifiuti eterogenei forniti dall'agroforestazione creano diversi microhabitat che contribuiscono a una maggiore diversità biologica nel suolo
- L'agroforestazione consociata come sistema diversificato supporta la coltivazione di più specie genetiche di una particolare coltura
- La consociazione agroforestale aiuta nella soppressione di parassiti, erbe infestanti e malattie:
  - Sviluppo di un certo equilibrio tra parassiti/malattie e i loro nemici naturali
  - La rotazione delle colture (se i frutteti offrono la possibilità di una rotazione annuale delle colture) è un modo importante per controllare le popolazioni di nematodi, funghi parassiti del suolo e altri parassiti e malattie

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Biodiversità

- Il ruolo della consociazione agroforestale nella valorizzazione della biodiversità:
  - La colonizzazione spontanea da parte di piante in atto in sistemi agroforestali abbandonati può portare alla formazione di ecosistemi più complessi
  - Un sistema agroforestale ben progettato che fornisce alta produttività e sostenibilità funge da modello per incoraggiare la conversione degli habitat naturali in sistemi agroforestali piuttosto che in sistemi moderni
  - L'agroforestazione aiuta a conservare la diversità biologica fornendo altri servizi ecosistemici come il controllo dell'erosione e la ricarica dell'acqua, prevenendo così il degrado e la perdita dell'habitat circostante
  - Le pratiche di consociazione volte a ridurre l'uso di fertilizzanti inorganici, pesticidi ed erbicidi promuovono una maggiore biodiversità
  - La lavorazione ridotta o assente favorisce una maggiore diversità poiché la lavorazione del terreno distrugge le reti miceliali fungine

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente di sa Sardinia  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARC  
Consiglio Nazionale delle Ricerche



LARI



CIHEAM  
MEDITERRANEAN AGRICULTURAL RESEARCH CENTER



ATM CONSULTING sas



## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Biodiversità

- L'agroforestazione funge da corridoio tra la foresta e le altre terre e quindi funge da habitat al di fuori delle foreste protette
- Il valore estetico del paesaggio e la conservazione della biodiversità possono essere più pronunciati quando si stabiliscono sistemi di consociazione agroforestale adiacenti alla foresta

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Biodiversità

- Il valore estetico del paesaggio e la conservazione della biodiversità possono essere più pronunciati quando si stabiliscono sistemi di consociazione agroforestale adiacenti alla foresta



Foto di Lisa Radinovsky



## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Minor uso di fertilizzanti sintetici

- L'uso di fertilizzanti inorganici sintetici riduce la biodiversità del suolo, mentre una lavorazione ridotta o assente favorisce una maggiore diversità poiché la lavorazione distrugge le reti miceliali fungine. Questi impatti possono causare spostamenti all'interno del suolo e influenzare tutte le funzioni
- La riduzione o l'interruzione dell'uso di fertilizzanti sintetici nell'ambito del sistema agroforestale consociato si ottiene mediante l'assorbimento efficiente dei nutrienti da parte delle colture attraverso la progettazione e la gestione dei sistemi di utilizzo del suolo
  - In un sistema di consociazione, la competizione per i nutrienti tra le specie coltivate può essere ridotta selezionando colture appropriate con differenze nei fabbisogni nutritivi, nella morfologia delle radici e nel tempo di picco dei fabbisogni
  - L'architettura delle radici è modificata dallo stato nutrizionale del suolo: le piante che crescono in un ambiente limitante di P sviluppano radici a grappolo e aumentano il numero di peli radicali e radici laterali per aumentare la superficie radicale e quindi l'acquisizione di P
    - Lupino sp. può favorire la produzione di radici a grappolo, che rilasciano solubilizzanti di fosforo come citrato e malato in quantità sufficienti per ridurre il pH della rizosfera, migliorando così il trasporto del fosforo e l'assorbimento delle piante

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente di sa Sardinia  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Minor uso di fertilizzanti sintetici

- La riduzione o l'interruzione dell'uso di fertilizzanti sintetici nell'ambito del sistema agroforestale consociativo si ottiene grazie all'assorbimento efficiente dei nutrienti da parte delle colture attraverso la progettazione e la gestione dei sistemi di utilizzo del suolo (**continua**)
  - Solubilizzazione di nutrienti non facilmente disponibili per le piante attraverso gli essudati radicali e le secrezioni acide:
    - Gli acidi organici come il malato e il citrato sono composti importanti essudati per mobilizzare il P inorganico nei suoli
    - A causa della carenza di P nel terreno, alcune colture come l'erba medica, gli spinaci e il ravanella aumentano l'afflusso di ioni organici
    - Oliveti consociati con colture di graminacee che essudano agenti chelanti detti "fitosiderofori" (PS) rendono  $Fe^{3+}$  e  $Zn^{2+}$  disponibili per l'olivo confinante in terreni calcarei



SardegnaForeste





## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Minor uso di fertilizzanti sintetici

- Gli scarti di frantoio (OP: sansa di oliva e RAF: acque reflue di frantoio) possono essere utilizzati direttamente come ammendante dell'apporto nutritivo negli oliveti, oppure possono essere compostati con altri materiali organici ottenuti da potature di alberi e residui colturali per un futuro utilizzo in campo
- Lo sfalcio periodico delle colture e dei residui degli alberi fornisce al terreno materia organica e quindi riduce al minimo la necessità di fertilizzanti sintetici
  - 0,6-2,1 ton/ha per anno di humus rilasciano 80-100 kg di N, 20-25 kg di P e 130-150 kg di K
- Utilizzo di letame animale (deiezioni animali solide e liquide miste a paglia)
- Le leguminose dipendono meno dai fertilizzanti sintetici. È stato stimato che in tutto il mondo la fissazione biologica dell'azoto produce circa 200 milioni di tonnellate di azoto all'anno
  - La fissazione dell'azoto può essere considerata un metodo alternativo all'applicazione di fertilizzanti sintetici. Soprattutto che più della metà dei fertilizzanti sintetici N aggiunti vengono persi attraverso diverse vie di passaggio



SardegnaForeste





## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Reddito migliore

- Gli oliveti tradizionali sono solitamente di bassa produzione a causa di vari motivi
  - Bassa densità degli alberi
  - L'olivo cresceva storicamente su terreni a bassa fertilità
  - Alberi molto vecchi
  - Il fenomeno del cuscinetto alternato
  - Piccoli possedimenti
  - Fluttuazione dei prezzi di mercato
- Questi fattori limitanti hanno portato ad un'intensificazione della coltivazione dell'olivo
  - I nuovi frutteti vengono stabiliti su un terreno fertile pianeggiante
  - Adozione di varietà moderne
  - Irrigazione
  - Immissione di fertilizzanti sintetici
  - Controllo delle infestanti mediante ripetute lavorazioni del terreno e uso di erbicidi
  - Vendemmia meccanica

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARC  
Consiglio Nazionale delle Ricerche



LARI



CIHEAM  
MAI CHANIA



ATM CONSULTING sas



## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Reddito migliore

- Per aumentare la produzione, è stato aumentato anche il costo di input
- Nonostante l'aumento della produzione, i moderni sistemi agricoli non sempre garantiscono una redditività stabile
- Molti agricoltori hanno iniziato ad adottare la consociazione come alternativa all'agricoltura intensiva per garantire un reddito migliore
- La consociazione è arrivata a sfruttare gli spazi vuoti all'interno del frutteto e ha dimostrato che potrebbe essere una soluzione per affrontare la bassa produttività degli oliveti tradizionali, l'alternanza e la crescente volatilità dei prezzi di mercato dell'olio d'oliva

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Reddito migliore

- L'obiettivo principale di qualsiasi applicazione agricola, in particolare la consociazione, è ottenere un reddito costantemente più elevato
- Le pratiche agroforestali possono recuperare i costi iniziali in tempi relativamente brevi grazie al reddito generato dall'adozione della consociazione
- La consociazione come sistema diversificato aumenta il potenziale di profitti economici fornendo entrate annuali e periodiche
- Tuttavia, le fluttuazioni del mercato e dei prezzi delle colture influenzano la produttività di un sistema di consociazione agroforestale (il reddito è governato da un'ampia gamma di fattori psicologici, culturali, di input, di costo e di mercato). Inoltre, il sistema di consociazione coltura-albero richiede più lavoro in termini di gestione del campo rispetto a un sistema di monocoltura.
- In sintesi, la consociazione come sistema complesso dovrebbe essere organizzata per utilizzare al meglio le risorse disponibili mantenendo il costo di produzione più basso possibile

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente di sa Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





## Vantaggi della consociazione agroforestale

### Reddito migliore

Benefici diretti		Benefici indiretti				
Prodotti Principali	Sottoprodotti	Ombreggiamento e riduzione della velocità del vento	Soppressione e delle erbe infestanti	Controllo dell'erosione	Migliore ritenzione dell'umidità	Aumento della materia organica del suolo
Frutta, cereali e verdura	Legna per combustibile, materiale da costruzione e pali	Riduzione dei danni alle piante	Riduzione dell'uso di erbicidi	Riduzione dell'uso di fertilizzanti		
	Resti di alberi e raccolti come foraggio					
	Prodotti usati in medicina					





## Reddito migliore

### Caso studio “Olivi consociati con leguminose e cereali”



Olivi consociati con un misto di orzo e veccia comune  
Foto del dottor Peter Moubarak

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





## Reddito migliore

### Caso studio “Olivi consociati con leguminose e cereali”

- Questo studio è stato condotto nell'oliveto nei locali della prigione rurale statale di Kassandra Calcidica , nel dicembre 2014
- Comprende tre trattamenti:
  - Ulivi + orzo
  - Ulivi + un misto di orzo e veccia comune
  - Controllo, soli ulivi
- La miscela è stata raccolta per il fieno e l'orzo per il grano
- La prova triennale ha dimostrato una crescita impressionante degli ulivi e una produzione di olive superiore a quella raggiunta in precedenza
  - I risultati hanno mostrato che l'accumulo della biomassa non è influenzato dalla posizione rispetto all'albero
  - L'olivo ha avuto un effetto positivo sulla resa dei semi poiché il numero di semi era più alto vicino all'albero.
  - La produzione totale di fieno e semi era più alta nel secondo e terzo anno dell'esperimento

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARC  
National Research Center for Olive Oil and Table Olives



LARI  
Laboratory of Olive Oil Research and Innovation



CIHEAM  
MAI CHANIA



ATM CONSULTING sas



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA  
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



## Reddito migliore

### Caso studio “ Ulivi consociati con Gundelia ”



["Gundelia tournefortii "](#) di [Alastair Rae](#), [flickr](#) è sotto licenza [CC BY-SA 2.0](#)

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





## Reddito migliore

### Caso di studio "Olivi consociati con Gundelia"

- La Gundelia è una pianta perenne originaria del Mediterraneo orientale e del Medio Oriente
- Tradizionalmente i robusti steli e i boccioli dei fiori di Gundelia sono usati per preparare piatti preferiti come stufati, zuppe o uova fritte
- Si dice che i gambi giovani cotti abbiano il sapore di una combinazione di carciofo e asparagi
- Gli oliveti in Palestina sono consociati con Gundelia a causa della sua elevata redditività





## Reddito migliore

### Caso di studio "Olivi consociati con Gundelia"

- Molti agricoltori della Cisgiordania palestinese consociano i loro oliveti con il raccolto di Gundelia, che fornisce vantaggi economici alle comunità rurali
- I rapporti di molti agricoltori indicano che un acro di terra produce circa 4000 kg di fiori e steli di Gundelia
- Uno dei contadini del villaggio di Immatain, che ha piantato la Gundelia nel suo uliveto, ha riconosciuto i vantaggi economici e sociali di questa coltivazione, che sfrutta efficacemente gli spazi vuoti all'interno dei loro frutteti
  - Nel terzo anno è stata raccolta una tonnellata di fiori e steli di Gundelia da 1000 m<sup>2</sup>
  - Grazie al progetto sono state create diverse opportunità di lavoro
- Il controllo delle infestanti era il principale vincolo di questa coltivazione



SardegnaForeste





## Reddito migliore

### Case study “Asparagi selvatici negli oliveti”

- L'asparago selvatico è una coltura perenne popolare nella dieta mediterranea
- L'asparago selvatico è tollerante all'ombra, al freddo e alla siccità ed è adatto per la semina in oliveti biologici o incolti
- Le piantine di asparagi selvatici possono essere piantate a 33 cm di distanza lungo i filari di olivo per facilitare i macchinari per la potatura e la raccolta delle olive. In questo caso sono necessarie dalle 4000 alle 5000 piantine per ettaro
  - Dal secondo o terzo anno dopo la semina gli asparagi produrranno 50-100 kg di germogli raccolti ogni primavera (da marzo a maggio a seconda del clima locale)
  - Con la densità di impianto di 5000 piante/ha, la resa può essere di 250–500 kg per ettaro
- Se l'olivo viene raccolto manualmente, le piantine possono essere piantate nell'area interfilare a 33 cm di distanza e 1 m di fila. In questo caso sono necessarie 30000 piante per ettaro
  - Con 30000 piante/ha, la resa può essere di 1500–3000 kg per ettaro



["Asparagus in traditional olive grove 2014-1-11 098"](#)

del [progetto AGFORWARD](#), [flickr](#) è concesso in



## Reddito migliore

### Case study “Asparagi selvatici negli oliveti”

- Gli asparagi sono solitamente attaccati da pochi parassiti
- I principali vincoli della piantagione di asparagi all'interno degli oliveti sono:
  - È richiesto un alto livello di lavoro manuale per la raccolta e il controllo delle infestanti
  - La commercializzazione di asparagi freschi e deperibili è un compito difficile che deve essere attentamente valutato
- Vantaggi:
  - La consociazione di asparagi all'interno di un oliveto aumenta la produttività dell'unità di terreno, pur richiedendo pochi input aggiuntivi
  - Il processo di sarchiatura, concimazione ed eventualmente irrigazione degli asparagi può giovare agli ulivi senza costi aggiuntivi
  - Con la crescente volatilità dei prezzi di mercato dell'olio d'oliva e l'incertezza associata al cambiamento climatico; la diversificazione delle colture può proteggere gli agricoltori da gravi fallimenti dei raccolti. È improbabile che entrambe le colture falliscano completamente nello stesso anno

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e del cambiamento climatico della Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna  
**SardegnaForeste**





## Reddito migliore

### Caso studio “olivo consociato con ceci”

- Cece ( *Cicer arietinum* L.) è considerato un alimento di alta qualità per l'uomo e gli animali
- Il cece è facile da coltivare, richiede poca gestione e generalmente ha bassi costi di manutenzione
- La bassa richiesta di acqua è la caratteristica principale del cece
- La coltivazione del cece negli oliveti fornisce agli agricoltori un reddito aggiuntivo
- Il cece è una coltura azotofissatrice che avvantaggia l'agricoltore riducendo la necessità di spese per i fertilizzanti azotati e proteggendo anche il suolo e l'acqua dall'inquinamento

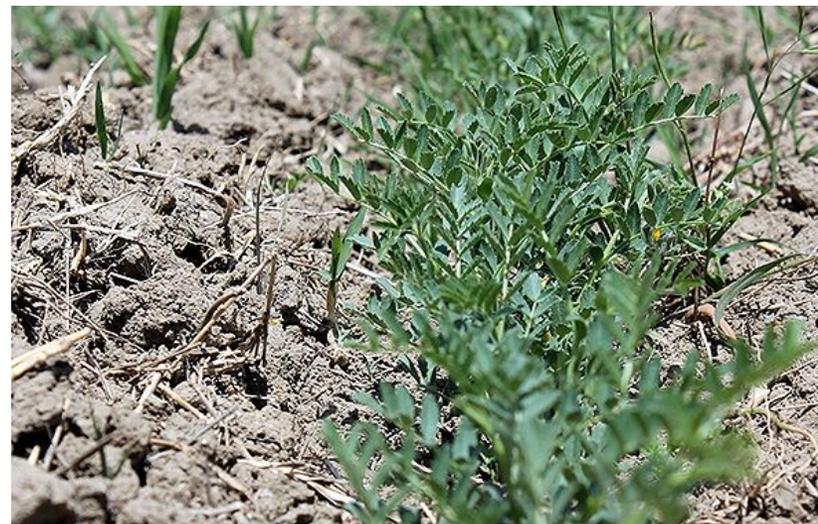


Foto della Dott.ssa Anastasia Pantera

**Forestas**

Agencia forestal regional por el desarrollo de su territorio e de s'ambiente de sa Sardegna  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARC

المرکز البحثي للبحوث الزراعية  
Regional Agricultural Research Center



LARI



CIHEAM  
MAI CHANIA



ATM CONSULTING sas



## Reddito migliore

### Caso studio "olivo consociato con ceci"

- Una prova è stata condotta a Molos , Grecia centrale, in un uliveto di 67 anni di varietà " Kalamon " e " Amphissa ". La distanza tra gli alberi era di 10 m
- Trattamenti
  - Olivo+ceci, olivo+origano, solo olivo
- Il momento migliore per la semina è tra la fine di febbraio e marzo per le quote più basse. Tuttavia, ad altitudini più elevate, può essere seminato fino ad aprile inoltrato
- Risultati
  - Nel primo anno dell'esperimento, la produzione di olive in olive + trattamento di ceci non differiva significativamente dal controllo. La resa dei ceci era bassa
  - Ma nel secondo anno, la resa dei ceci ha avuto molto successo, con una produzione che ha raggiunto i 2600 kg/ha. La produzione e la qualità dell'olio era ottima e lo stesso valeva per le olive commestibili
  - La consociazione di origano con ulivi non ha mostrato un buon risultato a causa della data di attecchimento tardiva e della scarsa acqua che ha ricevuto dopo la semina

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





## Limiti della consociazione agroforestale

- Le politiche di sostegno alla consociazione agroforestale sono ancora insufficienti
- I sistemi agroforestali di successo richiedono una comprensione e una valutazione approfondite delle complessità di un tale sistema di produzione multidimensionale
- Gestione di consociazioni con pratiche colturali diverse
- Realizzare operazioni interculturali come la meccanizzazione; ad esempio, l'esistenza di consociazioni durante la maturazione dei frutti dell'albero rende difficile la raccolta
- Effetto allelopatico di alcune consociazioni
- La resa diminuisce man mano che le colture differiscono nelle loro capacità competitive
- Oltre a ospitare alcuni insetti benefici, le consociazioni possono fungere da ospiti alternativi per una varietà di parassiti e malattie
- La consociazione è una pratica laboriosa





## Riferimenti

- Abdel Kader El Hajj et al. 2018. Stato, distribuzione e tasso di parassitismo dei nemici naturali della mosca della frutta delle olive (*Bactrocera oleae*. Rossi) in Libano. *Rivista di studi agrari*. ISSN 2166-0379, vol. 6, n. 1.
- Alcon, Francisco, Cristina Marín-Miñano, José A. Zabala, María-Dolores de-Miguel e José M. Martínez-Paz. 2020. "Valorizzazione dei vantaggi della diversificazione attraverso la consociazione negli agroecosistemi mediterranei: un approccio sperimentale a scelta". *Ecological Economics* 171 (maggio): 106593. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106593>.
- Andersen, Mette Klindt. nd "Concorrenza e complementarità", 123.
- Cañasveras, JC, M. C del Campillo, V Barrón, and J Torrent. 2014. "La consociazione con le erbe aiuta a ridurre la clorosi di ferro nell'olivo". *Rivista di scienze del suolo e nutrizione delle piante*, n. avanti: 0-0. <https://doi.org/10.4067/S0718-95162014005000044>.
- Corsa Lok Ching Liu et al. 2018. Specie miste contro monoculture nella silvicoltura delle piantagioni: sviluppo, benefici, servizi ecosistemici e prospettive per il futuro. *Ecologia globale e conservazione*, volume 15. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00419>.
- Hong, Yu, Paul Berentsen, Nico Heerink, Minjun Shi e Wopke van der Werf. 2019. "Il futuro della consociazione in condizioni di crescente scarsità di risorse e calo dei prezzi dei cereali: un'analisi del modello basata su un caso di studio nella Cina nordoccidentale". *Sistemi Agricoli* 176 (novembre): 102661. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2019.102661>.

Corso co-finanziato dall'UE nell'ambito del programma ENI CBC Med e sviluppato nell'ambito del progetto LIVINGAGRO attività 3.1.8





## Riferimenti

- Hong, Yu, Nico Heerink, Shuqin Jin, Paul Berentsen, Lizhen Zhang e Wopke van der Werf. 2017. "Consociazione e agroforestazione in Cina: stato attuale e tendenze". *Agricoltura, ecosistemi e ambiente* 244 (giugno): 52–61. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.04.019>.
- Icone da: [www.flaticon.com](http://www.flaticon.com)
- "Rapporto equivalente terra". 2020. Su *Wikipedia* . [https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Land\\_equivalent\\_ratio&oldid=951596419](https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Land_equivalent_ratio&oldid=951596419).
- Luedeling, Eike, Philip J. Smethurst, Frédéric Baudron, Jules Bayala, Neil I. Huth, Meine van Noordwijk, Chin K. Ong, et al. 2016. "Modellazione su scala di campo delle interazioni albero-coltura: sfide ed esigenze di sviluppo". *Sistemi agricoli* 142 (febbraio): 51–69. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.11.005>.
- Lufumpa, Leyeka Charles. 1991. "Un'analisi economica dei sistemi agricoli agroforestali in Zambia: applicazione della programmazione del rischio e tecniche di modellazione senza rischi". Dottore in Filosofia, Ames: Iowa State University, Digital Repository. <https://doi.org/10.31274/rtd-180813-9504>.
- Malézieux, E., Y. Crozat, C. DUPRAZ, M. Laurans, D. Makowski, H. Ozier-Lafontaine, B. Rapidel, S. De Tourdonnet e M. Valantin-Morison. 2009. "Miscelazione di specie vegetali nei sistemi di coltivazione: concetti, strumenti e modelli. Una recensione." *Agronomia per lo sviluppo sostenibile* 29 (1): 43–62.
- Mantzana Konstantinos. Olivo consociato a cereali e legumi. 2017. [www.agforward.eu](http://www.agforward.eu)



SardegnaForeste





## Riferimenti

- “Il Medio Oriente in immagini: un'erbaccia trasformata in oro! - Xinhua | English.News.Cn.» nd Consultato il 3 ottobre 2021. [http://www.xinhuanet.com/english/2021-04/01/c\\_139852878.htm](http://www.xinhuanet.com/english/2021-04/01/c_139852878.htm).
- Mobasser, Hamid Reza, Mohammad Reza Vazirimehr e Khashayar Rigi. nd “EFFETTO DELLA CONSociazione SULL'USO DELLE RISORSE, LA GESTIONE DELLE INERBE E LA QUALITÀ DEL FORAGGIO,” 9.
- Müller, Julia, Victoria Gödde, Karsten Niehaus e Christian Zörb. 2015. "Adattamenti metabolici di radici e germogli di lupino bianco in carenza di fosforo". *Frontiere nella scienza delle piante* 6 (novembre). <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.01014>.
- Nair PKR "Un'introduzione all'agroforestazione". 1993. Dati di catalogazione nella pubblicazione della Biblioteca del Congresso. ISBN 0-7923-2134-0
- "Olive4Climate-Handbook-\_ENG\_AUGUST.Pdf." nd Consultato il 3 ottobre 2021. [https://olive4climate.eu/wp-content/uploads/Olive4Climate-Handbook-\\_ENG\\_AUGUST.pdf](https://olive4climate.eu/wp-content/uploads/Olive4Climate-Handbook-_ENG_AUGUST.pdf).
- Ong, CK, Colin R. Black, Julia Wilson, CAB International e International Center for Research in Agroforestry, eds. 2015. *Interazioni albero-raccolto: agroforestazione in un clima che cambia* . Seconda edizione. Wallingford, nell'Oxfordshire. UK ; Boston, MA, Stati Uniti: CAB International.





## Riferimenti

- P. Udawatta, Ranjith, Lalith Rankoth e Shibu Jose. 2019. "Agroforestazione e biodiversità". *Sostenibilità* 11 (10): 2879. <https://doi.org/10.3390/su11102879>.
- Panozzo et al. "Grano duro in oliveto biologico: un buon affare per gli agricoltori?". 2019. Sistema agroforestale. DOI: [10.1007/s10457-019-00441-0](https://doi.org/10.1007/s10457-019-00441-0)
- Pantera Anastasia. "Olivi consociati con ceci" 2017. [www.agforward.eu](http://www.agforward.eu)
- Parigi Pierluigi et al. 2019. "Qual è il futuro dell'agroforestazione in Italia?" *Sistemi agroforestali* 93 (6): 2243–56. <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00346-y>.
- Rosati, Adolfo, Cesare Castellini, Alessandro Dal Bosco, Cecilia Mugnai, and Andrea Paoletti. 2012. *Manuale per La Coltivazione Consociata Olivo Asparago Selvatico Pollo Rustico*. Inedito. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3665.4805>.
- "Qualità del suolo: funzioni del suolo: relazioni idriche". nd Visitato il 30 settembre 2021. [http://www.soilquality.org/functions/water\\_relations.html](http://www.soilquality.org/functions/water_relations.html).
- S. Asseng et al. 2014. Modellazione della simulazione: applicazione nei sistemi di coltivazione. [Enciclopedia dell'agricoltura e dei sistemi alimentari](https://www.encyclopedia-agricoltura.it/enciclopedia/agricoltura-e-dei-sistemi-alimentari).

**Forestas**  
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARC  
National Agroforestry Research Center



LARI



CIHEAM  
MAI CHANIA



ATM CONSULTING sas



## Riferimenti

- T, Maometto. 2019. "Gestione dell'interazione albero-raccolto in agroforestazione: una revisione". *Giornale di ecologia e risorse naturali* 3 (5). <https://doi.org/10.23880/JENR-16000180>.
- Toppo, Pratap e Shalini Toppo. nd "Interazione delle colture arboree nel sistema agroforestale: una rassegna". *Giornale internazionale di studi chimici* , 3.
- Wezel, Alexander, Marion Casagrande, Florian Celette, Jean-François Vian, Aurélie Ferrer e Joséphine Peigné. 2014. "Pratiche agroecologiche per un'agricoltura sostenibile. Una recensione." *Agronomia per lo sviluppo sostenibile* 34 (1): 1–20. <https://doi.org/10.1007/s13593-013-0180-7>.
- Zhu, Xiaoi, Wenjie Liu, Jin Chen, L. Adrian Bruijnzeel, Zhun Mao, Xiaodong Yang, Rémi Cardinael, et al. 2020. "Riduzione delle perdite di acqua, suolo e nutrienti e inquinamento da pesticidi nelle pratiche agroforestali: una revisione delle prove e dei processi". *Pianta e suolo* 453 (1–2): 45–86. <https://doi.org/10.1007/s11104-019-04377-3>.





Questa pubblicazione è stata prodotta con l'assistenza finanziaria dell'Unione Europea nell'ambito del programma ENI CBC per il bacino del Mediterraneo . I contenuti di questo documento sono di esclusiva responsabilità dell'Istituto Libanese per la Ricerca Agricola (PP3-LARI) e non possono in nessun caso essere considerati come espressione della posizione dell'Unione Europea o delle strutture di gestione del Programma .

