



Modulo 1 – Agroforestazione per sistemi olivicoli multifunzionali
Corso 2 - Sistemi Agroforestali nella Gestione del Suolo degli Oliveti
Capitolo 1 - Inerbimento e Sovescio negli oliveti

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





Contenuto

- **Definizione di coltura di copertura**
- **Definizione di sovescio**
- **Ruolo delle colture di copertura**
- **Vantaggi delle colture di copertura**
- **I principi delle pratiche di cover crop/sovescio**
- **La scelta delle colture per inerbimento/sovescio**
- **Limitazioni all'adozione di sovescio/sovescio**
- **Sostanza organica del suolo**
 - **Fonti di sostanza organica del suolo**
 - **Il processo di decomposizione**
 - **Funzioni della sostanza organica del suolo**
 - **Fattori che influenzano l'accumulo**
 - **Gestione della materia organica del suolo**

- **Fissazione dell'azoto**
 - **Tipi di fissazione dell'azoto**
 - **Fissazione biologica dell'azoto da legumi**
 - **Fattori che influenzano la fissazione dell'azoto**
 - **Il destino dell'azoto fissato attraverso la fissazione dell'azoto**
 - **Gestione della fissazione dell'azoto**
- **Lisciviazione dei nutrienti**
 - **Cause della lisciviazione dei nutrienti**
 - **Elementi minerali**
 - **Assorbimento dei nutrienti**
 - **Ciclo del carbonio**
 - **Ciclo N**
 - **Ciclo P**
 - **ciclo K**
- **Conservazione del suolo**
- **Conservazione dell'acqua**



Definizione di coltura di copertura

Il cover cropping è una pratica agricola sostenibile che mira principalmente a ridurre l'erosione del suolo e migliorare la fertilità e la qualità del suolo oltre a fornire ulteriori benefici. Le colture di copertura interrompono anche i cicli delle infestanti, aiutano a controllare i parassiti e le malattie e possono fornire un ulteriore raccolto di produzione (Clark, 2007)

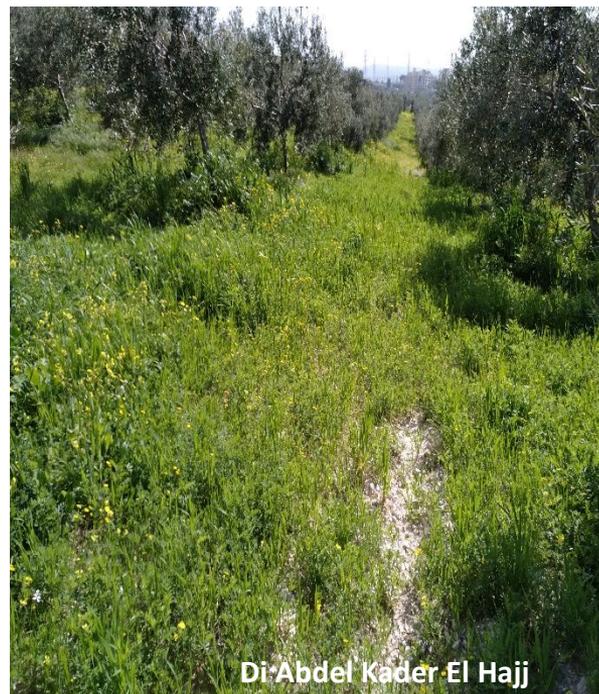


Foto di Abdel Kader El Hajj



Definizione di sovescio

- I concimi verdi sono colture seminate con lo scopo specifico di essere incorporate nel terreno in una fase immatura (Niemsdorff e Kristiansen, 2006)
- I sovesci sono colture coltivate all'interno dei frutteti al fine di migliorare la struttura del suolo e aumentare la fertilità del suolo. Sono tipicamente arati nel terreno mentre sono verdi o poco dopo la fioritura
- Le giovani piante incorporate nel terreno si decompongono rapidamente e rilasciano minerali che sarebbero prontamente disponibili per la coltura principale





Ruolo delle colture di copertura

• Il ruolo delle colture di copertura nel sistema agroforestale è quello di gestire:

- Erosione
- Fertilità del terreno
- Erbacce
- Parassiti e malattie
- Biodiversità

• Gestendo questi fattori, le colture di copertura possono migliorare direttamente la sostenibilità del sistema agroforestale e indirettamente l'ecosistema limitrofo





Vantaggi delle colture di copertura (Cover crops)

- Le colture di copertura aggiungono più sostanza organica (SO) e più azoto (N) al suolo
- La decomposizione della biomassa delle colture di copertura apporta più SO al suolo
- La SO ottenuta aggiunge quantità significative di N al suolo
- La coltura di copertura fornisce N e altri nutrienti per una coltura vicina (es. Olivo)
- L'aggiunta di SO e N al terreno riduce l'uso di fertilizzanti chimici, nonché il costo del trasporto, poiché questo fertilizzante naturale viene prodotto direttamente nel terreno
- Le colture di copertura migliorano la struttura e le proprietà fisiche del suolo
- L'humus, un prodotto finale della biomassa degradata delle colture di copertura, agisce come colloide del suolo che a sua volta migliora la struttura del suolo e le sue proprietà fisiche come la ritenzione idrica, lo scambio di gas, l'infiltrazione del suolo e la capacità di scambio cationico (CEC)



SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Rurali



UNIVERSITÀ DELLA SARDEGNA



CONSIGLIO REGIONALE DELLA SARDEGNA



ATM CONSULTING



Vantaggi delle colture di copertura

- Le colture di copertura aiutano nella soppressione delle erbe infestanti
 - La coltura di copertura vegetativa inibisce la germinazione e lo sviluppo delle infestanti limitando la luce e modificando la temperatura e l'umidità sulla superficie del suolo
 - Lavorare o incorporare la coltura di copertura non solo rilascia i minerali accumulati, ma elimina anche le erbe infestanti
 - Il pacciame formatosi sulla superficie del suolo dopo aver terminato il sovescio può anche sopprimere le erbe infestanti
 - Inoltre, alcune colture di copertura (come trifoglio dolce, veccia pelosa, segale autunnale) sono allelopatiche, contengono o secernono composti che possono inibire la germinazione di altre piante (ad es. il sovescio di trifoglio dolce con alti livelli di cumarina è allelopatico)
 - Tuttavia, è necessario scegliere una coltura di copertura competitiva, come il meliloto e la veccia pelosa
 - Una coltura di copertura vigorosa e a crescita rapida compete fortemente con le erbacce per lo spazio, la luce, i nutrienti e l'umidità
 - Piantare un'erba in combinazione con una leguminosa o un'altra coltura a foglia larga è spesso più efficace che coltivarla da sola



SardegnaForesta



Consiglio Nazionale delle Ricerche



Mediterranean Area Research and Education



Laboratory of Agricultural Research and Innovation



CIHEAM
Mediterranean Agronomic Institute of Bari



ATM CONSULTING s.r.l.



Vantaggi delle colture di copertura

- Le colture di copertura riducono i problemi di parassiti e malattie
 - Le colture di copertura forniscono l'habitat per i predatori di parassiti
 - La quantità di carbonio pronto all'uso sotto forma di ammendanti organici (materiale vegetale fresco o essiccato) aggiunta al suolo, stimola l'attività microbica generale del suolo. Tali miglioramenti nell'attività microbica del suolo sono stati collegati a un calo del numero di agenti patogeni del suolo, come *Verticillium dahliae*
 - Le colture di copertura della famiglia Brassica (colza, colza, broccoli, cavoli, cavoli, rucola, cavolfiore, cavoletti di Bruxelles, rapa, ravanello e senape ecc.) e altre colture (sorgo, erba del Sudan) hanno un potenziale di bio-fumigazione, che si riferisce al patogeno e soppressione della malattia mediante il rilascio di sottoprodotti metabolici tossici volatili (isotiocianati per i cavoli, acido cianidrico per il sorgo)
 - Queste colture sono utilizzate per controllare i nematodi (nematocidi) e una varietà di patogeni delle piante, come Rhizoctonia, Verticillium, Sclerotinia, Phytophthora, Pythium, Aphanomyces e Macrofumina



Vantaggi delle colture di copertura

- La coltura di copertura riduce il deflusso e l'erosione in quanto fornisce copertura del suolo per prevenire danni alla struttura del suolo (in caso di forti piogge)
- La coltura di copertura migliora la biologia del suolo in quanto aumenta la biomassa microbica, le attività enzimatiche microbiche e la relativa abbondanza di taxa microbici
- La coltura di copertura arricchisce la biodiversità dell'ecosistema (habitat per gli organismi benefici)
- La coltura di copertura previene la lisciviazione di nutrienti solubili dal terreno

Foresta
Agenzia distrettuale regionale per l'ambiente e il territorio
Agenzia regionale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





I principi della pratica delle colture di copertura/green maure

- Deve essere ben adattato alle condizioni climatiche e del suolo
- I semi devono essere poco costosi e facilmente reperibili
- Le colture di copertura devono essere facilmente insediate e con un'elevata produzione di biomassa
- Le colture di copertura devono avere una rapida germinazione e crescita
- Le colture di copertura devono richiedere una gestione minima durante la crescita
- Le colture di copertura devono essere competitive con le erbe infestanti
- Le colture di copertura devono avere la capacità di crescere in terreni poveri di nutrienti
- Le colture di copertura devono utilizzare l'acqua in modo efficiente
- Le colture di copertura devono essere facili da incorporare

Forestas
Agenzia Distrettuale Regionale per l'Inchiesta di Stato
Ambiente e del Cambiamento in Sardegna
Agenzia Regionale Regionale per lo Sviluppo del
Territorio e dell'Ambiente della Sardegna

SardegnaForeste





REGIONE AUTONOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA



La scelta delle colture per inerbimento/sovescio

- La scelta di una coltura di copertura come sovescio dipende principalmente dalle condizioni meteorologiche prevalenti. La semina autunnale/invernale è la più appropriata per il bacino semiarido del Mediterraneo, in particolare negli oliveti pluviali
- Legumi (trifoglio, erba medica, veccia, fagioli, lenticchie, piselli)
 - I legumi hanno sviluppato un meccanismo per fissare l'azoto atmosferico con l'aiuto di microrganismi che vivono nelle loro radici. I legumi saranno incorporati nel terreno quando raggiungono uno specifico stadio di crescita. L'albero beneficerà dell'N e di altri minerali come il P rilasciati durante la mineralizzazione dei detriti delle colture di leguminose
 - Il trifoglio è la coltura più coltivata per il miglioramento della fertilità
 - L'erba medica o erba medica è una pianta perenne longeva con un fittone profondo, ideale per il clima secco. L'erba medica è particolarmente sensibile al *Verticillium appassire* e può soffrire di marciume del trifoglio e malattia della verruca della corona
 - Il trifoglio è un legume annuale o biennale che dà buoni raccolti e cresce bene su terreni calcarei poco profondi
 - Il lupino è un sovescio tradizionale dei climi temperati e ben adattato ai terreni sabbiosi. Il lupino selvatico contiene alcaloidi tossici nel fogliame e nei semi
 - Veccia comune: sono disponibili varietà di veccia invernali e primaverili. Si mescolano bene con i cereali. La veccia può rilasciare grandi quantità di azoto disponibile in una coltura successiva

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

Foresta
Agenzia forestale regionale per il sviluppo del territorio e del cambiamento del clima
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna
SardegnaForeste





La scelta delle colture per inerbimento/sovescio

- Non legumi (orzo, avena, frumento, rapa, senape)
 - I non legumi non fissano l'azoto, ma possono fornire quantità utili di SO e trattenere i nutrienti che altrimenti potrebbero essere lisciviati
 - Diverse piante annuali, come graminacee e specie di crocifere, sono state anche testate come colture di copertura con diversi obiettivi
 - Alcune specie non leguminose, in particolare le colture di brassicacee, hanno un potenziale di biofumigazione. La biofumigazione è la soppressione dei parassiti e degli agenti patogeni del suolo derivanti dai composti biocidi rilasciati dalle colture di copertura
 - L'uso di *Sinapis alba* come sovescio è risultato particolarmente efficace nel ridurre l'incidenza di *Verticillium dahliae* in olivo (*Olea europaea* L.) Alcántara et al. (2017)

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

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Foreste



HARS
Società di Ricerca in Horticoltura e Agricoltura



I.R.C.



CIHEAM
Mediterranean Agronomy Institute of Bari



ATM CONSULTING s.r.l.



La scelta delle colture per inerbimento/sovescio

- Non legumi (orzo, avena, frumento, rapa, senape)
 - La segale (*Secale cereale*) è il sovescio invernale a crescita più vigorosa
 - L'avena (*Avena sativa*) o l'orzo (*Hordeum vulgare*) possono essere coltivati in alternativa alla segale
 - Il piede di gallo (*Dactylis glomerata*) produce una grande quantità di massa radicale che è benefica per il contenuto di SO del suolo e la struttura del suolo.
 - La senape (*Sinapis alba*) cresce molto velocemente. Ha radici molto superficiali. Sopravvive negli inverni freddi
 - Alto contenuto di glucosinilati che nelle giuste condizioni possono avere proprietà biocide contro parassiti, erbe infestanti e malattie
 - Rape stoppie (*Brassica rapa*), colza (*Brassica napus*), ravanella da foraggio (*Raphanus sativus*). Queste colture sono piantate per il pascolo invernale (di solito per le pecore) e per il sovescio
 - Il grano saraceno (*Fagopyrum esculentum*) è a ciclo breve (2-3 mesi) con coltura annuale a foglia larga. Si comporta male su terreni pesanti. Si ritiene che sia efficace nel rimuovere il fosforo dal suolo. Questa coltura può essere coltivata come attrattivo per gli insetti utili



Consiglio Nazionale delle Ricerche



HARE



L&A



CIHEAM
MIL CHIANA



ATM CONSULTING s.r.l.



La scelta delle colture per inerbimento/sovescio

- Miscela
 - La semina di una miscela di leguminose e specie non leguminose è spesso auspicabile per combinare i vantaggi di ciascuna:
 - I legumi sono ricchi di N mentre i non legumi hanno un contenuto sufficiente di carboidrati
 - La pianta di leguminose beneficerà del supporto fisico di non leguminose
 - La N fissa del legume potrebbe giovare al non legume
 - L'esaurimento dell'azoto sarà ridotto se si mescolano diverse specie di piante con tassi di decadimento diversi. Invece di utilizzare le riserve di azoto del suolo, i batteri in decomposizione utilizzeranno l'azoto e i carboidrati rilasciati da specie leguminose e non leguminose per la loro crescita e riproduzione
 - Esempi di miscele usate
 - Trifoglio rosso/loietto
 - Avena/piselli/veccia
 - Orzo/veccia



Consiglio Nazionale delle Ricerche



Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Rurali



L.R. 1



CIHEAM MEDITERRANEA



ATM CONSULTING s.r.l.



Limitazioni dell'adozione di colture da sovescio/sovescio

- Gli agricoltori preferiscono sfruttare lo spazio nei frutteti con colture da reddito piuttosto che coltivare colture di copertura come concime verde
- L'adozione del sovescio è complicata dal fatto che questa applicazione è un sistema a lungo termine. Occorrono diverse stagioni per vedere i risultati soprattutto su terreni molto poveri
- La necessità di una lavorazione del terreno per la semina, che può coincidere con un periodo ad alto rischio di erosione del suolo, e una seconda lavorazione del terreno per l'inglobamento di detriti vegetali nel terreno, che possono anche danneggiare l'apparato radicale

ForestaS
Agenzia forestale regionale per il sviluppo del territorio e del cambiamento del paesaggio
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

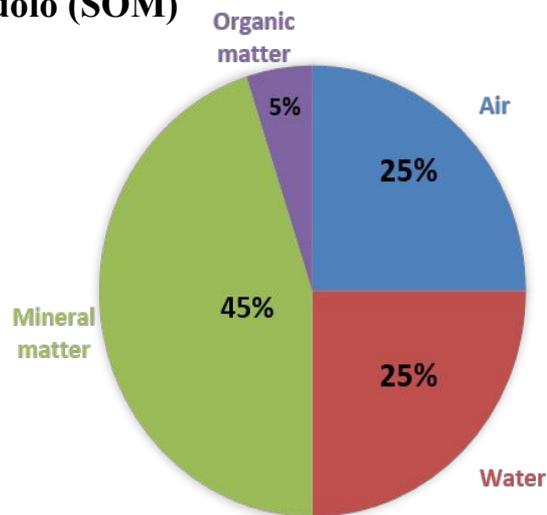
SardegnaForeste





Sostanza organica del suolo (SOM)

- SOM è qualsiasi materiale prodotto originariamente da organismi viventi (vegetali o animali) che viene restituito al suolo e subisce il processo di decomposizione (Alexandra Bot e José Benites, 2005)
- La SO nel suolo è composto da residui vegetali o animali in vari stadi di decomposizione
- La SO per la maggior parte dei suoli agricoli costituisce circa il 3-6%.
- Il SOM è solitamente composto da 50% di carbonio, 5% di azoto, 0,5% di fosforo, 0,5% di zolfo, 39% di ossigeno e 5% di idrogeno, ma questi valori possono variare da suolo a suolo





Fonti della SO

- Residui colturali
- Letame animale
- Composta
- Microrganismi, insetti e lombrichi defunti
- Vecchie radici delle piante

Forestas

Agencia forestal regional pro s'evoluzi de su territòriu e de cambiamentu de su Sardegna
Agencia forestale regionale per lo sviluppo del territòriu e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche





Fonti della SO

- Queste fonti contengono le seguenti molecole organiche che si decompongono a velocità variabili:
 - Sostanze non umiche. Facilmente attaccato da microrganismi e degrada a velocità variabili:
 - Zuccheri, amido e proteine hanno una rapida decomposizione
 - Cellulosa, grassi, cere e resine hanno una lenta decomposizione
 - La lignina ha una decomposizione molto lenta
 - Sostanze umiche. Sono relativamente resistenti all'attacco microbico:
 - L'acido fulvico, di colore chiaro, è solubile sia in acido che in alcali e più suscettibile all'attacco microbico (15-50 anni)
 - L'acido umico è solubile in alcali ma insolubile in acido e intermedio nella suscettibilità alla degradazione da parte dei microbi (oltre 100 anni)
 - L'umin, di colore scuro, è insolubile sia in acido che in alcali e più resistente all'attacco microbico

Forestas
Agenzia forestale regionale per il territorio di su territorio e de' cantone de sa Sardegna
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna
SardegnaForeste





Il processo di decomposizione

- “La decomposizione è un processo biologico che include la scomposizione fisica e la trasformazione biochimica di molecole organiche complesse di materiale morto in molecole organiche e inorganiche più semplici” (Juma, 1998)

Organic
materials

Decomposition

Water, energy, CO₂, plant nutrient, simple organic
compounds, and humus

Forestas

Agencia forestal regional pro s'Inchidu de su
territoriu e de s'ambiente de sa Sardegna
Agencia forestal regional pro lo sviluppo del
territoriu e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



SARF



LAKI



CIHEAM
MEDITERRANEA



ATM CONSULTING s.r.l.



Il processo di decomposizione

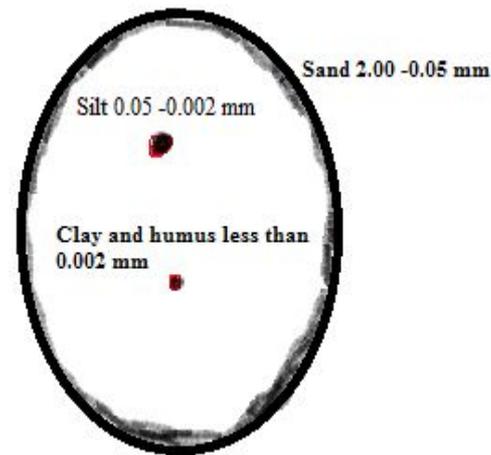
- I microbi del suolo decompongono la materia organica grezza in composti minerali attraverso il processo di mineralizzazione
 - Questo processo contribuisce alla fertilità del suolo attraverso il rilascio di nutrienti come azoto, fosforo e potassio
- Parte del materiale organico non viene mineralizzato, invece si decompone in SO stabile (humus)
 - L'humus ha una minore influenza sulla fertilità del suolo. Tuttavia, funge da colloide del suolo che migliora la struttura del suolo (stabilità degli aggregati), la capacità cationica scambiabile ECC, la ritenzione idrica e la biodiversità microbica del suolo
 - L'humus costituisce circa il 60-80% della SOM ed è derivato principalmente dalle piante (flora), con una parte significativa proveniente dalle radici, e una piccolissima frazione proviene dagli animali del suolo (fauna)



Funzioni della SOM

- Funzione nutrizionale
 - L'ampia superficie di colloidali di humus immagazzina acqua e sostanze nutritive
 - L'humus come frazione stabile di SO contiene la maggior parte della fornitura del suolo di N, boro e molibdeno, P e S.
 - L'humus assorbe e trattiene i nutrienti in una forma disponibile per le piante
 - la SO migliora le proprietà dei terreni sabbiosi aumentandone la capacità di trattenere acqua e sostanze nutritive
 - SO assorbe l'acqua come una spugna con la capacità di assorbire e trattenere fino al 90 per cento del suo peso in acqua
 - Una quantità significativa di acqua trattenuta sulle particelle di argilla non è prontamente disponibile per le piante, mentre la maggior parte dell'acqua assorbita dall'SO è prontamente disponibile per le piante

Relative sizes of soil particles



By Abdel Kader El Hajj



Funzioni di SOM

- Funzioni nutrizionali
 - la SO agisce come un importante serbatoio di nutrienti del suolo che vengono rilasciati durante il processo di mineralizzazione. Infatti, quando il tasso di aggiunta di residui culturali e arboricoli è superiore al tasso di decomposizione dell'SO esistente, la SOM aumenta
 - la SO è richiesta come fonte di energia per i batteri N-fissatori
- Disponibilità nutrizionale
 - la SO non solo immagazzina i nutrienti, ma rende anche molti nutrienti più disponibili per l'uso da parte delle piante. Infatti, quando l' SO decade, rilascia acidi organici deboli che dissolvono i minerali del suolo liberandoli per l'uso da parte delle piante
 - Il suolo P tende a formare composti che non si dissolvono in acqua. Tuttavia, gli acidi organici rilasciati agiscono su questi composti rendendo il P più disponibile per l'uso da parte delle piante
 - Alcuni nutrienti metallici come lo zinco e il ferro di solito formano composti insolubili. Tuttavia, le molecole di humus formano un anello attorno all'atomo di metallo in un processo chiamato chelazione. Questi chelati proteggono l'atomo di metallo dall'essere bloccato nel terreno e quindi lo rendono disponibile per l'uso da parte delle piante
 - Il rame è strettamente legato alle particelle di humus, per questo motivo è meno disponibile nei suoli ad alto SO

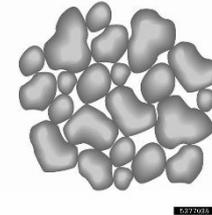


Funzioni di SOM

•Funzione fisica

○L'humus contribuisce in modo significativo al miglioramento delle proprietà fisiche del suolo formando aggregati del suolo. Infatti, La SOSO insieme ai microrganismi (funghi) provoca l'aggregazione del terreno e la formazione di aggregati del suolo:

- Le sostanze gommose prodotte dagli organismi del suolo si legano ai grumi del suolo
- Anche le particelle di humus che ricoprono le particelle minerali legano insieme queste particelle
- L'aggregazione è importante per una buona struttura del suolo, aerazione, infiltrazione d'acqua e resistenza all'erosione e alla formazione di croste
- L'acqua si infiltra nei suoli ad alto contenuto di SO più rapidamente durante i temporali, portando a un minore deflusso dell'acqua che può spostare il terreno dal campo
- Una migliore aggregazione migliora la permeabilità e la pendenza del suolo e rende il suolo resistente alla compattazione





Funzioni di SOM

•Funzioni biologiche

- La SO funge da fonte di energia per gli organismi viventi nel suolo. Pertanto, La SO migliora la biodiversità e l'attività microbica del suolo che può aiutare nella soppressione di malattie e parassiti
 - L'incidenza di organismi patogeni nel suolo è direttamente o indirettamente influenzata dall'SO
 - La SO può favorire la crescita di organismi saprofiti rispetto a quelli parassiti
 - Gli antibiotici e alcuni acidi fenolici possono migliorare la capacità di alcune piante di resistere all'attacco di agenti patogeni
- SO migliora lo spazio dei pori attraverso le azioni dei microrganismi del suolo. Questo aiuta ad aumentare l'infiltrazione e ridurre il deflusso

•Effetto indesiderato

- N è legato nei corpi dei microbi durante il processo di decadimento e non è disponibile per l'uso da parte delle piante
- Alcuni residui vegetali sono tossici per altre piante (allelopatia) perché trasudano sostanze chimiche nella loro rizosfera che inibiscono la crescita di altre piante



Fattori che influenzano l'accumulo di SOM

•Vegetazione - erbe e alberi

- La vegetazione delle colture di copertura protegge il suolo dall'erosione e facilita la cattura e l'infiltrazione dell'acqua piovana, riducendo il tasso di perdita di SO
- Gli estesi apparati radicali di erbe e alberi generano una grande quantità di SO sotterraneo
- Gli alberi generano un materiale organico continuo per l'attività dei decompositori di macro e microrganismi
- Le leguminose applicate come concime verde che di solito hanno un basso rapporto C/N subiscono una rapida decomposizione e aumento del pool di N mentre le specie di graminacee favoriscono l'immobilizzazione dei nutrienti, l'accumulo di SO e la formazione di humus, con un maggiore potenziale per un migliore sviluppo della struttura del suolo

•Clima - temperatura e umidità

- La temperatura e le precipitazioni sono i fattori chiave che influenzano la SO
- Più precipitazioni e temperature ottimali promuovono più vegetazione quindi più biomassa e più SO
- la SO decade più rapidamente a temperature più elevate, quindi il suolo nei climi più caldi tende a contenere meno SO rispetto a quelli nei climi più freddi
- la SO viene generato più velocemente del decadimento quando la temperatura del suolo è inferiore a 25 gradi Celsius e il decadimento si interrompe quando la temperatura è inferiore a 5 gradi Celsius



Fattori che influenzano l'accumulo di SOM

• Tessitura del suolo

- I terreni a tessitura fine tendono ad avere più SO rispetto ai terreni grossolani
- Una migliore aerazione dei terreni grossolani facilita il rapido decadimento dell'SO
- I terreni argillosi pesanti con scarso drenaggio riducono il movimento dell'ossigeno nei loro pori. Pertanto, accumulano più SO.

• La lavorazione del terreno riduce l'SO

- La lavorazione del terreno favorisce la rapida decomposizione dell'SO agitando l'ossigeno nel terreno e aumentandone la temperatura media
- La lavorazione del terreno tende a scomporre gli aggregati del suolo che contengono MO protetti dagli organismi in decomposizione
- La lavorazione del terreno è una forma di fertilizzazione poiché favorisce il consumo di humus
- La lavorazione del terreno crea le condizioni per l'attività biologica che favorisce il consumo di un po' di humus che libera N per la crescita delle piante

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



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARS
National Agency for Research and Innovation in the Agricultural and Forestry Sector



LAR



CIHEAM
Mediterranean



ATM CONSULTING



Gestione SOM

- Esistono due approcci generali per aumentare la materia organica del suolo:
 - Rallentare i tassi di decomposizione (ad esempio, riducendo l'intensità della lavorazione del terreno)
 - Migliorare gli apporti di carbonio da materiali organici (colture di copertura o emendamenti al compost)
- Modi per aumentare la materia organica del suolo:
 - Inerbimento agroforestale/sovescio
 - Rotazione delle colture all'interno del sistema agroforestale
 - Aggiunta di compost
 - Lavorazione zero o minima

Forestas
Agenzia forestale regionale per il rilancio del settore forestale e del cambiamento del territorio
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna
SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARS
National Agency for Research and Innovation in the Agricultural and Forestry Sector



LARS



CIHEAM
MEDITERRANEA



ATM CONSULTING s.p.a.



Gestione SOM

- La pratica della tecnica di conservazione del suolo nel sistema agroforestale si ottiene al meglio attraverso la rotazione delle colture di copertura
 - È importante iniziare la rotazione delle colture nei primi anni con graminacee e cereali che aggiungono molta biomassa che si decompone lentamente (alto rapporto C/N) e migliorano le caratteristiche del suolo con il loro abbondante apparato radicale. Graminacee e cereali vengono alternati ai legumi negli anni successivi
 - L'applicazione di una miscela di colture a decomposizione rapida (veccia) e lenta (avena, grano) nel sistema agroforestale migliorerà significativamente lo stato di fertilità del suolo. L'albero beneficerà dei nutrienti rilasciati dalle colture a decomposizione rapida, mentre le colture a decomposizione lenta miglioreranno la struttura del suolo
- Ridurre al minimo la lavorazione del terreno
 - La lavorazione del terreno espone l'SO all'aria e comporterà l'abbassamento dell'SO stabile
 - La lavorazione minima riduce l'incidenza della compattazione del suolo e del ristagno idrico
- L'istituzione di colture di copertura come concime verde nel sistema agroforestale migliorerà l'accumulo di SO
 - Le colture di copertura riducono gli effetti negativi dell'erosione e del deflusso





Gestione SOM

- La coltura di copertura aggiunge materiale vegetale al suolo per il rinnovo dell'SO
- Le colture di copertura forniscono l'habitat per insetti utili e altri organismi
- La coltura di copertura modera le temperature del suolo e quindi protegge gli organismi del suolo

Forestas

Agencia forestal regional pro s'Inglia de su territorio e de s'ambiente de sa Sardegna
Agencia forestal regional pro le sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna

SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



Consiglio Nazionale delle Ricerche



Consiglio Nazionale delle Ricerche



CIHEAM
MEDITERRANEA



ATM CONSULTING s.p.a.



Fissazione dell'azoto (NF)

- “ NF, qualsiasi processo naturale o industriale che fa sì che l'azoto libero (N_2), che è un gas relativamente inerte abbondante nell'aria, si combini chimicamente con altri elementi per formare composti azotati più reattivi come ammoniaca, nitrato o nitriti”
- Vale la pena notare qui che il gas N_2 , che è presente nell'atmosfera, non è disponibile per le piante

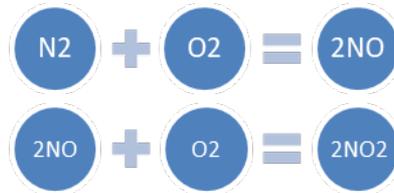
Forestas
Agenzia forestale regionale per il sviluppo del territorio e del cambiamento del clima
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna
SardegnaForesta





Tipi di NF

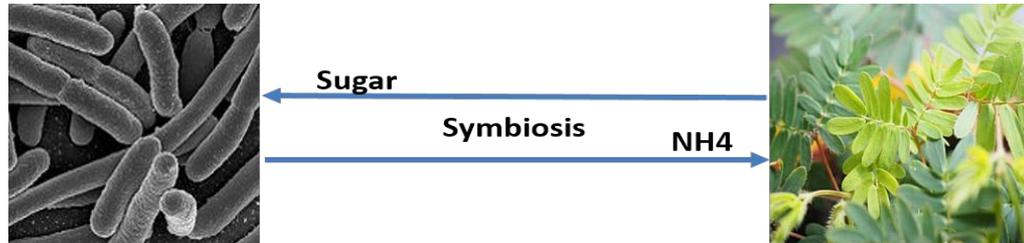
- L'azoto atmosferico viene convertito nelle forme disponibili per le piante attraverso diversi tipi di fissazione:
 - N può essere fissato attraverso il processo industriale che crea fertilizzante (nitrato di ammonio NH_4NO_3)
 - I fulmini permettono all'ossigeno di reagire con l'azoto atmosferico per formare NO e NO_2 . Queste forme di N entrano quindi nel suolo attraverso la pioggia o la neve





NF

- L'azoto atmosferico viene convertito nelle forme disponibili per le piante attraverso diversi tipi di fissazione:
 - L'NF biologico rappresenta quantità significative di N che vengono fissate come ammoniaca, nitriti e nitrati dai microrganismi del suolo
 - Fissazione simbiotica: i legumi-batteri (*Rhizobium*) fissano l'azoto atmosferico tramite un meccanismo enzimatico e lo convertono in una forma disponibile (ammonio NH_4) per la pianta ospite. La pianta fornisce quindi ai batteri carbonio e altri composti energetici prodotti durante la fotosintesi



By Abdel Kader El Hajj

- Fissazione non simbiotica: i batteri viventi liberi (cianobatteri, *Anabaena* e *Nostoc* e generi come *Azotobacter* , *Beijerinckia* e *Clostridium*) nei suoli possono fissare l'azoto senza relazione simbiotica



NF biologico da legumi

- La formazione del nodulo inizia quando i batteri NF invadono la radice in risposta ai segnali chimici (flavonoidi) rilasciati dalla pianta leguminosa ospite
- L'indicazione dell'inizio della NF e dell'attività batterica è quando il colore interno dei noduli passa da bianco o grigio a rosa o rosso
- I noduli morti e inattivi sono generalmente di colore verde grigiastro o marrone all'interno
- Il colore rosa o rosso è causato dalla legemoglobina (simile all'emoglobina nel sangue) che controlla il flusso di ossigeno ai batteri

La legemoglobina (anche legemoglobina o legoglobina) è una fitoglobina che trasporta ossigeno trovata nei noduli radicali che fissano l'azoto delle leguminose



Ninjatacoshell, CC BY-SA 3.0
<<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0>>, tramite Wikimedia Commons



NF biologico da legumi

- La forma dei noduli può differire da una specie vegetale all'altra
 - Grandi noduli rotondi si trovano solitamente nei legumi annuali come fagioli, arachidi, soia e si rinnovano durante la stagione di crescita
 - Piccoli noduli allungati presenti nelle leguminose perenni che fissano N per tutta la stagione vegetativa
- Il tasso di fissazione di N è più alto durante la fase di fioritura. I noduli perdono la capacità di fissare l'azoto durante il processo di riempimento del baccello
- Nel mezzo della stagione di crescita, i noduli rosa o rossi dovrebbero predominare sulle radici. Se predominano i noduli bianchi, grigi o verdi, ciò indica che NF è relativamente basso a causa di un ceppo di rizobia inefficiente, scarsa nutrizione della pianta, riempimento del baccello o altro stress della pianta
- I noduli diventano senescenti e iniziano a decadere man mano che la pianta matura
- Dopo il taglio della biomassa fuori terra, le radici delle leguminose perenni rimaste nel terreno avviano in primavera un nuovo processo di nodulazione



SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



National Institute of Research in Food Safety



LAR



CIHEAM MEDITERRANEA



ATM CONSULTING



Fattori che influenzano la NF

- I batteri all'interno dei noduli richiedono energia dalla pianta ospite; quindi, qualsiasi fattore che influisca sulla fotosintesi, come lo stress idrico, la temperatura e la carenza di nutrienti, ridurrà la NF biologica
- La NF dipende dalla presenza di ceppi batterici specifici nel terreno che si uniranno a una specifica coltura di leguminose. Tuttavia, se il ceppo batterico non è presente nel terreno, è necessario inoculare il seme con i batteri appropriati prima della semina
- Le proprietà fisico-chimiche del suolo come SO, pH, temperatura e contenuto di umidità influenzano l'abbondanza di batteri fissatori
 - Il pH basso inibisce i processi di nitrificazione e NF. Il pH ottimale è 7,0, ma sono tollerabili intervalli compresi tra 5,0 e 9,0
 - La scarsa disponibilità di acqua e le alte temperature provocano un calo del NF biologico. 40 °C a 5 cm di profondità, impone limitazioni alla NF e alla vitalità dei noduli nel terreno. Pertanto, la coltura di copertura ridurrà la temperatura del suolo
- L'efficacia di NF dipende dalle specie di legumi:
 - Arachidi, fagioli dall'occhio, soia e fave sono buoni fissatori di azoto mentre i fagioli sono poveri fissatori
 - Le leguminose perenni e da foraggio, come l'erba medica, il meliloto, il trifoglio vero e la veccia, possono fissare 300-560 kg di N per ettaro





Il destino di N risolto attraverso il processo NF

- L'azoto fissato durante la fissazione biologica viene accumulato in diversi tessuti vegetali e verrà rilasciato nel suolo in seguito alla decomposizione dei residui vegetali. Tuttavia, parte dell'azoto viene rilasciato nel terreno per le vicine piante non leguminose
- Legumi come fagioli, lenticchie, lupini, piselli e arachidi, se coltivati per il loro grano, contribuiscono poco alla nutrizione del suolo poiché la maggior parte dell'azoto viene rimossa dal campo insieme al grano
- Le leguminose perenni o da foraggio aggiungono N significativo per la coltura successiva se l'intera biomassa (steli, foglie, radici) è incorporata nel terreno

Forestas
Agenzia forestale regionale per il rilancio del settore forestale e del cambiamento del territorio
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna
SardegnaForeste





Gestione dell'NF

- L'azoto è il nutriente più limitante soprattutto negli oliveti tradizionali alimentati a pioggia
- L'adozione di una fonte di azoto naturale è necessaria per mitigare gli svantaggi dell'elevato costo dei fertilizzanti azotati sintetici e dei problemi ambientali associati e anche per garantire una corretta crescita degli alberi e una resa ottimale
- A questo proposito, l'integrazione di leguminose come coltura di copertura o sovescio negli oliveti può migliorare i terreni poco fertili e quindi la corretta crescita degli alberi e la resa
- La coltivazione autunnale di leguminose in un oliveto situato a quote basse e medie beneficerà delle piogge autunnali e invernali per una migliore crescita e accumulo di più biomassa
 - In primavera, il raccolto sarà tagliato o incorporato nel terreno
 - L'olivo beneficerà delle sostanze nutritive rilasciate dalla decomposizione dei residui di leguminose





Lisciviazione dei nutrienti

•**Definizione:** la lisciviazione dei nutrienti è il movimento verso il basso dei nutrienti disciolti nel profilo del suolo con acqua di percolazione

•Lisciviazione dei nutrienti:

- Riduce la disponibilità di nutrienti per colture e alberi
- È una delle principali cause di contaminazione delle acque sotterranee
- È problematico nei terreni con alti tassi di infiltrazione e bassa ritenzione di nutrienti, come i terreni sabbiosi.
- Pone problemi ambientali ed economici

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





Lisciviazione dei nutrienti / Cause della lisciviazione dei nutrienti

- Pratiche agricole inappropriate nell'agricoltura intensiva possono aumentare notevolmente le perdite per lisciviazione
- La lisciviazione dell'acqua si verifica quando l'acqua immessa dall'irrigazione o dalla pioggia supera l'evapotraspirazione
- La lisciviazione dei nutrienti è elevata nelle regioni umide che in quelle aride
- I suoli con alti tassi di infiltrazione e bassa ritenzione di nutrienti o suoli ben aggregati con basso contenuto di MO sono solitamente potati per lisciviazione dei nutrienti
- I macropori indotti dalla fessurazione del terreno argilloso o dall'attività biologica o di crescita delle radici aumentano il flusso dell'acqua con i nutrienti disciolti, specialmente in caso di forti piogge o irrigazione eccessiva, portando alla lisciviazione dei nutrienti





Lisciviazione dei nutrienti / Cause della lisciviazione dei nutrienti

Macronutrienti		Forme ioniche	Micronutrienti		Forma ionica
Azoto	N	NH_4^+ e NO_3^-	Boro	B	$(\text{BO}_3)^{3-}$
Fosforo	P	H_2PO_4^- , HPO_4^{2-}	Cloro	Cl	Cl^-
Potassio	K	K^+	Rame	Cu	Cu^{2+}
Calcio	Calcio	Ca^{2+}	Ferro	Fe	Fe^{2+} , Fe^{3+}
Magnesio	Mg	Mg^{2+}	Manganese	Mn	Mn^{2+}
Zolfo	S	$(\text{SO}_4)^{2-}$	Molibdeno	Mo	$(\text{MoO}_4)^{2-}$
			Zinco	Zn	Zn^{2+}



Lisciviazione di nutrienti / elementi minerali

- Diciassette nutrienti sono essenziali per la crescita delle piante
 - Nutrienti non minerali: carbonio (C), idrogeno (H) e ossigeno (O), rappresentano circa il 96% del peso secco della pianta, principalmente sotto forma di carboidrati. Le fonti di C, H e O nei materiali vegetali sono l'anidride carbonica (CO_2) nell'aria e nell'acqua (H_2O)
 - Nutrienti minerali: i macronutrienti (N, P, K, Ca, S e Mg) rappresentano circa il 3,5% del peso secco della pianta. Tuttavia, i micronutrienti (Fe, B, Cl, Mn, Zn, Cu, Mo e Ni), rappresentano circa lo 0,04% del peso secco della pianta
 - Sia i macro che i micronutrienti sono solitamente ottenuti dal suolo
- N è tipicamente il primo nutriente limitante, seguito da P, K e S

Forestas
Agenzia forestale regionale per il rilancio del settore forestale e del cambiamento del territorio
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna
SardegnaForeste





Lisciviazione dei nutrienti / Assorbimento dei nutrienti

- Le piante assorbono i nutrienti essenziali dal terreno in forme solubili e inorganiche
- Gli ioni vengono assorbiti dalle radici delle piante mediante tre meccanismi principali
 - Intercettazione radice. L'assorbimento dei nutrienti avviene quando le radici entrano in contatto con gli ioni durante il loro movimento attraverso il profilo del suolo. Questo processo è correlato al volume del sistema root
 - I funghi micorrizici aumentano il volume delle radici delle piante attraverso la produzione delle proprie strutture simili a radici chiamate ife, che agiscono come estensioni del sistema radicale della pianta. Pertanto, i funghi micorrizici aumentano l'assorbimento dei nutrienti
 - Flusso di massa. I nutrienti disciolti si spostano con l'acqua verso le superfici delle radici dove vengono assorbiti
 - Diffusione. Movimento di nutrienti da aree ad alta concentrazione a zone a bassa concentrazione. La diffusione è un processo importante nell'assorbimento delle colture di P e K.



Lisciviazione dei nutrienti / Ciclo del carbonio

- L'agroforestazione svolge un ruolo importante nel ciclo globale del carbonio in quanto fornisce due pozzi di carbonio (parti legnose e humus nel suolo)
 - L'anidride carbonica atmosferica utilizzata dal processo di fotosintesi viene accumulata come carbonio organico in tutti i componenti agroforestali (albero/coltura)
 - Una frazione considerevole del carbonio organico accumulato viene immagazzinata a lungo nelle parti legnose dell'albero
 - Il carbonio organico accumulato nelle altre parti della pianta (radici, lettiera, detriti o residui) viene rilasciato nel suolo attraverso il processo di decomposizione
 - Nel suolo, una frazione del carbonio diventa parte di SOM (humus) che immagazzina carbonio per un lungo periodo e l'altra frazione sarà respirata tramite organismi decompositori nell'atmosfera
 - Parte del carbonio organico disciolto (DOC) e del carbonio inorganico (HCO_3^-) può penetrare nelle acque sotterranee e superficiali



SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



National Institute of Research in Food Safety



UNICA



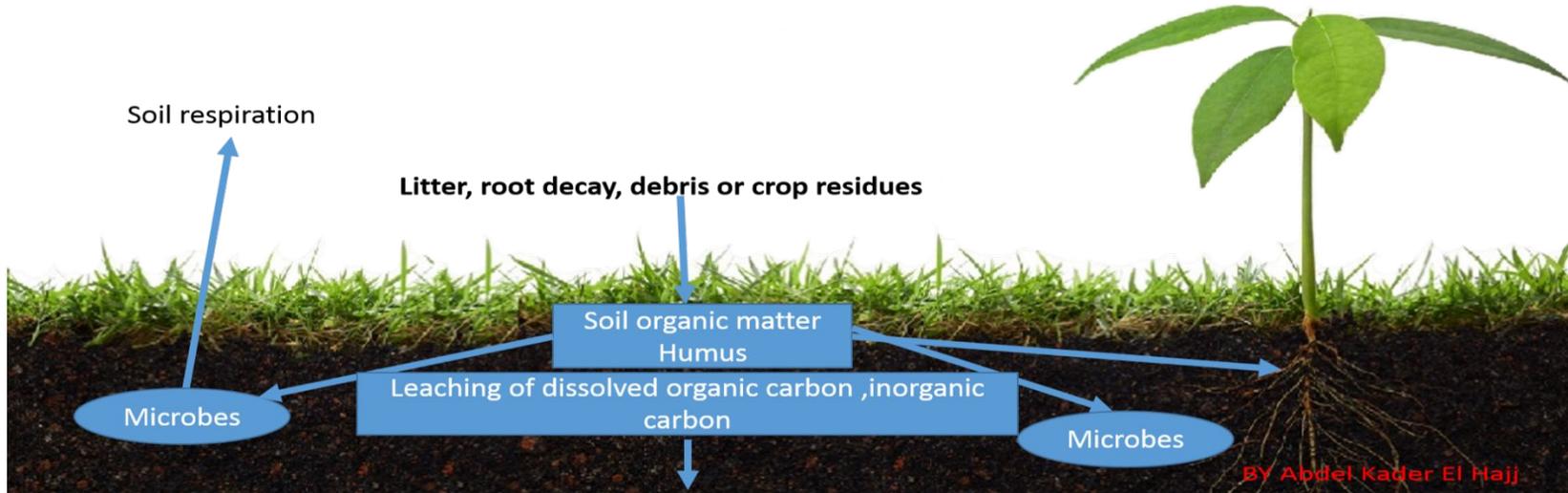
CIHEAM
MEDI ORIENT



ATM CONSULTING



Lisciviazione dei nutrienti / Ciclo del carbonio





Lisciviazione dei nutrienti / ciclo N

- Quasi l'80% di N si trova nell'atmosfera come N_2 . Le rocce sedimentarie contengono circa il restante 20%
- I batteri viventi liberi nel suolo convertono l'azoto atmosferico in ammonio $(NH_4)^+$. $(NH_4)^+$ deriva anche dalla decomposizione di SO. $(NH_4)^+$ formato da queste due fonti viene poi convertito in nitrati (NO_3^-) attraverso un processo di nitrificazione
- Parte di NO_3^- viene assimilata da piante e batteri, parte viene lisciviata attraverso il profilo del suolo e l'altra parte viene convertita in N gas e rilasciata nell'atmosfera attraverso un processo di denitrificazione

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



Consiglio Nazionale delle Ricerche



National Institute for Research in Forestry



National Institute for Research in Forestry



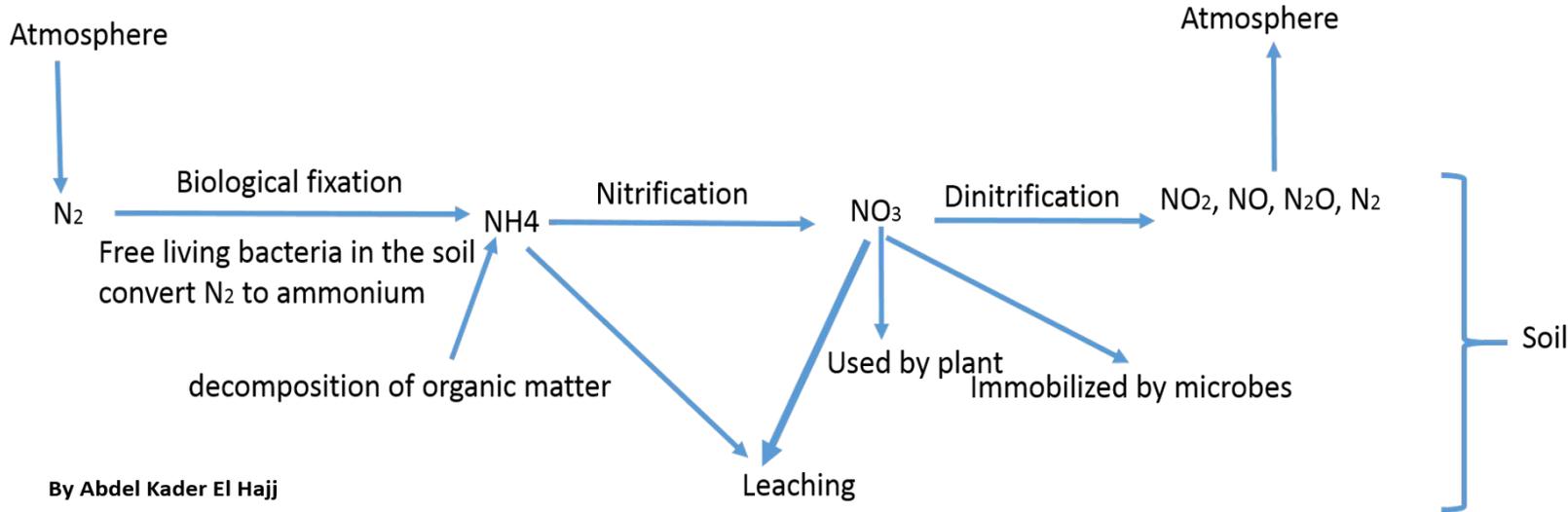
CIHEAM
MEDITERRANEA



ATM CONSULTING



Lisciviazione dei nutrienti / ciclo N





Lisciviazione dei nutrienti / ciclo N

• Percorsi di perdita di N nel suolo

- Lisciviazione di NO_3^- , NH_4^+ e N organico disciolto
 - Grazie alla sua elevata mobilità, l'anione NO_3^- viene lisciviato facilmente attraverso il profilo del suolo poiché mostra un'interazione trascurabile con la matrice caricata negativamente del suolo. NO_3^- la lisciviazione è favorita dall'elevata piovosità e dall'irrigazione soprattutto su suoli a tessitura grossolana
 - Tuttavia, l'interazione albero-cultura (principalmente colture di copertura invernale - erbe e leguminose) nel sistema agroforestale è efficace nella cattura e nel riciclaggio dei nutrienti dagli strati più profondi del suolo
- Erosione del suolo
 - Il deflusso superficiale trasporta nutrienti o sedimenti disciolti. Tuttavia, le colture di copertura riducono l'effetto negativo dell'erosione
- Negli ecosistemi naturali queste perdite di N sono compensate attraverso la fissazione biologica dell' N_2 (BNF) da parte di leguminose che vivono in simbiosi con *Rhizobium* e altri batteri fissatori di N_2 , o batteri a vita libera



Lisciviazione dei nutrienti/ciclo P

- La prima fonte di P proviene dall'erosione dei materiali genitori. Il rilascio di P da questa fonte è estremamente lento
- La seconda fonte è la soluzione del suolo: P inorganico disciolto in soluzione acqua/ suolo è prontamente disponibile per l'assorbimento da parte delle piante
- La terza fonte è costituita da fosforo inorganico attaccato alle superfici argillose, ferro (Fe), alluminio (Al) in terreni acidi e ossidi di calcio (Ca) in terreni alcalini. P viene rilasciato lentamente per l'assorbimento da parte della pianta
- P viene rimosso dal suolo da:
 - Erosione e deflusso (il deflusso è la via più importante della perdita di P)
 - Assorbimento albero/raccolto
 - Lisciviazione (è minima rispetto alla rimozione del deflusso superficiale)





Lisciviazione dei nutrienti / Ciclo P

- La disponibilità di P è influenzata dai seguenti fattori:
 - SO. L'aumento di SO aumenterà la disponibilità di P attraverso il processo di mineralizzazione e la competizione di molecole organiche con fosfato (PO_4^{3-}) adsorbito sulle superfici del suolo che ridurrà la ritenzione di P
 - Contenuto di argilla. I terreni con un contenuto di argilla più elevato hanno un'elevata capacità di ritenzione di P
 - pH del suolo. In terreni acidi, PO_4^{3-} forma legami molto forti con alluminio e ferro. A pH elevato, quando il calcio è il catione dominante, PO_4^{3-} tende a precipitare con il calcio
 - Fattori ambientali. Nelle zone calde e umide, la decomposizione del materiale organico è più rapida che nei climi freddi e secchi



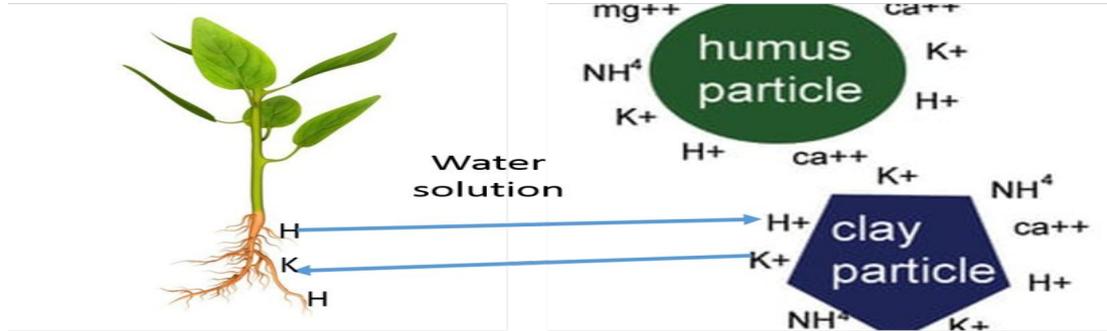


Lisciviazione dei nutrienti / ciclo K

- Nel suolo, K si verifica in quattro pool: soluzione del suolo; sito scambiabile; minerali fissi e parentali
- La soluzione del suolo e il sito scambiabile di K sono in equilibrio tra loro: le piante assorbono K esclusivamente come ione K^+ , che è l'unica forma che esiste nella soluzione del suolo. Scambiabile K si riferisce a ioni adsorbiti per scambiare siti su particelle di terreno
- La fissazione di K è l'intrappolamento dello ione K^+ nella struttura dei minerali argillosi. Il pool fisso non è in grado di rilasciare K a tassi sufficienti per soddisfare le esigenze delle colture in crescita. Tuttavia, una parte di questa riserva diventerà disponibile man mano che le scorte di soluzione intercambiabile e di terreno K si esauriranno
- Ci sono due modi in cui K può essere perso dal sistema:
 - Lisciviazione ed erosione. La lisciviazione K può verificarsi su terreni a tessitura grossolana che ricevono precipitazioni superiori alla media. L'erosione è una via più importante di perdita di K



Lisciviazione dei nutrienti / ciclo K



Clay and humus particles which are negatively charged binds cations

The cations are exchanged for hydrogen ions obtained from carbonic acids H_2CO_3 or from plant itself

By Abdel Kader El Hajj



Lisciviazione dei nutrienti

- Il ruolo dell'agroforestazione nella riduzione della lisciviazione dei nutrienti
 - L'agroforestazione che fornisce una copertura aggiuntiva tra gli alberi migliora la ritenzione dei nutrienti aumentando la produzione di lettiera, pacciame e radici, che aumentano la SOM e la capacità di scambio cationico
 - L'assorbimento attivo dei nutrienti da parte dell'albero e della coltura di copertura può ridurre le concentrazioni di nutrienti nella soluzione di percolazione del suolo
 - L'humus aumenta il sito scambiabile, quindi la ritenzione dei nutrienti
 - L'assorbimento di acqua da parte degli alberi può ridurre l'infiltrazione dell'acqua e, quindi, la lisciviazione dei nutrienti
 - La copertura delle colture, la chioma degli alberi e la lettiera riducono l'effetto erosivo del deflusso, con conseguente minore perdita di nutrienti
 - Gli alberi riducono la lisciviazione dei nutrienti assorbendo i nutrienti che sono stati lisciviati oltre il sistema radicale superficiale del raccolto

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



Consiglio Nazionale delle Ricerche



NARS
National Agency for Rural Services



LAR



CIHEAM
MEDITERRANEA



ATM CONSULTING



Conservazione del suolo: definizione e obiettivo

- **Definizione.** La conservazione del suolo è la prevenzione della perdita dello strato più superficiale del suolo a causa dell'erosione o la prevenzione della ridotta fertilità causata da uso eccessivo, acidificazione, salinizzazione o altra contaminazione chimica del suolo
- **Obiettivo.** L'obiettivo principale della conservazione del suolo è controllare l'erosione e quindi mantenere la fertilità del suolo attraverso pratiche e strategie di gestione come la lavorazione zero combinata con colture di copertura e rotazione delle colture
 - L'erosione riduce la fertilità del suolo, attraverso la rimozione di SO e nutrienti nei sedimenti erosi
 - Il declino della fertilità del suolo è l'incapacità di un suolo di sostenere la crescita delle piante fornendo i nutrienti essenziali e mantenendo le sue caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche per una migliore crescita delle piante
- Le pratiche di conservazione del suolo (nessuna lavorazione del terreno, nessun fertilizzante, nessun pesticida) svolgono un ruolo importante nell'aumentare l'abbondanza, la biomassa e la diversità dei lombrichi

Forestas
Agenzia Regionale Regionale per il sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna
SardegnaForeste





Conservazione del suolo – Il ruolo dell'agroforestazione

- L'agroforestazione svolge un ruolo importante nella conservazione della fertilità del suolo
 - I residui prodotti dalle radici degli alberi e delle colture e le micorrize associate possono aumentare la SOM, la porosità del suolo e la stabilità degli aggregati. Può anche migliorare la capacità di ritenzione idrica, la conducibilità idraulica e i processi biologici del suolo (più biomassa radicale, più associazione microbica, più attività biologica)
- Nel sistema agroforestale, sia le colture di copertura che gli alberi controllano l'erosione del suolo durante la stagione delle piogge formando una rete di radici che tengono insieme il suolo. Questa rete di radici migliora la permeabilità del suolo
- Le chiome degli alberi e la copertura delle colture preservano il suolo dall'impatto erosivo delle gocce di pioggia
 - La lettiera e l'humus controllano il flusso dell'acqua e consentono loro di filtrare nel terreno, immagazzinare una grande quantità di pioggia, ridurre l'evaporazione dell'umidità del suolo e diminuire la perdita di nutrienti attraverso la riduzione del ruscellamento

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





Conservazione del suolo

- Gli alberi con il loro apparato radicale esteso in profondità negli strati del suolo, catturano i nutrienti dilavati e riducono l'inquinamento che entra negli ecosistemi acquatici
- La densità, la distribuzione e lo spessore delle radici delle colture di copertura svolgono un ruolo importante nel controllo dell'erosione
 - Le colture di copertura con radici a ramificazioni fini sono le più efficaci nel prevenire l'erosione
 - Le colture di copertura con radici spesse (ad es. senape bianca e ravenello da foraggio) sono meno efficaci delle colture di copertura con radici a rami sottili (loietto e segale) nel prevenire le perdite di suolo dovute all'erosione
 - È dimostrato che gli oliveti che includono la coltivazione mista di leguminose e graminacee (ad es. veccia e orzo che hanno un diverso apparato radicale) controllano l'erosione

Forestas
Agenzia forestale regionale per il rilevare, la gestione e lo sviluppo del patrimonio forestale della Sardegna
Agenzia forestale regionale per lo sviluppo del territorio e dell'ambiente della Sardegna
SardegnaForeste





Conservazione del suolo

•Le pratiche di conservazione del suolo che hanno un'influenza positiva sulle caratteristiche biochimiche del suolo e sulla diversità genetica microbica del suolo negli oliveti includono:

- Coltivazione di copertura
- Incorporazione di colture di copertura (sovescio)
- Lavorazione conservativa (lavorazione minima o zero). La lavorazione zero con residui di colture di copertura aumenta gradualmente l'SO del suolo e sopprime le erbe infestanti, oltre a ridurre i costi di macchinari, carburante e tempo associati alla lavorazione
- Emendamenti al compost
- Incorporazione dei residui di potatura nel terreno dopo la trinciatura



SardegnaForeste



Consiglio Nazionale delle Ricerche



National Institute of Research in Food Safety



National Institute of Research in Food Safety



CIHEAM MED EAST



ATM CONSULTING



Conservazione dell'acqua – Obiettivi e ciclo

- Gli obiettivi delle strategie di conservazione dell'acqua sono immagazzinare più acqua piovana, aumentare l'infiltrazione, diminuire il deflusso e la percolazione e ridurre al minimo l'evaporazione. La conservazione dell'acqua è importante, soprattutto nelle aree in cui l'acqua è limitata o non sufficiente per la produzione agricola
- La maggior parte delle funzioni del suolo dipende direttamente o indirettamente dalla ritenzione idrica e dalla trasmissione del suolo
- Ciclo dell'acqua
 - La principale fonte di acqua nel suolo è dalle precipitazioni. Parte delle precipitazioni si perde a causa del deflusso, la seconda parte si infiltra nel suolo
 - L'acqua nel terreno viene utilizzata dalle piante, parte dell'acqua nel terreno filtra nelle falde acquifere. Tuttavia, l'acqua trattenuta nel terreno evapora dal suolo e dalla copertura vegetale





Conservazione dell'acqua

- Fattori che determinano la capacità del suolo di trattenere e rilasciare acqua:
 - Tessitura del suolo. Le particelle di argilla hanno la capacità di trattenere più acqua e sostanze nutritive rispetto alle particelle sabbiose
 - Profondità del suolo:
 - I terreni poco profondi hanno la tendenza a impregnarsi d'acqua in caso di forti piogge e scendono al di sotto della percentuale di avvizzimento permanente in condizioni di siccità
 - I terreni più profondi, oltre a fornire un migliore supporto meccanico agli alberi, possono anche fornire più acqua e sostanze nutritive alle piante rispetto ai terreni più superficiali
 - Porosità del suolo. Lo spazio dei pori influisce sul movimento dell'acqua e dell'aria; il trasporto e la reazione di sostanze chimiche; e, la residenza di radici e altri biota
 - Attività biologica. Il contributo dei microrganismi alle proprietà idrauliche del suolo avviene attraverso la creazione di SO

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





Conservazione dell'acqua

- Contenuto dell'SO:
 - Le molecole organiche creano aggregati del suolo attaccando insieme le particelle di argilla
 - I grandi pori tra gli aggregati consentono all'acqua di muoversi attraverso il profilo del suolo; piccoli pori all'interno degli aggregati trattengono l'acqua che sarà disponibile per le piante
 - I colloidali SO (humus) agiscono come una spugna che trattiene più acqua

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





Conservazione dell'acqua

- La maggior parte delle pratiche che aumentano il contenuto di umidità del suolo sono spesso correlate all'SO:
 - Infiltrazioni d'acqua:
 - La lettiera, la chioma degli alberi e la copertura delle colture gestiscono efficacemente il tasso di infiltrazione e il deflusso dell'acqua dalla superficie del suolo
 - la SO accumulata nel suolo all'interno del sistema agroforestale migliora la ritenzione idrica e il tasso di infiltrazione
 - Evaporazione del suolo. I pacciami organici naturali sviluppati dalle pratiche agroforestali gestiscono efficacemente l'evaporazione del suolo
 - Capacità di immagazzinamento dell'umidità del suolo. Il miglioramento della capacità di immagazzinamento dell'umidità del suolo può essere ottenuto aggiungendo più materiali organici (sovescio, colture di copertura, lettiera e residui di alberi e colture)





Conservazione dell'acqua

- Le pratiche volte a migliorare il contenuto idrico del suolo includono:
 - Pacciamatura. Le lettiere di foglie e i residui colturali (rilascio lento e veloce dei nutrienti) sono buoni materiali per la pacciamatura
 - Agroforestazione – Cover crop:
 - Ridurre al minimo il deflusso e migliorare l'infiltrazione e la capacità di immagazzinamento dell'acqua nel suolo
 - La lavorazione minima riduce il disturbo degli attributi del suolo (stabilità degli aggregati, attività biologica del suolo, ecc.)
 - Diminuire le perdite per evaporazione attraverso un effetto pacciamante
 - Emendamenti dell'SO. Includere compost, letame animale, concime verde e altri fertilizzanti organici
 - Terrazzamento. Molto importante su terreni ripidi





Riferimenti

- Estensione MSU. "Gestione avanzata della materia organica del suolo (E3137)." Accesso effettuato il 22 agosto 2021. https://www.canr.msu.edu/resources/advanced_soil_organic_matter_management.
- "Ag United :: Dizionario rurale: colture di copertura". Accesso effettuato il 15 agosto 2021. <https://agunited.org/news-and-events/rural-dictionary-cover-crops/>.
- Arrobas, Margarida e M. Ângelo Rodrigues. "Diagnosi delle colture da frutto e gestione dei vincoli di nutrienti". In *Frutticoltura*, 279–95, 2020.
- Bot, Alexandra e José Benites. *L'importanza della materia organica del suolo: chiave per un suolo resistente alla siccità e una produzione alimentare sostenuta*. FAO Soils Bulletin 80. Roma: Organizzazione delle Nazioni Unite per l'Alimentazione e l'Agricoltura, 2005.
- "Bot e Benites - 2005 - L'importanza della materia organica del suolo chiave per Drou.Pdf." Consultato il 5 settembre 2021. <http://www.fao.org/3/a0100e/a0100e.pdf>.
- Mazzo, Roland. "Overstory # 29 - Concimi verdi tropicali / colture di copertura". <https://agroforestry.org/the-overstory/236-overstory-29-tropical-green-manurescover-crops>, 1999. [https://agroforestry.org/the-overstory/236-overstory-29-tropical-green-concimi di copertura](https://agroforestry.org/the-overstory/236-overstory-29-tropical-green-concimi-di-copertura).
- "Ca2947it.Pdf." Consultato il 23 agosto 2021. <http://www.fao.org/3/CA2947EN/ca2947en.pdf>.
- "Ritaglio di copertura". In *Wikipedia*, 1 agosto 2021. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Cover_crop&oldid=1036557535.





Riferimenti

- Crothers, Laura. "Banca dati delle colture di copertura". Programma di ricerca e istruzione sull'agricoltura sostenibile, 16 febbraio 2021. <https://sarep.ucdavis.edu/covercrop>.
- "Eip-Agri_fg_soil_organic_matter_final_report_2015_en_0.Pdf." Consultato il 23 agosto 2021. https://ec.europa.eu/eip/agriculture/sites/default/files/eip-agri_fg_soil_organic_matter_final_report_2015_en_0.pdf
-
- Espinoza, Leo, Rick Norman, Nathan Slaton e Mike Daniels. "Il ciclo dell'azoto e del fosforo nei suoli", nd, 4.
- "Funzione della materia organica nel suolo". Accesso effettuato il 4 settembre 2021. <http://karnet.up.wroc.pl/~weber/rola2.htm>.
- Graham, Peter H. e Carroll P. Vance. "Legumi: importanza e vincoli per un maggiore utilizzo". *Fisiologia vegetale* 131, n. 3 (1 marzo 2003): 872–77. <https://doi.org/10.1104/pp.017004>.
- Grant, Joseph, Kathy Kelley Anderson, Terry Prichard, Janine Hasey, Roert L Bugg, Fred Thomas e Tom Johnson. "Colture di copertura per frutteti di noci". 21627, Università della California-Agricoltura e risorse naturali, nd, 20.
- "GreenMan.Pdf", nd
- Hall, Hollie, Yuncong Li, Nicholas Comerford, Enrique Arévalo Gardini, Luis Zuniga Cernades, Virupax Baligar e Hugh Popenoe. "Le colture di copertura alterano le frazioni del suolo di fosforo e l'accumulo di materia organica in un sistema agroforestale di cacao peruviano".





Riferimenti

- *Sistemi Agroforestali* 80, n. 3 (novembre 2010): 447–55. <https://doi.org/10.1007/s10457-010-9333-8>.
- Hinsinger, Filippo. "Discussion Paper: Soil Organic Matter Content in Mediterranean Regions", 2014, 13.
- Lehmann, J., e G. Schroth. "Lisciviazione di nutrienti". In *Trees, Crops and Soil Fertility: Concepts and Research Methods*, a cura di G. Schroth e FL Sinclair, 151–66. Wallingford: CABI, 2002. <https://doi.org/10.1079/9780851995939.0151>.
- Enciclopedia Britannica. "Fissazione dell'azoto | Definizione, processo, esempi, tipi e fatti. Consultato il 22 agosto 2021. <https://www.britannica.com/science/nitrogen-fixation>.
- "Nodulazione nei legumi | ANU Research School of Biology. L'università nazionale australiana. Accesso effettuato il 25 agosto 2021. <https://biology.anu.edu.au/news-events/news/nodulation-legumes>.
- Sistema di estensione cooperativa dell'Alabama. "Nozioni di base sul fosforo: comprensione delle forme del fosforo e del loro ciclo nel suolo". Accesso effettuato il 27 agosto 2021. <https://www.aces.edu/blog/topics/crop-production/understanding-phosphorus-forms-and-their-cycling-in-the-soil/>.
- Pommeresche, Reidun. "Esaminare l'attività dei noduli radicali sui legumi", nd, 4.
- Shah, Syed, Sarah Hookway, Harriet Pullen, Timothy Clarke, Sarah Wilkinson, Victoria Reeve e John Mark Fletcher. "Il ruolo delle colture di copertura nella riduzione della lisciviazione dei nitrati e nell'aumento della materia organica del suolo", nd, 11. *Corso co-finanziato dall'UE nell'ambito del programma ENI CBC Med e sviluppato nell'ambito del progetto LIVINGAGRO attività 3.1.8*





Riferimenti

- "SL273/MG454: Suoli e fertilizzanti per maestri giardinieri: materia organica del suolo e emendamenti organici". Accesso effettuato il 21 agosto 2021. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/MG454>.
- "Inizio - Identificazione delle infestanti". Accesso effettuato il 23 agosto 2021. <https://weedid.cals.vt.edu/>.
- "L'importanza della materia organica del suolo". Consultato il 23 agosto 2021. <http://www.fao.org/3/a0100e/a0100e04.htm>.
- Thelen, KD, BE Fronning, A. Kravchenko, DH Min e GP Robertson. "L'integrazione del letame di bestiame con un sistema di coltivazione bioenergetica di mais e soia migliora i tassi di sequestro del carbonio a breve termine e il potenziale netto di riscaldamento globale". *Biomasse e Bioenergia* 34, n. 7 (luglio 2010): 960–66. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.02.004>.
- "L'integrazione del letame di bestiame con un sistema di coltivazione bioenergetica di mais e soia migliora i tassi di sequestro del carbonio a breve termine e il potenziale netto di riscaldamento globale". *Biomasse e Bioenergia* 34, n. 7 (luglio 2010): 960–66. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.02.004>.
- Thromas, Marie, Pierre Bompard e Simon Giuliano. "CONCIME VERDE". <https://dicoagroecologie.fr/>, 2019. <https://dicoagroecologie.fr/en/encyclopedia/green-manure/>.
- Wszelaki, Annette e Sarah Broughton. "Coltivazioni di copertura e concimi verdi", nd, 4.
- Nd <https://sarep.ucdavis.edu/sustainable-ag/cover-crops>.





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.

