



Realizzazione Progetto Grafico: DAidea di Mafucci Antonella



REGIONE BASILICATA



Basilicata 2007|2013



Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale:
l'Europa investe nelle zone rurali



MINISTERO POLITICHE AGRICOLE
ALIMENTARI E FORESTALI



L' AGRICOLTURA CONSERVATIVA

L' AGRICOLTURA CONSERVATIVA

a cura di

Michele Rinaldi e Antonio Troccoli

L'Agricoltura Conservativa ha lo scopo di conservare, migliorare e rendere più efficiente l'uso delle risorse naturali attraverso una gestione integrata del suolo, dell'acqua e delle risorse biologiche congiuntamente agli input esterni. Essa contribuisce alla conservazione dell'ambiente nonché al sostegno e al miglioramento della produzione agricola. Può essere indicata anche come un modo efficace ed efficiente di uso delle risorse in agricoltura.

PROGRAMMA DI SVILUPPO RURALE DELLA
REGIONE BASILICATA 2007-2013
MISURA 124 Progetto "Approcci innovativi per il miglioramento
delle performances ambientali e
produttive dei sistemi cerealicoli no-Tillage (BIO-TILLAGE)"
CUP C32I14000080006



L' AGRICOLTURA CONSERVATIVA

a cura di
Michele Rinaldi
e Antonio Troccoli

INDICE

Presentazione	5
Diffusione	7
Definizione e caratteristiche dell'Agricoltura Conservativa	9
- FAQ	14
Vantaggi e svantaggi	21
- FAQ	23
Tecnica agronomica dell'Agricoltura Conservativa su frumento duro	29
I risultati della ricerca	33
Macchine per la semina diretta	49
Il Progetto Bio-Tillage	55
Bibliografia	61

PRESENTAZIONE

Questa pubblicazione è frutto dell'attività di divulgazione prevista nel progetto "Approcci innovativi per il miglioramento delle performances ambientali e produttive dei sistemi cerealicoli no-Tillage" (BIO-TILLAGE), finanziato nell'ambito del Programma di Sviluppo Rurale della Regione Basilicata 2007 – 2013, MISURA 124.

In questo progetto si è cercato di diffondere alcune informazioni utili per l'adozione delle tecniche di Agricoltura Conservativa nella Regione Basilicata e di divulgare dei primi risultati anche su nuove colture come la chia e la quinoa, quali possibili alternative ai cereali.

L'Agricoltura Conservativa rappresenta un modo di fare agricoltura relativamente nuovo, che in molti ambienti può contribuire a dare una redditività maggiore agli agricoltori, una sostenibilità delle produzioni e dei benefici ambientali e sociali.

L'orografia della Regione Basilicata, con i problemi di erosione che caratterizzano molte aree, si presta bene ad una diffusione dell'Agricoltura Conservativa, anche se sono necessari successivi approfondimenti tecnici ed economici. Infine, andrebbe sicuramente in-

centivato il rinnovo del parco macchine, come per esempio l'acquisto di seminatrici specifiche per la semina su sodo.

In questo volume divulgativo sono descritte le principali caratteristiche dell'Agricoltura Conservativa, tratteggiandone gli aspetti positivi, ma non trascurando di evidenziare le principali problematiche per una sua corretta adozione.

Linee di indirizzo da parte dei decisori e un sostegno economico per favorire una diffusione dell'Agricoltura Conservativa sono sicuramente auspicabili per superare il gap dovuto al leggero calo produttivo che potrebbe verificarsi, in base alle condizioni di partenza del terreno, nei primi anni di transizione dall'Agricoltura Convenzionale a quella Conservativa.

Questo manuale si prefigge di fornire informazioni pratiche agli imprenditori agricoli, ai tecnici e ai decisori per consentire di ottenere i massimi benefici agronomici, ambientali ed economici dall'applicazione delle pratiche di Agricoltura Conservativa in Basilicata.

DIFFUSIONE

La diffusione dell'Agricoltura Conservativa (AC) nel mondo è di oltre 157 milioni di ettari ed è prevalente in America (del Sud e del Nord) e Australia.

Il Censimento dell'Agricoltura condotto in Italia nel 2010 evidenziava che l'AC era adottata da oltre 52.000 aziende per un totale di 180.000 ettari sottoposti a regime conservativo. Secondo le stime aggiornate dalla FAO (2015), attualmente in Italia gli ettari dell'AC sono più che raddoppiati (380.000 ettari) rappresentando nel contesto europeo il quarto paese, dopo Federazione Russa, Spagna ed Ucraina, con la più alta superficie (5,2%) investita ad AC.

SUPERFICIE DEL MONDO COLTIVATA AD AC (aggiornata al 2015)

Paese	Ettari	% del Totale
USA	35.613.000	22,7
Brasile	31.811.000	20,3
Argentina	29.181.000	18,6
Canada	18.313.000	11,7
Australia	17.695.000	11,3
Cina	6.670.000	4,2
Federazione Russa	4.500.000	2,9
Paraguay	3.000.000	1,9
Kazakistan	2.000.000	1,3
India	1.500.000	1,0
Uruguay	1.072.000	0,7
Spagna	792.000	0,5
Bolivia	706.000	0,4
Ucraina	700.000	0,4
Italia	380.000	0,2
Altri	3.058.058	1,9
Totale	156.991.058	

A livello nazionale, le regioni con le maggiori superfici interessate da questa tecnica sono Emilia Romagna, Umbria, Toscana, Lombardia e Marche.



DEFINIZIONE E CARATTERISTICHE DELL' AGRICOLTURA CONSERVATIVA

Per oltre 2000 anni gli agricoltori hanno ritenuto che fosse indispensabile arare la terra per ottenere un buon raccolto, associando la lavorazione del terreno con l'aumento della fertilità che può verificarsi nel breve periodo a causa della mineralizzazione della sostanza organica come conseguenza del rimescolamento ed arieggiamento del terreno. Ma più frequentemente il terreno viene arato, e più velocemente si perde la sostanza organica, cruciale per l'attività microbiologica che essa supporta. Non appena il contenuto in sostanza organica dei suoli scende, essi diventano compatti e meno porosi, perdono la loro capacità di assorbire e trattenere l'acqua - e questo ha due effetti negativi: da un lato, c'è meno acqua per sostenere la crescita delle colture e l'attività biologica che è così importante per la produttività, dall'altro, più acqua si accumula e si muove sulla superficie del terreno e maggiore è il rischio di inondazioni e di fenomeni erosivi. Pertanto, la riduzione di sostanza organica porta alla perdita di sostanze nutritive vegetali e ad un peggioramento della struttura del suolo e dell'ambiente edafico.

La meccanizzazione delle lavorazioni del suolo, permettendo profondità e velocità maggiori di lavoro e l'uso di alcuni strumenti, come aratri, erpici a dischi e motocoltivatori, hanno effetti particolarmente negativi sulla struttura del terreno. Arature profonde e successivi passaggi per la rottura delle zolle e/o interrimento dei residui colturali,



come quelli normalmente adottati nelle aree agricole italiane, possono comportare un aumento a breve termine sulla fertilità a causa del rilascio di elementi nutritivi e, al contrario, una riduzione della fertilità agronomica nel medio e lungo termine. Degrado strutturale, perdita di sostanza organica, erosione e riduzione della biodiversità, sono tutti aspetti favoriti dalle lavorazioni così definite convenzionali.

Un'inversione di questa tendenza si rende necessaria per restituire al suolo la sua funzione primaria,

ovvero quello di nutrire le piante in un ciclo di quasi “auto-sostentamento”. Infatti, le funzioni principali del suolo, quali quella nutritiva e serbatoio di acqua per le colture, viene demandato essenzialmente alla sostanza organica. Tale matrice attraverso processi di umificazione-mineralizzazione, consente di fornire elementi nutritivi alle piante (in particolar modo azoto) e al contempo di trattenere maggiori quantità di acqua attraverso una migliore strutturazione degli aggregati. La progressiva distruzione della sostanza organica, dovuta non solo alle lavorazioni, ma anche alla non restituzione dei residui colturali sta creando problemi di fertilità e disponibilità idrica dei suoli. Questo si traduce in sempre più spinte lavorazioni del terreno, per permettere un migliore approfondimento delle radici, ed incrementi di concimazioni minerali (soprattutto di azoto), per massimizzare la produttività della coltura, che impattano definitivamente sui costi di produzione. Pertanto, l'agricoltore per sopperire a questi incrementi dei costi, tende paradossalmente ad aumentare ancora di più gli input agrotecnici per massimizzare la produttività della coltura e quindi il reddito. Si crea, in sostanza, un circolo vizioso che è necessario interrompere per vari motivi. Restituire al suolo la sua naturale funzione di sostentamento per le piante significa incrementare la sostanza organica, ridurre i costi per assicurare redditi adeguati anche

con produzioni non “esasperate” ed infine attribuire quella funzione ecologica dell'agricoltura di “carbon sequestration” o almeno “carbon-neutral”.

Ripristinare la condizione e funzione naturale di un suolo, che potremmo definire quasi primordiale, vuol dire tornare ad un sistema agricolo che sia parzialmente o totalmente auto-sostenibile. Questo significa ridurre al minimo le lavorazioni del terreno preparatorie alla semina o addirittura annullarle del tutto, così come limitare l'apporto di input agrotecnici.

L'Agricoltura Conservativa, definita anche “Agricoltura blu”, traduzione dall'inglese “Conservation Agriculture”, è chiaramente ispirata e basata su tali principi.

Infatti, i tre pilastri principali sono:

- **alterazione minima del suolo** (tramite la semina su sodo o la lavorazione ridotta del terreno);
- **copertura permanente del suolo** (colture di copertura, residui e pacciamatura vegetale);
- **associazioni e rotazioni colturali diversificate.**

L'alterazione minima del suolo, attraverso la riduzione progressiva delle lavorazioni fino ad arrivare alla “non lavorazione” del suolo ha come primo obiettivo quello di ripristinare la fertilità intrinseca del suolo. Infatti, limitando e annullando le lavorazioni si riduce la distruzione degli aggregati del suolo, preservando la matrice organica dall'esposizione diretta agli agenti atmosferici e, quindi, dai fenomeni

ossidativi che portano alla mineralizzazione della sostanza organica. Questo fenomeno è ancor più deleterio con lavorazioni che espongono la sostanza organica del suolo ai raggi diretti (vedi aratura con ribaltamento della zolla).

Inoltre, riducendo le lavorazioni si riduce al minimo il disturbo sulla microfauna tellurica, la cui attività biologica ha un effetto estremamente positivo sulla strutturazione di composti umici complessi a partire da molecole semplici composte da carbonio e azoto presenti

nei residui colturali.

La copertura del suolo riveste effetti positivi su diverse componenti. In primo luogo, i residui colturali rappresentano la matrice di partenza su cui i processi biologici costituiranno la sostanza organica del suolo. Inoltre, il loro effetto pacciamante riduce i processi di evaporazione di acqua del suolo, incrementando la riserva idrica naturale del suolo stesso. L'effetto protettivo dei residui è evidente nel caso di piogge battenti sul suolo, evitandone i fenomeni di com-



pattazione soprattutto in terreni argillosi e ruscellamento in terreni in pendenza migliorando nello stesso tempo anche l'infiltrazione dell'acqua piovana. Inoltre, i residui rappresentano uno stock di carbonio sottratto all'atmosfera, con effetti mitiganti sulle emissioni di gas serra. Ma affinché tale sottrazione abbia l'effetto positivo di carbon-sequestration/neutral del sistema coltu-

rale è necessario che il carbonio venga "sequestrato" nel suolo. La rimozione dei residui attraverso, ad esempio, la bruciatura elimina di fatto l'effetto di sottrazione del carbonio da parte di tale matrice. In sostituzione dei residui colturali, asportati per diverse ragioni (vedi lettiera per animali) allora è possibile affidare il compito della copertura vegetale del suolo alle

cosiddette “cover crop” che possono essere permanenti o limitate al periodo di non presenza della coltura principale. Comunque le cover crop possono essere coltivate in consociazione alla coltura principale per coprire le interfile scoperte dalle piante coltivate.

Le rotazioni colturali attraverso l'avvicendamento di specie diverse, ampliando il numero delle specie coltivate ed evitando il frequente ripetersi delle stesse colture sui terreni, ha molteplici obiettivi. Innanzitutto, aumenta il tempo in cui il suolo rimane coperto, proteggendolo dall'azione degli agenti atmosferici nei confronti di ruscellamento, compattazione e lisciviazione di nitrati, ma anche aumenta il carbon stock e la matrice organica del suolo, stimolando l'attività microbica del suolo. Fondamentale è, infine, la riduzione del fenomeno agronomico noto come “stanchezza del terreno” che si origina in seguito all'accumulo di patogeni specifici di una coltura, coltivata per un periodo prolungato di tempo, causando nel corso degli anni una progressiva riduzione della fertilità e del potenziale produttivo nel terreno.





FAQ

Frequently Asked Questions



Quali sono gli obiettivi dell'AC?

L'obiettivo principale è quello di promuovere la produzione agricola ottimizzando l'uso delle risorse e contribuendo a ridurre il degrado del terreno attraverso una gestione integrata del suolo, dell'acqua e delle risorse biologiche esistenti, in associazione con fattori di produzione esterni.

L'AC rappresenta un nuovo sistema di produzione agricola sostenibile basata sulla protezione dell'acqua e del suolo agrario attra-

verso un approccio integrato degli aspetti agronomici, ambientali ed economici. Essa contribuisce, quindi, alla conservazione dell'ambiente nonché al sostegno, in modo efficace ed efficiente, del miglioramento della produzione agricola .

L'AC prevede il mantenimento di una copertura organica del suolo permanente o semi-permanente. Questa può avvenire o usando una coltura o riutilizzando i residui vegetali. La sua funzione è quella di proteggere fisicamente il suolo dal sole, dalla pioggia battente e dal vento e di alimentare i microrganismi del suolo. L'azione di questi ultimi, infatti, supplisce alla mancanza di lavorazione del terreno e al bilanciamento dei nutrienti del suolo. La minima lavorazione e la semina diretta sono elementi importanti dell'AC. L'avvicendamento delle colture è altresì importante per evitare malattie e problemi di parassiti e infestanti.

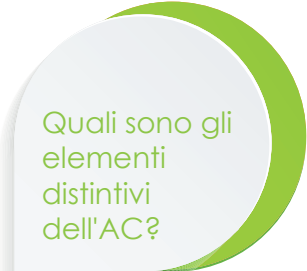
Invece di interrare la biomassa di colture da sovescio, colture di copertura o residui colturali, l'AC prevede che queste matrici vengano lasciate sulla superficie del suolo. La biomassa serve come pacciamatura o protezione fisica della superficie del suolo e come substrato per la fauna del suolo. In questo modo si riduce la mineralizzazione e si mantengono adeguati livelli di sostanza organica. L'Agricoltura conservativa rappresenta un nuovo sistema di produzione agricola sostenibile basata sulla protezione dell'acqua e del suolo agrario attraverso un approccio integrato degli



Quali sono le caratteristiche dell'AC?

aspetti agronomici, ambientali ed economici. Essa contribuisce, quindi, alla conservazione dell'ambiente nonché al sostegno, in modo efficace ed efficiente, del miglioramento della produzione agricola .

Non-lavorazione o semina diretta: la “non lavorazione” o “zero-tillage” è una componente tecnica utilizzata in AC, ma non tutti coloro che praticano la “non-lavorazione” adottano effettivamente l'AC. Infatti, l'AC non solo evita la lavorazione del suolo, collocando il seme nel terreno grazie a seminatrici dotate di organi di taglio, ma prevede anche la copertura del suolo attraverso residui colturali o cover crop.



Quali sono gli
elementi
distintivi
dell'AC?

Gestione dei residui: la presenza dei residui colturali e/o di cover crop è un carattere distintivo dell'AC. Residui post-raccolta di cereali, sfalcio di infestanti prima della fioritura o presenza di colture permanenti, assicurano una migliore infiltrazione e conservazione dell'acqua nel suolo, una protezione della sostanza organica nel suolo dall'azione ossidante dell'atmosfera e allo stesso tempo rappresentano uno stock di carbonio e di altre molecole trasformate successivamente in sostanza organica.

Rotazioni colturali: l'avvicinarsi di colture diverse è necessario in regime di AC per evitare l'aumento del carico di parassiti, erbe infestanti e malattie e per assicurare che gli apparati radicali possano esplorare il terreno a diverse profondità. Ciò permette anche un'estrazione più equilibrata dei nutrienti dal suolo.



Perché ridurre
o sospendere
l'agricoltura
convenzionale?

La natura ha sempre stabilito un equilibrio perfetto tra ciò che offre e ciò che riceve. Ma il passaggio da un'agricoltura estensiva ad una intensiva, quindi con la riduzione delle aree coltivabili, ha spinto l'uomo a cercare di massimizzare le produzioni, anziché ottimizzarle. Questo ha determinato un incremento di input agrotecnici che spesso sono andati oltre le esigenze della coltura, sbilanciando il sistema suolo-pianta-atmosfera.

Quindi i cicli colturali si sono ridotti, la presenza di vegetazione estranea alla coltivazione eliminata, le concimazioni minerali estremizzate per poter alimentare al massimo le colture. Tutto ciò ha, reso incapace il sistema agricolo di auto-sostentarsi determinando costi di produzione sempre più alti, incrementi dell'inquinamento ambientale con tutti i danni relativi (aumento di temperature ed estremizzazione delle piogge) e perdite della funzione biologica del suolo. Tornare gradualmente ad un'agricoltura meno intensiva consente di ripristinare le condi-

zioni ideali del suolo e le relative interazioni con le piante, permettendo una riduzione dei costi legati agli input agrotecnici, una riduzione degli impatti ambientali, e addirittura attribuire una funzione di mitigazione dei cambiamenti climatici all'agricoltura stessa. Tutto questo, garantendo allo stesso tempo anche produzioni soddisfacenti nelle prime fasi dell'AC che col tempo possono competere con quelle dell'agricoltura convenzionale, ma con i benefici dell'AC.



L'AC è
compatibile
con la
zootecnica?

La produzione animale può essere completamente integrata all'interno dell'AC, facendo uso del riciclo dei nutrienti. Anche nel settore zootecnico, si è passati da un allevamento di tipo "naturale" ad un sistema in cui il pascolo è stato sostituito dal punto di vista nutrizionale da mangimi a volte di dubbia salubrità (vedi morbo di mucca pazza) e la movimentazione all'aperto negli animali da una permanenza fissa nella stalla, con problematiche sulla salute

degli animali stessi, come facilità di diffusione di parassiti e malattie oltre che stress psico-fisico. L'applicazione dell'AC in un'azienda zootecnica, può favorire una riduzione di questa produzione zootecnica intensiva e concentrata, con ritorno al pascolo degli animali, garantendo quindi una copertura vegetale del suolo stesso pre e post-pascolo oltre ad una concimazione naturale dovuta alle deiezioni animali.

Nell'AC non è prevista la totale esclusione di input chimici, ma poiché essa stimola le attività biologiche intrinseche del suolo, può essere considerata come una fase preparatoria per la successiva conversione al regime puro di agricoltura biologica.

Nelle prime fasi di introduzione dell'AC gli input chimici, soprattutto erbicidi, hanno lo scopo fondamentale di favorire la transizione da agricoltura convenzionale a quella conservativa ma poi il loro utilizzo può essere ridotto gradualmente, fino ad annullarsi, ad equilibrio raggiunto. Anche i fertilizzanti sono applicati nei primi anni di AC, ma in maniera accurata il loro quantitativo può ridursi gradualmente man mano che il terreno si arricchisce di sostanza organica, aumentando così la dotazione di azoto endogeno che viene rinnovato continuamente grazie, ad esempio, alla mineralizzazione dei residui colturali. L'avvicendamento colturale è un aspetto importante nel ridurre il carico di infestanti.



L'AC è
compatibile
con
l'agricoltura
biologica?

Un aspetto innovativo è, invece, quello di usare la semina diretta in aziende che già operano in regime biologico: si stanno sperimentando macchine abbattitrici delle erbe infestanti (climber) da posizionare davanti alla trattrice, per permettere la semina diretta successiva, senza uso di diserbanti.

L'AC ripristina la "vitalità" del suolo. Ma per poter svolgere appieno questa funzione è necessario che il suolo abbia un minimo di condizione per poter far sviluppare la vita. Questo si riferisce ai nutrienti, pH, sostanza organica e umidità. Su terreni estremamente degradati alcune operazioni preliminari di miglioramento agronomico potrebbe essere necessarie, quali eliminazione dello strato compatto dovuto alle continue arature, l'uso di foraggio verde da sovescio e/o fertilizzanti per correggere carenze nutrizionali estreme. Quindi, il ripristino iniziale di condizioni favorevoli allo sviluppo della vita, permetterà in seguito all'AC il recupero totale di terreni altamente degradati. Un buon esempio sono le Cerrados brasiliane, che erano considerati terreni degradati inadatti all'agricoltura, ma che, grazie alle tecniche di AC, sono stati convertiti in zone altamente produttive.

L'AC può
recuperare
suoli
degradati?





L'AC è già
presente negli
attuali sistemi
agricoli?

In tutto il mondo, circa 157 milioni di ettari sono destinati all'AC, presenti per lo più in Nord e Sud America (120 milioni di ettari) e proprio in Sud America sta avendo una rapida espansione, per motivi ambientali ed economici. In questa area gli agricoltori che praticano l'AC sono rappresentati da organizzazioni a livello locale, regionale e nazionale e sono supportati da Istituzioni governative. Anche in Europa esiste un

istituto, la Federazione dell'Agricoltura Conservativa Europea (ECAFE) che riunisce le associazioni nazionali di AC del Regno Unito, Francia, Germania, Italia, Portogallo e Spagna.

Gli eventuali vantaggi e pericoli di organismi geneticamente modificati (OGM) sono un problema distinto, senza alcun rapporto diretto con l'AC. Alcune persone credono che l'AC dipenda dalle varietà resistenti agli erbicidi. Questo non è vero. Nella maggior parte dei casi in AC vengono utilizzate varietà di non resistenti agli erbicidi. Infatti, solo attraverso rotazioni colturali e coperture vegetali si riesce a contrastare la presenza delle infestanti resistenti agli erbicidi. Molti agricoltori li ritengono pertanto, superflui e anche potenzialmente pericolosi, in quanto l'uso di OGM potrebbe favorire il ricorso massiccio agli erbicidi, con conseguente danno alla vita del suolo e alla possibile creazione di infestanti resistenti agli stessi.



Qual è il ruolo
degli OGM
in AC?



VANTAGGI E SVANTAGGI

VANTAGGI

- aumento delle rese e della biodiversità, evidenti quando il sistema si stabilizza;
- miglioramento delle riserve di carbonio organico, dell'attività biologica e della struttura del suolo;
- minore perdita di suolo e di nutrienti, che, unitamente a una più rapida degradazione dei pesticidi e a un maggior adsorbimento (determinato da un aumento del contenuto di sostanza organica e dell'attività biologica), comporta a sua volta un miglioramento della qualità dell'acqua di falda;
- riduzione delle emissioni di anidride carbonica a seguito del ridotto utilizzo di macchine e del maggiore accumulo di carbonio organico;
- maggiore resistenza alla siccità, grazie ad una migliore infiltrazione e ritenzione idrica e minori perdite di acqua per lisciviazione, evaporazione, per cui c'è un risparmio idrico per l'agricoltore;
- non si verificano problemi di aflatossine, virus, a causa dei resi-

dui colturali lasciati sul terreno, in quanto la rotazione delle colture non permette il loro sviluppo;

- eliminazione dei problemi di "crosta" a causa della pioggia battente subito dopo la semina;
- diminuzione dei costi di manodopera e di energia relativi alle operazioni di preparazione e sarchiatura dei terreni: si può avere una riduzione dei costi di lavorazione fino al 70% .

SVANTAGGI

Fino a quando il sistema conservativo non raggiunge l'equilibrio, nei primi anni (3-5) di transizione, in funzione delle condizioni di partenza del terreno, si potrebbe assistere ad eventuali riduzione delle rese.

Altri aspetti da tenere in considerazione potrebbero essere i seguenti:

- qualora le rotazioni e/o le varietà colturali e la copertura del suolo non raggiungessero livelli ottimali, potrebbe essere necessario ricorrere ad una maggiore quantità di sostanze chimiche per controllare le erbe infestanti e i parassiti;
- nel periodo di transizione potrebbero aumentare le emissioni di protossido di azoto (N_2O), gas a forte caratterizzazione effetto serra;

- gli agricoltori devono effettuare un investimento iniziale in macchine specifiche per l'AC (vedi la seminatrice da sodo);

- gli agricoltori devono ricevere una formazione tecnica adeguata e devono avere accesso a servizi di consulenza agronomica specializzati. Rispetto all'agricoltura tradizionale, è necessario un radicale cambio di impostazione.



FAQ

Frequently Asked Questions

Quali sono i
pregiudizi
più comuni?

“E’ solo per ampie aziende meccanizzate” – Oggi sono disponibili tecnologie ampiamente usate nell’AC; anche nelle piccole aziende, addirittura nei Paesi in via di sviluppo con sistemi a trazione animale o strumenti a mano.

“Le malattie parassitarie aumentano a causa dei residui lasciati in campo” – Questo dipende largamente dall’applicazione delle giuste rotazioni. Alla stessa maniera del convenzionale, la

monosuccessione colturale è applicabile ma non è raccomandabile in quanto può creare problemi fitosanitari.

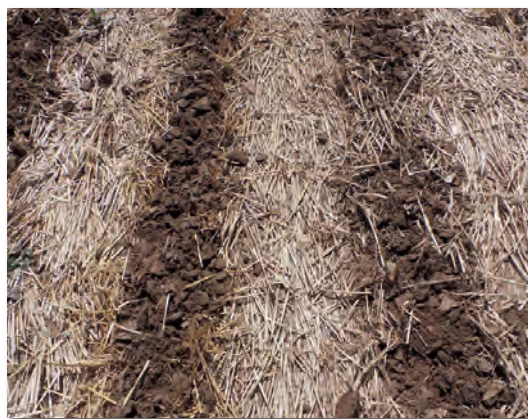
“Va bene solo per le colture da granella” – L’AC è stata adottata anche per le colture a radici e ortaggi. Quindi barbabietola da zucchero e patate possono essere adattate all’AC come anche colture perenni, quali colture da frutto e vite (inerbimento controllato).

“Va bene solo in specifiche aree climatiche e suoli” – L’AC è praticata in diverse zone agro-ecologiche, dagli umidi tropici fino ai climi caldo-temperati e su tutte le tipologie di suolo. Finora, le uniche aree dove l’AC stenta a decollare sono quelle estremamente siccitose e a bassa produzione di biomassa.



Solo in rare condizioni climatiche il suolo riesce a mantenere la struttura così com'è. Nei sistemi di non lavorazione, gli organismi presenti nel suolo riescono a mantenere un'adeguata strutturazione del suolo simile a quella ottenuta con le lavorazioni meccaniche. Gli organismi sono in questo caso rappresentati da lombrichi, insetti, batteri, funghi e radici delle piante e, pertanto, vanno nutriti e protetti attraverso l'aumento della sostanza organica e la copertura del suolo. Inoltre, la copertura del suolo assicura una protezione importante contro i fenomeni erosivi dovuti agli agenti atmosferici, quali vento e pioggia.

Possiamo
adottare
l'AC senza
copertura
del suolo?



Possiamo
adottare
l'AC senza
rotazione?

L'AC senza rotazioni può essere possibile, ma è davvero difficile, specialmente se l'uso dei pesticidi è ridotto al minimo. Qualsiasi coltura se coltivata ripetutamente nello stesso campo, può accumulare parassiti ed essere nel tempo soggetta più frequentemente a malattie e a fenomeni di stanchezza nel terreno.

Nell'AC i residui rimangono in superficie, quindi né bruciati, né interrati, e la catena infettiva tra

due colture simili potrebbe non essere interrotta adeguatamente. Inoltre, differenti colture, hanno diversi sistemi radicali ed esplorano diversi orizzonti del suolo ed hanno diverse richieste nutritive. Quindi, le rotazioni con differenti colture, non solo diversificano la produzione ma hanno anche effetti sinergici sul controllo delle malattie, disponibilità di nutrienti ed ambiente radicale.



Dalle esperienze riportate in letteratura, i terreni di medio impasto, franco-limosi e franco-argillosi sembrano le tipologie di suolo che meglio si prestano a tecniche di AC. In terreni troppo sciolti, dove il contenuto in sostanza organica tende a mantenersi su valori bassi e le stesse lavorazioni profonde non sono spesso effettuate, i vantaggi sono scarsamente osservabili. Anche i terreni molto argillosi, in combinazione con climi piovosi, dove è frequente il compattamento dovuto ai passaggi di macchine per la raccolta o di altre operazioni colturali, sono poco adatti alle tecniche di AC se non si adottano nell'azienda aree a traffico controllato.

Quali terreni
si prestano
meglio
all'AC?

Quali sono
le culture più
indicate
per l'AC?

La maggior parte delle aziende che nel mondo applicano l'AC sono essenzialmente cerealicole (frumento, orzo, avena), ma si sono osservati buoni risultati anche su leguminose da granello (favino, cece, pisello). Per quanto riguarda le colture a ciclo primaverile estivo, l'AC viene applicata anche su colture foraggere come mais e sorgo da insilato. In generale, tutte quelle colture che non richiedono lavorazioni interfilari (sarchiature, rincalzature) possono essere seminate con seminatrici su sodo e coltivate seguendo le linee guida dell'AC.



Non c'è una risposta semplice a questa domanda; dipende da circostanze specifiche. In molti casi il sistema e i suoi vantaggi non sono ben conosciuti e la cultura della lavorazione del terreno, in particolare dell'aratura, è così profondamente radicata che le persone hanno difficoltà a prendere seriamente in considerazione l'AC finché non diventano evidenti gli elementi di successo.

La pressione ambientale non è ancora abbastanza alta sugli agricoltori per spingerli a riconsiderare i loro sistemi di produzione; le politiche agricole nazionali e regionali spesso non incentivano sufficientemente talune pratiche necessarie in AC, come la rotazione delle colture.

Perché l'AC
non è
ampiamente
riconosciuta e
applicata?

Inoltre, vi è anche una certa resistenza all'AC da parte di gruppi con differenti interessi, ad esempio i settori meccanici e petroliferi che potrebbero vedere ridotti i loro utili da una massiccia adozione dell'AC.



TECNICA AGRONOMICA DELL' AC SU FRUMENTO DURO

Lavori Preparatori

Al 1° anno: effettuare una scarificazione a 35-40 cm per rompere la suola di lavorazione e iniziare la fase di transizione da agricoltura convenzionale ad agricoltura conservativa. In terreni con presenza di scheletro sarebbe opportuno togliere le pietre che affiorano in superficie. In tutti gli anni: diserbo chimico pre-semina a base di erbicidi "seccatutto" (con dosi in funzione del carico, dello sviluppo e della tipologia di erbe infestanti). Nella fase a regime si potrebbe anche optare per il controllo meccanico delle infestanti mediante l'uso di rulli abbattitori o, nel caso di aziende zootecniche, al pascolamento di ovini (assolutamente con terreno asciutto).

Epoca di Semina

Poiché il sodo mantiene più umidità la temperatura del terreno è normalmente di qualche grado più bassa. Pertanto, è consigliabile anticipare la semina di 10-15 giorni rispetto alla normale epoca di semina adottata su terreno lavorato.

Varietà

In generale non ci sono grosse differenze tra le varietà di frumento duro coltivate, ma sarebbe opportuno orientarsi verso quelle dotate di alta energia germinativa del seme e di un apparato radicale a rapido sviluppo e buon accestimento.

Dose di Seme

Incrementare del 10-15% la quantità di semente calcolata, in base alla germinabilità e al peso del seme, per sopperire ad una quota di seme che potrebbe essere non perfettamente interrata.

È estremamente consigliato l'uso di semente concia.

Fertilizzazione

Data la presenza di residui colturali lasciati in superficie a copertura del suolo e all'elevata attività dei microrganismi terricoli nello strato superficiale del suolo, è indispensabile fornire un'adeguata dotazione di azoto e anche di fosforo, specialmente nella fase di conversione a sodo e fino a quando lo stesso non arriva a regime. Se le condizioni ordinarie dell'ambiente di coltivazione lo permettono, l'azoto può essere applicato in un'unica soluzione nella fase di accestimento del frumento o altrimenti applicare il quantitativo totale di azoto in due momenti: 1/3 alla semina (meglio se azotati a lenta cessione o con azoto stabilizzato) e la restante parte in copertura (accestimento). Quantità e formulati sono in funzione delle caratteristiche del suolo, del carico di residui e delle produzioni attese.

Raccolta e gestione dei residui

Si suggerisce l'uso di mietitrebbiatrici dotate di trincia-spargipaglia che distribuiscono uniformemente i residui pagliosi. In alternativa, disperdere l'andana di paglia e procedere con una trinciapaglia subito dopo la raccolta. Se la stagione estiva decorre particolarmente piovosa tale da favorire l'emergenza delle infestanti sarebbe opportuno eseguire 1-2 trinciature per contenere lo sviluppo delle malerbe.





I RISULTATI DELLA RICERCA

Per quanto oggi possa sembrare innovativa, l'Agricoltura Conservativa ha avuto le sue origini negli anni '30, e precisamente negli Stati Uniti, per contrastare l'emergenza della massiccia erosione eolica determinata dal dissodamento delle praterie e dalle continue lavorazioni del terreno.

In ogni modo, è solo a partire dagli anni '80 che si assiste ad una progressiva estensione della tecnica su territori più ampi e ciò anche grazie all'innovazione tecnologica della meccanica, chimica e genetica, ma anche ad un insieme di congiunture agronomiche, ambientali ed economiche che hanno stimolato la sensibilità degli imprenditori agricoli più attenti.

In effetti, le due principali cause che hanno impedito la crescita di questa tecnica sono da ricercare nell'assenza di strumenti in grado di contrastare in modo efficace le infestanti e nella disponibilità limitata di macchine agricole (seminatrici) – in presenza di una consistente quota di residui colturali - in grado di incidere il terreno non lavorato, di depositare il seme con regolarità e alla giusta profondità e di ricoprirlo convenientemente, fornendo rese comparabili a quelle ottenute

con la lavorazione convenzionale. Perché ciò avvenga, occorrono almeno 3-5 anni affinché un sistema di agricoltura conservativa giunga al nuovo equilibrio agro-ecologico ed è durante questa transizione che si potrebbero registrare anche – se non sempre – riduzioni delle rese.

Tralasciando per un momento il semplice e matematico maggiore ritorno economico che l'AC genera in seguito alla riduzione dei costi energetici (assenza dell'aratura e dei lavori complementari di affinamento del terreno), il principale disincentivo per l'agricoltore nell'adottare l'AC potrebbe trovarsi sia nel tempo di transizione medio-lungo necessario perché il sistema raggiunga un nuovo equilibrio agro-ecologico, sia nelle eventuali perdite produttive durante tale periodo.

Nelle figure che seguono si riportano i dati relativi ai **costi variabili** e all'andamento delle **rese di granella** provenienti da una prova di lungo termine in frumento duro in atto a Foggia dal 1995 sul confronto tra la semina convenzionale e la semina su sodo.

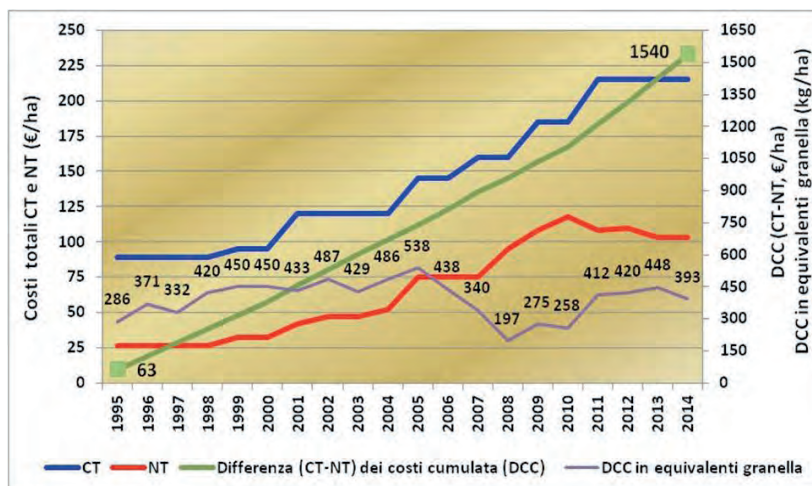


Figura A – Andamento dei costi variabili per la tecnica di semina convenzionale (CT) (aratura 35-40 cm, 2 ripassi con erpice a dischi e semina), per la semina su sodo (NT) (trattamento erbicida totale, semina con seminatrice da sodo) e differenza cumulata dei costi (DCC) tra CT e NT e DCC convertito in equivalenti granella. I costi si riferiscono alle operazioni culturali in cui le due modalità di semina si differenziano e sono basati sui prezzi medi praticati dai contoterzisti nel comprensorio agrario di Capitanata (Foggia).

Come si evince dalla **figura A**, nel corso di un ventennio l'analisi dei costi variabili evidenzia per entrambe le tecniche agronomiche un andamento dei valori sempre crescente. In ogni modo, il costo differenziale tra Convenzionale (CT) e sodo (NT) mostra un vantaggio per il sodo con un trend positivo che è passato da 63 €/ha all'inizio del programma a 112 €/ha alla fine dello stesso. Il risultato definitivo è che l'adozione del sodo ha comportato per l'azienda un risparmio economico cumulato al 2014 di € 1.540, equivalenti a 77 €/ha/anno. Ne discende che se per ogni anno si convertisse, in base al prezzo della granella di ogni annata, la differenza dei costi variabili risparmiati dovuti al sodo in chilogrammi equivalenti di granella, si avrebbe un incremento di granella che va

da 197 (2008) a 538 (2005) kg/ha, corrispondenti, in media, a 393 kg granella/ha/anno. In base alle precedenti considerazioni, è opportuno che prima di procedere ad un qualsiasi confronto tra le rese di CT e di NT e trarne delle conclusioni sarebbe necessario aggiungere la produzione di granella equivalente di ciascun anno alla produzione di NT e poi eseguire il confronto con la produzione ottenuta dalla tecnica convenzionale.

Nella **figura B** è riportato per lo stesso esperimento la risposta produttiva di CT e NT.

Come era da attendersi, la risposta produttiva in entrambi i modelli di gestione colturale è fortemente soggetta alla variabilità stagionale, mentre non c'è nessuna differenza statistica tra la resa media di granella ottenuta con la semina

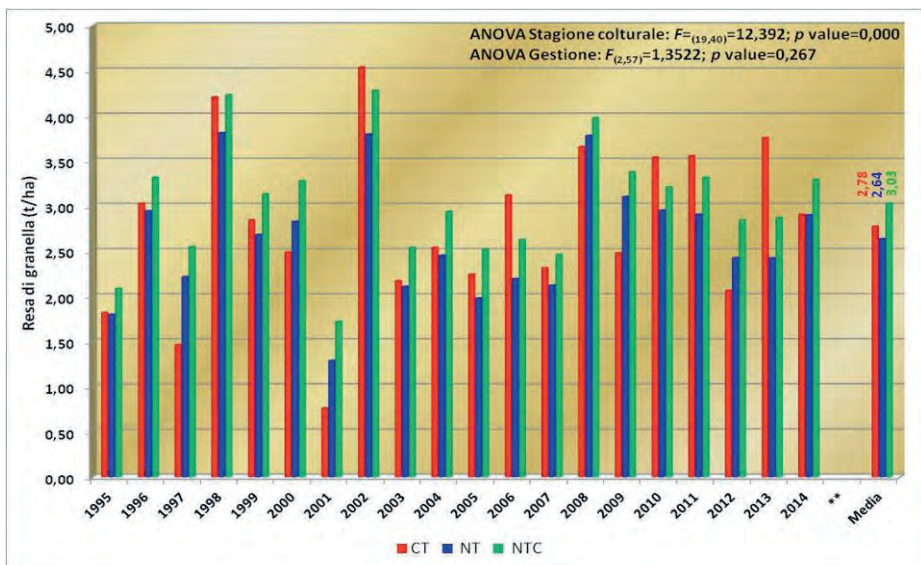


Figura B – Andamento delle rese di granella di una omosuccessione di frumento duro coltivato a Foggia nel periodo 1995-2014. CT=Semina Convenzionale, NT=Semina su Sodo; NTC=Semina su sodo con le rese di granella corrette aggiungendo per ciascun anno i chilogrammi di granella equivalente derivati dal risparmio economico dovuto all'adozione del sodo.

convenzionale (2,78 t/ha) e la semina su sodo (2,64 t/ha), sebbene si riscontra nel corso del ventennio di prova un calo medio della resa del 5% pari ad una perdita di 7 kg di granella/ha/anno nel sodo rispetto al lavorato.

La **figura C** mette in evidenza che se si considerano i valori di produzione reali di CT e NT la differenza di resa annuale tra i due sistemi mostra un comportamento abbastanza diverso nel primo e nel secondo decennio di prova: nel periodo dal 1995 al 2004 la linea delle Differenze di Resa (DR) cumulata (CT-NT) è nettamente a favore del sodo mentre nel periodo successivo (2005-2014) vi è un'inversione a favore di CT.

Lo scenario è completamente opposto se alla resa annuale di NT si aggiungono i chilogrammi equivalenti di granella provenienti dal risparmio economico dovuto all'adozione del sodo (NTC). In questo caso, la linea cumulata DRC (CT-NTC) è molto favorevole alla gestione sodo arrivando alla fine del periodo (2014) ad un guadagno di resa di 5063 kg/ha rispetto ai 2798 kg/ha ottenuti da CT considerando i valori reali di produzione.

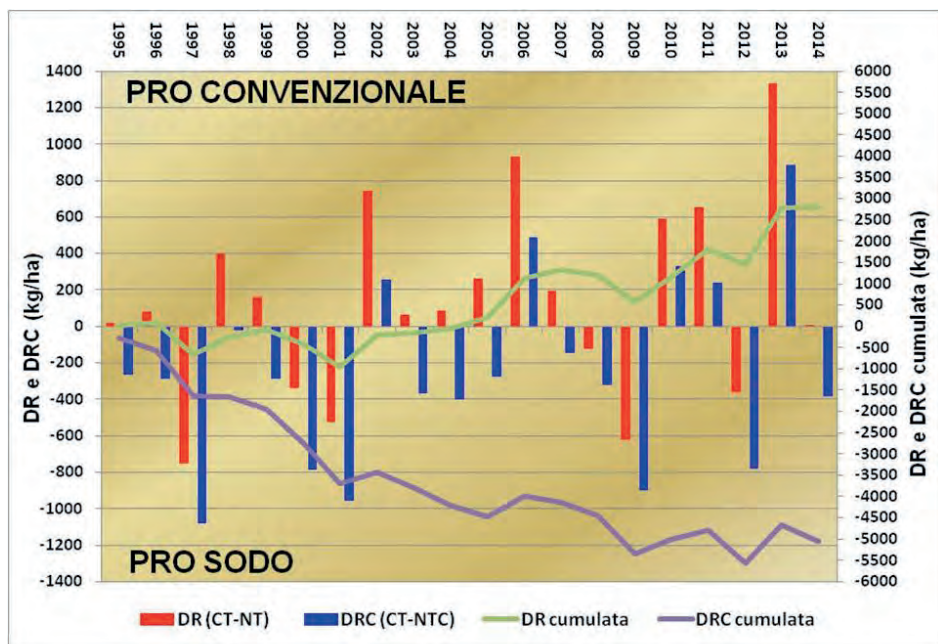


Figura C – Andamento delle Differenze di Resa (DR) tal quale e Corretta (DRC) tra semina convenzionale (CT) e semina su sodo (NT) tal quale e Corretta (NTC). DRC si riferisce alla resa di granella NT corretta aggiungendo per ciascun anno i chilogrammi di granella equivalente derivati dal risparmio economico dovuto all'adozione del sodo.

Altri dati a sostegno della tecnica conservativa provengono da una prova quadriennale condotta a Gaudio di Lavello (PZ) presso l'Azienda Agricola Sperimentale Dimostrativa dell'ALSIA – Regione Basilicata. Nella **figura D** si dimostra che i valori di resa variano nelle diverse annate agrarie, ma le medie della semina CT (2,82 t/ha) e di NT (2,97 t/ha) non sono statisticamente differenti, come per i dati ottenuti a Foggia. Inoltre, nei primi due anni di valutazione la resa di granella del sodo è stata leggermente superiore al lavorato mentre il confronto tra gli anni 2012 e 2013 mette in evidenza una gran-

de variabilità di comportamento produttivo dovuto al particolare andamento climatico. Infatti, nel 2012 la resa di CT è stata superiore del 34% rispetto a quella di NT ma nel 2013, in corrispondenza di un andamento climatico particolarmente siccitoso (211 mm di pioggia durante tutto il ciclo colturale), NT ha fatto registrare il 42% di granella in più rispetto a CT.

Lo stesso risultato si è ottenuto nel 2013, sempre a Gaudio di Lavello, quando la semina convenzionale è stata confrontata rispetto al sodo eseguita con due tipi di seminatrici da sodo (a falcioni e a dischi) ed entrambi i sistemi rispet-

to a due livelli di azoto (100 e 130 kg/ha di azoto). La **figura E** mette in evidenza che la resa di granella è stata influenzata significativamente solo dall'effetto dovuto ai diversi tipi di semina ($F_{(2,12)}=22,63$; p value=0,000) ma non dal livello di azoto e dall'interazione semina x livello azoto. Il sistema di semina che ha registrato la più alta resa di granella è stata la semina su sodo con la seminatrice a dischi (3,90 t/ha) la quale ha prodotto il 56% e il 110% in più di granella rispetto al sodo con la seminatrice a falcioni (2,50 t/ha) e alla semina convenzionale a righe (1,50 t/ha). Queste ultime due tipologie di semina non sono risultate differenti dal punto di vista statistico, sebbene la semina su sodo con la seminatrice a fal-

cioni abbia prodotto il 35% in più di granella rispetto alla semina convenzionale.

Inoltre, l'effetto dell'azoto non è stato particolarmente evidente in quanto le 30 unità di azoto in più date alla coltura hanno incrementato solo del 4,5% la produzione che è passata da 2,69 a 2,81 t/ha, mentre l'incremento di resa più importante si è registrato solo nella semina convenzionale dove la resa di granella è incrementata del 16%, passando da 1,72 a 1,99 t/ha. Nella semina su sodo con la seminatrice a falcioni si è avuto con 130 kg/ha di azoto un leggero calo della produzione rispetto all'incremento di resa del 6% che si avuto, invece, nella semina su sodo con la seminatrice a dischi.

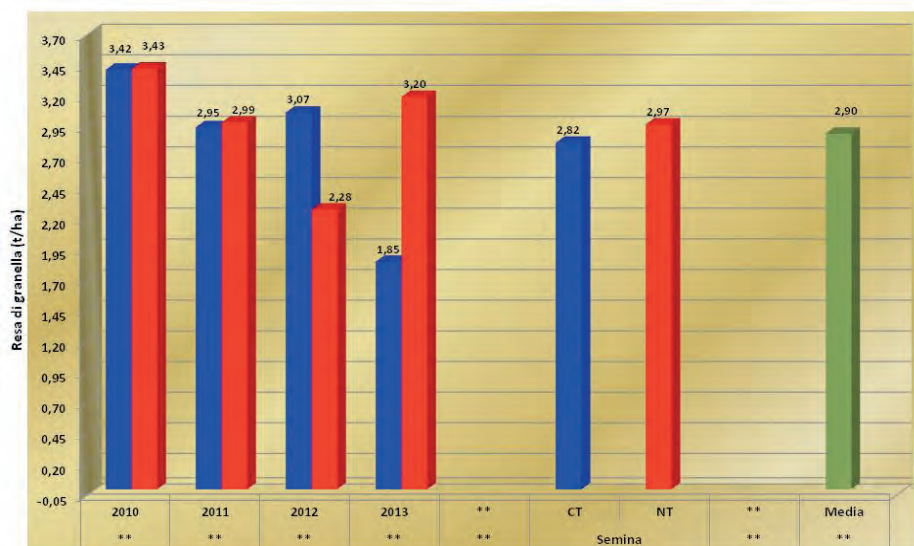


Figura D – Andamento della resa di granella relativa alla semina convenzionale (CT) e alla semina su sodo (NT) nel periodo 2010-2013 a Gaudio di Lavello (PZ) presso l'azienda sperimentale ALSIA – Regione Basilicata (dati gentilmente forniti dalla Dott.ssa Loredana Lanzellotti).

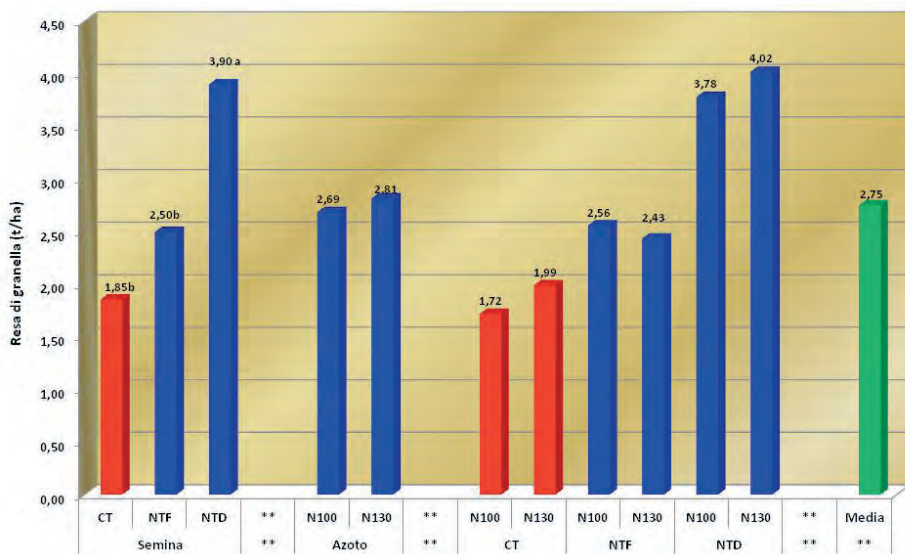


Figura E – Risposta del frumento duro a due livelli di azoto (100 e 130 kg/ha) applicati alla semina convenzionale (CT) e alla semina su sodo eseguita con due differenti seminatrici da sodo (a falcioni, NTF e a dischi, NTD) sulla resa di granella. Le medie seguite da lettere diverse sono statisticamente differenti in base al test della Minima Differenza Significativa (MDS, $P=5\%$). La prova è stata eseguita nella stagione agraria 2012/13 a Gaudio di Lavello (PZ) presso l'azienda sperimentale ALSIA – Regione Basilicata (dati gentilmente forniti dalla Dott.ssa Loredana Lanzellotti).

È indicato da più parti che la pratica della semina su sodo sia più adatta negli ambienti mediterranei dove è più facile avere periodi di siccità o di carenza idrica tale da rendere più difficile il completamento del ciclo colturale del frumento duro, specialmente nel periodo delicato del riempimento della granella. Al fine di supportare tale asserzione è necessario verificare se effettivamente un terreno gestito a sodo conservi più umidità di un terreno coltivato in maniera convenzionale.

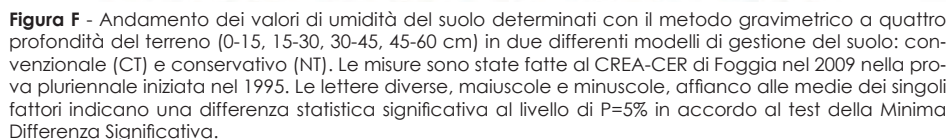
Nelle due figure che seguono si riportano i valori di **umidità del suolo** determinati a Foggia presso il CREA-CER in una prova pluriennale

partita nel 1995 (Figura F) e in una nuova prova allestita nel 2013 a partire da un terreno seminato a sodo dal 2006 (Figura G).

L'analisi statistica riportata nella **figura F** indica che tutti gli effetti - data di prelievo, gestione del suolo, profondità di campionamento e le relative interazioni, di cui si riporta la più importante - sono statisticamente significativi. In particolare, le date di prelievo mostrano una significativa differenza del contenuto di acqua del suolo che si riduce progressivamente, come era da attendersi, a partire dal primo prelievo del 23/4/2009 (16%, spigatura), per continuare con i due prelievi di maggio (6 e 20/5/2009,

Riguardo al contenuto di acqua ai differenti livelli di profondità del suolo si può subito verificare che il comportamento del sodo è completamente differente dal convenzionale. In generale, in ciascuna data di prelievo il contenuto d'umidità nel sodo tende a crescere quasi linearmente con la profondità ed è sempre superiore (mediamente dal 2 al 3%, confrontando l'interazione data x gestione del

suolo), ad eccezione della seconda data di prelievo (più alto dello 0,7%), rispetto al convenzionale che mostra valori mediamente più bassi e un andamento più variabile con la profondità. I dati fin qui esposti indicano che effettivamente il sodo conserva più umidità nel tempo e ai diversi livelli di profondità rispetto al convenzionale e questo si traduce, grazie al 3% di acqua in più nel suolo, in una ulteriore chance per la pianta di superare i periodi critici dovuti alla carenza idrica o siccità.



I dati sul contenuto di umidità del terreno dimostrano, quindi, che il terreno in regime di AC tende a conservare una maggiore quantità di acqua rispetto al terreno convenzionale e questo spiega le notevoli differenze produttive che si hanno nel sistema conservativo rispetto al convenzionale quando la stagione colturale decorre particolarmente siccitosa.

Un'altra caratteristica del suolo, associata alla capacità di ritenzione idrica, è il **contenuto di sostanza organica** (SO). Su questo aspetto la maggior parte degli studi concordano che il sistema conservativo, in virtù dell'assenza delle lavorazioni, della gestione dei residui colturali e dell'adozione delle cover crop per mantenere coperto il suolo e proteggerlo dall'erosione idrica ed eolica, fa accrescere nel tempo il contenuto di sostanza organica del terreno, specialmente nello strato superficiale (fino a 10 cm), con i benefici agronomici legati a questa componente del terreno tra cui, uno tra tutti, quello di aumentare la capacità di ritenzione idrica.

La **figura H** fotografa al 2008 la situazione del livello di SO nel primo campo sperimentale avviato nel 1995 dove il contenuto iniziale di SO era 2,38% nel profilo 0-40 cm. Salta subito agli occhi dell'osservatore che nel convenzionale nello spessore di terreno dove normalmente si esegue la lavorazione primaria (aratura) la distribuzione del contenuto di SO risulta essere

sufficientemente uniforme fino alla profondità di 40 cm, sebbene negli strati più superficiali (0-10 e 10-20 cm) il contenuto sia leggermente più basso, per poi diminuire ulteriormente nello spessore di 40-50 cm. Nel sodo la situazione, come era da attendersi, è completamente opposta in quanto vi è una graduale diminuzione della SO man mano che si scende in profondità nel suolo con una maggiore concentrazione di SO (2,55%) nello strato fino a 10 cm di profondità, pari all'8,1% in più di SO rispetto al convenzionale, per poi diminuire nei livelli successivi nella misura del 2, 8, 17 e 13% rispettivamente alle profondità di 10-20, 20-30, 30-40 e 40-50 cm. L'effetto caratterizzante del sodo è sicuramente l'elevata concentrazione di SO nel livello appena sotto superficiale del terreno (0-5 cm) in cui si riscontra un valore di 2,88% di SO, pari al 21% in più rispetto al valore iniziale di SO (1996). Riferito alla media del profilo 0-40 cm, il sistema convenzionale (2,38%) ha conservato il valore iniziale di SO mentre nel sodo (2,27%) si è assistito ad un calo del 5% di SO, sebbene fino allo spessore 0-20 cm del terreno il contenuto medio di SO nel sodo (2,44%) sia superiore al convenzionale (2,37%) e quasi simile al convenzionale fino a 30 cm di profondità (rispettivamente 2,36% e 2,38%). In sostanza, si può affermare che nel sodo il contenuto relativamente più elevato di SO nello strato attivo del terreno (circa 30 cm) ha un benefico effetto sulla

sua capacità di trattenere più acqua rispetto al sistema convenzionale, come dimostrato nelle figure F-G.

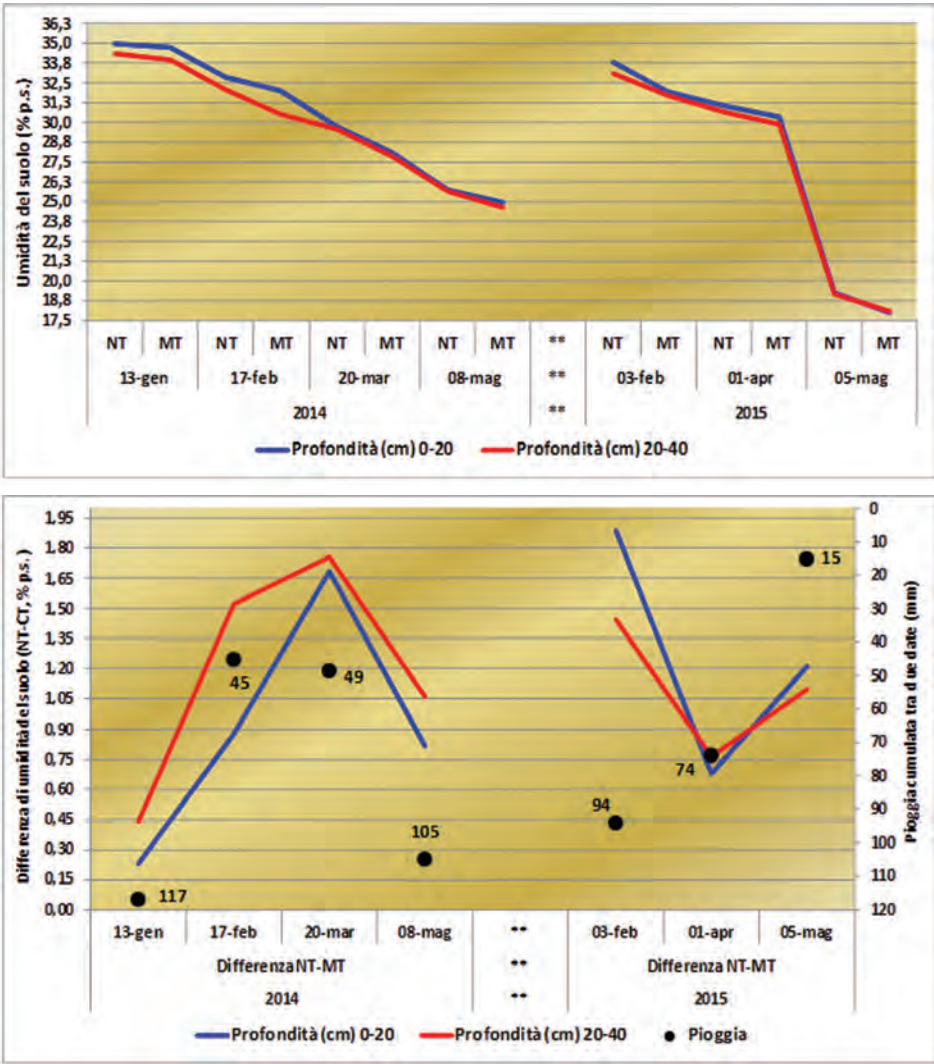


Figura G – Andamento dei valori di umidità (sopra) e delle differenze di umidità (sotto) del suolo determinati con il metodo gravimetrico a due profondità del terreno (0-20 cm e 20-40 cm) in due differenti modelli di gestione del suolo: convenzionale (minima lavorazione) e conservativo (sodo). Le misure sono state fatte al CRA-CER di Foggia nel biennio 2014-2015 in una nuova prova iniziata nel 2013 su un terreno a sodo dal 2005.

Un altro aspetto interessante da tenere in considerazione riguarda il comportamento fisico del terreno non lavorato in merito alla compattezza. In letteratura si riportano per il terreno non lavorato valori della **densità apparente** (rapporto tra il peso secco del terreno nell'unità di volume, compresi gli spazi vuoti) che sono nettamente superiori rispetto al terreno lavorato. Quindi, il sodo avendo valori di densità più elevati dovrebbe essere più compatto, meno poroso, di scarsa stabilità strutturale e tendente a formare la crosta superficiale. Tutto ciò condurrebbe il terreno ad avere una minore capacità d'infiltrazione all'acqua

e una ridotta aerazione con ripercussioni negative sulla germinazione e sulla capacità di radicazione della pianta. In prima analisi risulta evidente che un terreno che viene lavorato (si pensi alla preparazione del letto di semina per il frumento duro) dovrebbe avere una densità apparente iniziale sicuramente più bassa, dovuto alla formazione di macrostrutture, rispetto ad un terreno sodo indisturbato. L'aspetto non ancora completamente indagato è capire se questi valori bassi di densità permangono nel tempo, durante la stagione colturale e negli anni.

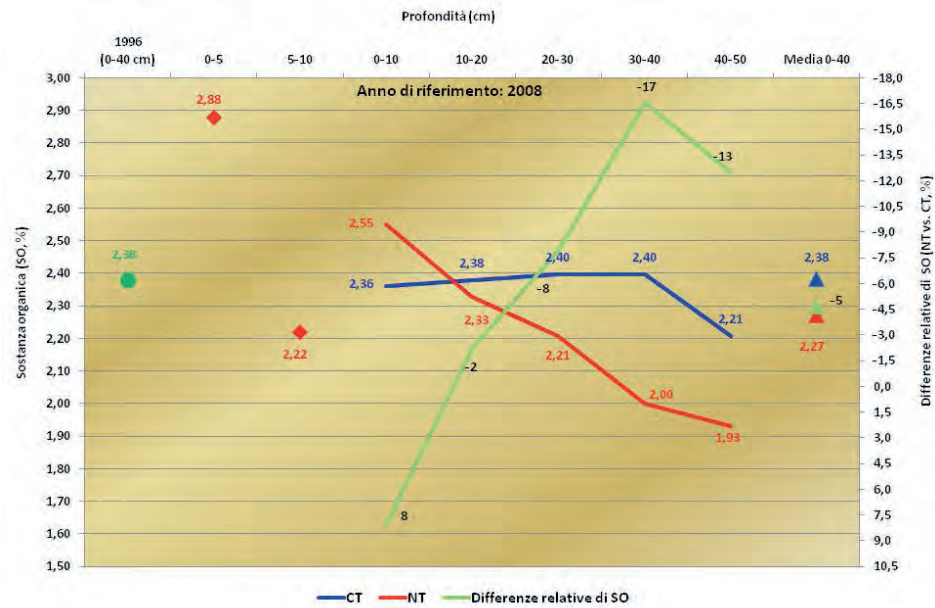
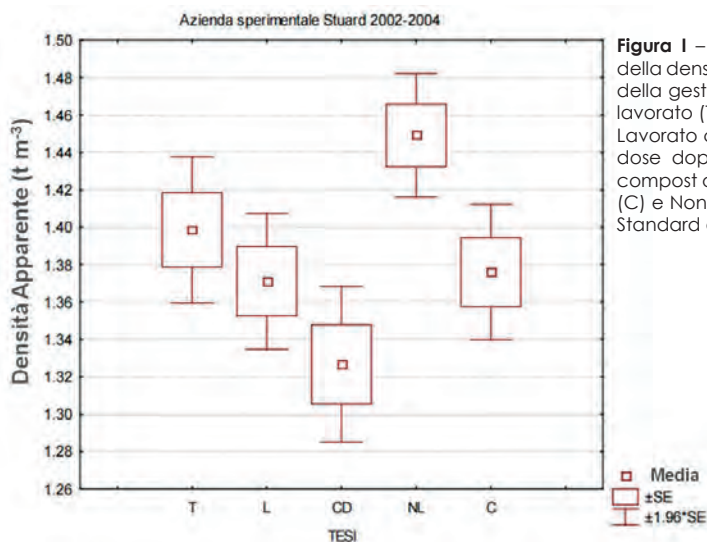


Figura H - Contenuti e differenze di sostanza organica determinati a cinque livelli di profondità del terreno (0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50 cm) in due differenti modelli di gestione del suolo: convenzionale (CT) e conservativo (NT). Le misure sono state fatte al CRA-CER di Foggia nel 2008 nella prova pluriennale iniziata nel 1995.

In generale, è possibile affermare che la densità apparente varia per effetto delle lavorazioni, dell'azione del gelo, della compattazione in seguito al passaggio di mezzi meccanici, ma non varia in funzione dell'umidità del suolo se non in presenza di argille rigonfiabili. È da precisare che valori alti di densità apparente nulla dicono sulla morfologia e sul grado di aggregazione e stabilità degli aggregati del terreno. Pertanto, valori alti di densità si possono avere sia in orizzonti del terreno del tutto privi di struttura (terreno ammassato) che in orizzonti caratterizzati da forte e stabile aggregazione con aggregati di notevoli dimensioni. Si tratta, in sostanza, di un dato aggregato che fornisce un indizio sulla qualità relativa del suolo, anche in funzione della gestione colturale adottata,

le cui caratteristiche non sono fisse, ma dinamiche nel tempo in base ad una serie di fattori che vanno a modificare la struttura e la modalità di aggregazione delle particelle del suolo. Tra questi fattori un ruolo importante è giocato dalla sostanza organica che interviene nel ridurre la densità apparente promuovendo una più forte e stabile aggregazione a carico della matrice minerale del suolo.

Si riporta qui un'esperienza triennale condotta dal CNR IRPI di Firenze (Calzolari et al., 2005) sulla dinamicità della densità apparente nel tempo e, nella stessa annata, in tre momenti della stagione colturale (aprile-maggio, luglio e settembre rispettivamente A=inizio, B=metà e C=fine ciclo) rispetto a differenti gestioni colturali.



La **figura I** mostra che nella media del triennio tutte le tesi trattate con SO hanno valori più bassi di densità rispetto al testimone e il non lavorato ha il valore più elevato in assoluto: $CD (1,32 \text{ t/m}^3) < L (1,37 \text{ t/m}^3) < C (1,38 \text{ t/m}^3) < T (1,40 \text{ t/m}^3) < NL (1,46 \text{ t/m}^3)$. Lo stesso studio mostra che anche durante la stagione colturale i valori di densità variano all'interno della gestione colturale (**Figura L**). Tra tutte le gestioni colturali solo la **tesi L** (Lavorato letamato) mostra valori sostanzialmente stabili nella stagione colturale mentre in tutte le altre gestioni si evidenzia un incremento della densità dall'inizio alla fine del ciclo che è lineare per le **tesi T** (Testimone Lavorato) e **C** (Lavorato con Compost a dosi normali) e meno regolare per le **tesi CD** (Lavorato con Compost a dose doppia) e **NL** (Non Lavorato). In sostanza questo comportamento sta ad indicare che la densità tende ad aumentare come la stagione diventa più secca. Infine, la **figura M** mostra nei tre anni di sperimentazione come varia la densità in funzione della gestione colturale. Tutte le tesi mostrano che nel 2003, in coincidenza di un'andamento climatico più siccitoso, la densità apparente registrata in tutte le gestioni colturali è più bassa degli altri due anni dove i valori di densità sono risultati più o meno stabili, con la stagione 2004 avente valori leggermente più alti.

Tutti questi dati stanno ad evidenziare che il valore di densità apparente registrato in un dato momento è un'istantanea i cui risultati sono

validi in quella situazione e non possono essere generalizzati.

Nella prova di lungo termine (1995) condotta al CREA-CER di Foggia (**Figura N**) i valori di densità apparente ottenuti in due annate consecutive (ottobre 2008 e novembre 2009) e a due livelli di profondità del suolo (0-10 e 10-20 cm) confermano che: in media il convenzionale ($1,23 \text{ t/m}^3$) ha valori significativamente più bassi del sodo ($1,33 \text{ t/m}^3$); in media lo strato 0-10 cm del terreno ha valori significativamente più bassi ($1,24 \text{ t/m}^3$) del successivo livello ($1,32 \text{ t/m}^3$); l'interazione gestione x profondità non è significativa, sebbene i valori nel sodo e alle due profondità siano mediamente più alti che nel lavorato. Infine, nelle due annate agrarie le differenze nei valori di densità non sono significative e sono minime sia per la gestione che per i livelli di profondità.

Un parametro che è correlato allo stato di compattezza del terreno, e quindi alla sua densità apparente, è la misura effettuata con il penetrometro. Questo strumento misura la resistenza, espressa in kPa, che il terreno oppone alla forza di penetrazione esercitata da un'operatore su un'asta cuneata. Sulla base delle considerazioni precedenti è atteso che un terreno non lavorato, che ha normalmente un valore di densità apparente più alto del terreno lavorato, mostri una maggiore resistenza al penetrometro.

Nella **figura O** si dimostra che i valori medi di **resistenza alla penetrazione** sono più alti nel sodo rispetto al

lavorato fino alla profondità di 40 cm dopodichè i due sistemi si equivalgono. Anche i valori delle differenze assolute tra NT e CT nei due periodi del ciclo colturale mostrano, rispetto alla linea di base, valori

positivi per il sodo (più compatto) fino a 40 cm per poi avere un'inversione di tendenza con valori negativi per il lavorato (più compatto) o allineati sulla linea di base (compattezza equivalente).

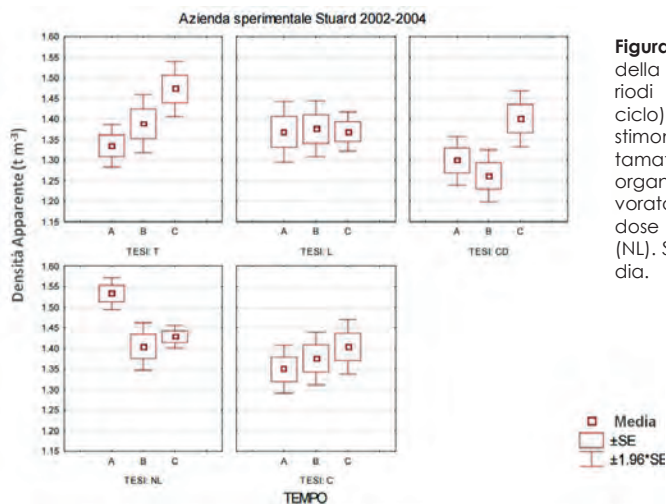


Figura L – Valori medi del triennio della densità apparente in tre periodi (A=inizio, B=metà e C=fine ciclo) della stagione colturale: Testimone lavorato (T), Lavorato letamato (L), Lavorato con compost organico in dose doppia (CD), Lavorato con compost organico in dose normale (C) e Non Lavorato (NL). SE= Errore Standard della media.

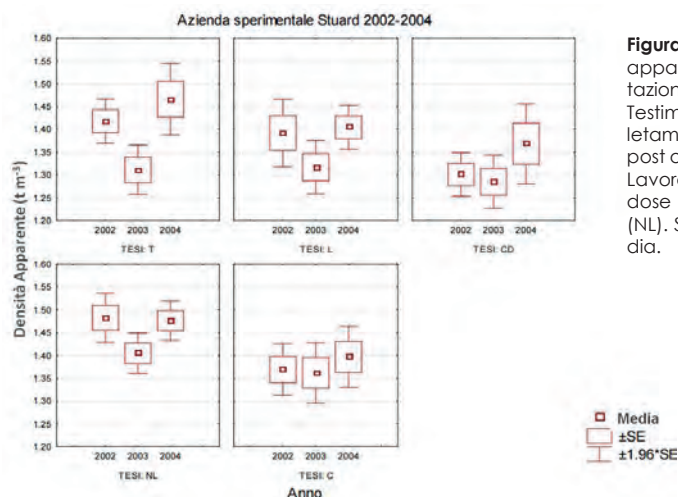


Figura M – Valori medi della densità apparente nel triennio di sperimentazione e per gestione colturale: Testimone lavorato (T), Lavorato letamato (L), Lavorato con compost organico in dose doppia (CD), Lavorato con compost organico in dose normale (C) e Non Lavorato (NL). SE= Errore Standard della media.

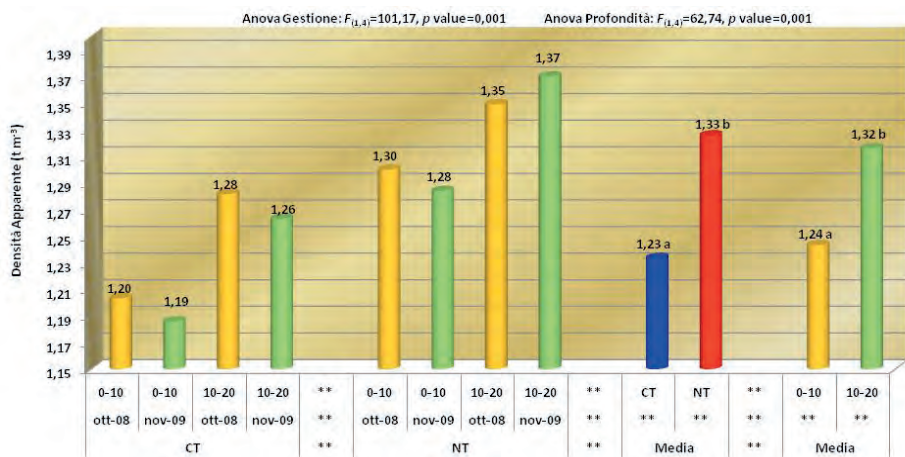


Figura N – Valori di densità apparente determinati a due livelli di profondità nel suolo (0-10 e 10-20 cm) in due sistemi di gestione culturale: Convenzionale (CT) e Sodo (NT). Prova di lungo termine (1995) al CREA-CER di Foggia.

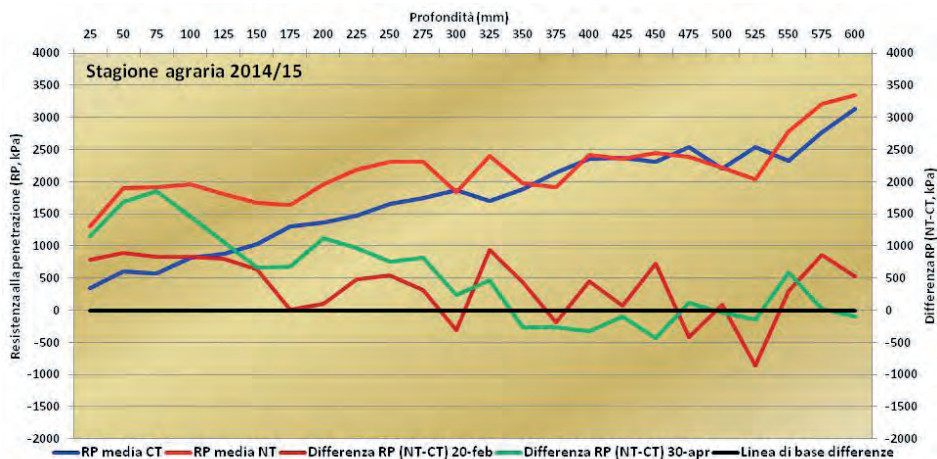


Figura O – Andamento medio della resistenza del terreno al penetrometro e della differenza assoluta misurata in due periodi del ciclo colturale (accestimento, febbraio; spigatura, aprile) del frumento duro per due sistemi di gestione culturale: convenzionale (CT) e sodo (NT). Le misure sono state eseguite al CREA-CER di Foggia nella prova di lungo termine (1995) in tre punti differenti del campo e per ogni punto sono state eseguite tre misurazioni.



MACCHINE PER LA SEMINA DIRETTA

Le seminatrici da sodo affinché siano realmente efficienti, così da perseguire i benefici dell'Agricoltura Conservativa, dovrebbero presentare alcune importanti caratteristiche, quali:

- essere in grado di eseguire la deposizione del seme in un unico passaggio mediante assolcatori a dischi su terreno non lavorato e con presenza di abbondanti residui colturali;
- eventualmente essere anche dotate di organi lavoranti da anteporre agli assolcatori costituiti da dischi o stelle di vario tipo, che eseguono una lavorazione in banda di massimo 15 cm di larghezza e 10 cm di profondità;
- essere in grado di eseguire, contemporaneamente alla semina, anche altre operazioni quali concimazione localizzata, applicazione di soluzioni erbicide, distribuzione di geo-disinfestanti, attraverso utensili aggiuntivi;
- essere trainate o semiportate in modo da poter scaricare tutto il

loro peso a terra. Tale caratteristica fa sì che il peso generato dalla azione combinata delle molle di carico e del peso stesso dell'elemento, in ogni caso, sia potenzialmente superiore a 200 kg per ogni elemento;

- non presentare mai organi lavoranti mossi dalla presa di forza e o idraulicamente.

In qualche caso particolare, come per le colture con larghezza tra le file di più di 30 cm, si pratica anche lo "strip till". Tale pratica consiste nell'utilizzo di una macchina che esegue una lavorazione in banda (solo la zona di semina) eseguita anche in momenti antecedenti la semina.



L' ELEMENTO DI SEMINA

In particolare, un idoneo elemento di semina deve: penetrare nel suolo, tagliare i residui senza provocare il loro interrimento, deporre il seme ad una profondità uniforme a diretto e intimo contatto con il terreno, evitare di disturbare gli altri elementi, coprire il seme con il terreno lasciando il residuo colturale uniformemente distribuito, localizzare il fertilizzante se possibile ai lati del solco, a maggior profondità del seme, realizzare tutte queste azioni senza lavorare il terreno.

Anche rispettando tutti i principi e le accortezze dell'Agricoltura Conservativa, qualche volta si creano delle condizioni di eccessivo compattamento in alcune aree degli appezzamenti che devono essere ripristinate. Infatti, il terreno è sempre soggetto ad azioni che ne favoriscono il compattamento, come quelle prodotte dalla sua stessa massa, dalla massa vegetale che lo sovrasta, dall'acqua, dal passaggio di macchine ed attrezzature. Ad esempio la gestione della raccolta può rivelarsi complessa quando le finestre temporali sono ridotte a causa dell'andamento meteorologico e dalle caratteristiche dei suoli. Diventa quindi inevitabile che in alcune annate la raccolta ed altre operazioni non

differibili, purtroppo, vengano effettuate su terreni poco portanti con conseguenze negative per la struttura del terreno a causa del compattamento sottosuperficiale. In tali condizioni l'Agricoltura Conservativa prevede operazioni di recupero della struttura attraverso attrezzature idonee allo scopo, che non alterino il profilo e siano in grado di gestire il residuo in superficie.

Tra gli elementi di semina maggiormente diffusi ricordiamo il **sistema a disco**, con un disco metallico tagliente dove posteriormente è posto il tubo che porta il seme e lo lascia cadere nel taglio del terreno operato dal disco. È un sistema che si presta bene anche con residui colturali.

Con il sistema a doppio disco, inclinati tra loro di 5-10 gradi, si riesce ad aprire una fessura di terreno maggiore rispetto ai sistemi a singolo disco e quindi il seme ha una maggiore possibilità di entrare nel terreno ed essere adeguatamente coperto.

Con il **sistema a falciatore**, un sorta di erpice (fisso o a molla) lavora parzialmente e superficialmente il terreno e lascia il seme posteriormente. Si presta molto bene in terreni pietrosi e superficiali.

Accessori

- **disco spartitore:**

è un utensile che serve a togliere il residuo colturale (10-15 cm) dalla linea di semina; è sempre posto anteriormente all'assolcatore ed ha una forma generalmente dentata e in posizione leggermente angolata rispetto all'avanzamento. Il loro utilizzo può essere vantaggioso in presenza di abbondante o poco macerato residuo colturale per facilitare il compito degli assolcatori, specialmente su terreno umido, accelerare il riscaldamento del terreno e favorire la distribuzione di diserbanti di pre-emergenza sulla fila di semina.

- **turbo disco anteriore:**

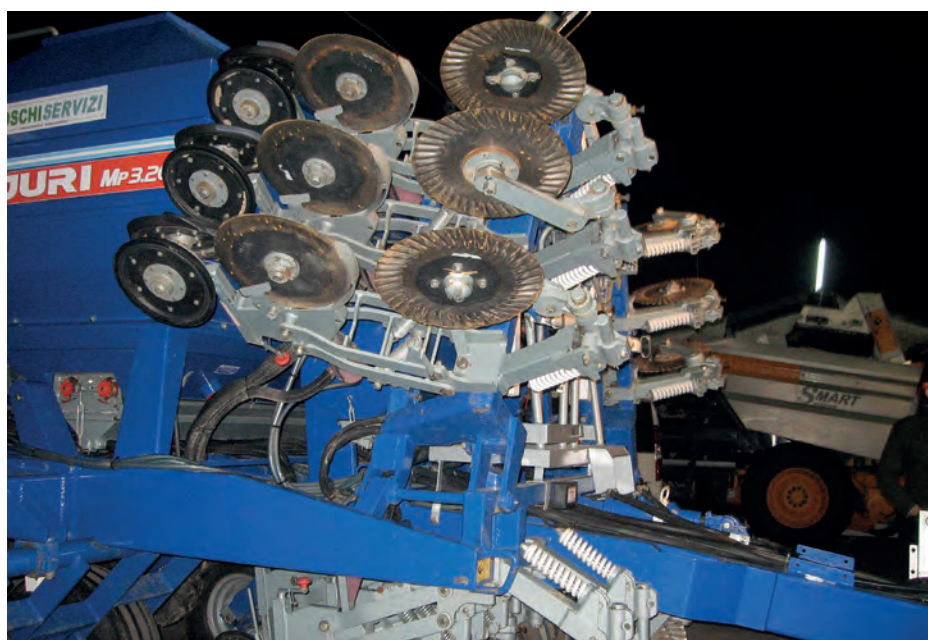
è posto anteriormente alla linea di semina ed ha il compito di tagliare efficientemente il residuo colturale ed effettuare una minima lavorazione evitando l'interramento dei residui. I dischi possono essere a profilo liscio (non smuovono il terreno, penetrano efficientemente il terreno ed hanno un dispositivo regolatore della profondità), a profilo liscio e corpo gofrato o a rilievo (smuovono il terreno e producono un solco più largo), a profilo ondulato con diversi gradi di curvatura (più aumenta il grado e la profondità di curvatura più aumenta la fetta di terreno lavorata ma anche

il pericolo di avere lo svuotamento del solco).

- **ruotino gommato copriseme:**

organo montato posteriormente all'assolcatore, e prima dell'organo chiudi solco, che serve a trattenere il seme e il terreno nel solco evitando un'eccessiva compressione sulla superficie dello stesso che potrebbe, specialmente in terreni umidi, creare uno strato indurito di terreno tale da rendere più difficile l'emergenza delle plantule.

- **microfresa anteriore:** rientra nel novero delle cosiddette seminatrici combinate con attrezzature che operano una lavorazione del terreno azionata dalla presa di potenza. L'erpice rotante offre una migliore capacità di smuovere, pareggiare e riassetare il terreno per preparare il letto di semina. Inoltre, in presenza di abbondante e ben trinciato residuo colturale l'erpice rotante ottimizza ancora di più la disposizione in modo uniforme del residuo il quale essendo leggero rimane in superficie e non viene interrato formando un mulch capace di proteggere efficacemente il suolo.



IL PROGETTO BIO-TILLAGE

Il settore cerealicolo della Basilicata richiede innovazioni per il recupero di redditività, la riduzione degli impatti e la diversificazione dell'offerta.

L'Agricoltura Conservativa abbattere i costi e può migliorare le performance ambientali, ma in alcuni suoli può aumentare le emissioni di gas serra, causare scarsa penetrazione e maggiore suscettibilità alle malattie delle radici ed eccessivo uso di diserbanti. Il suo successo produttivo e ambientale richiede dunque misure complementari.

Questo progetto **"Approcci innovativi per il miglioramento delle performance ambientali e produttive dei sistemi cerealicoli no-Tillage (BIO-TILLAGE)"**, finanziato nell'ambito del Programma di Sviluppo Rurale della Regione Basilicata 2007 – 2013, MISURA 124, introduce innovazioni basate sull'interazione suolo-radice in frumento duro seminato su sodo come caso applicativo, per coniugare l'aumento e la quantificazione dei benefici ambientali della non lavorazione con la creazione di nuovi prodotti.

In particolare:

- variabilità del suolo come base per la misura di indicatori di qualità del suolo e gestione sito-specifica;
- varietà di frumento duro in grado di migliorare la colonizzazione del suolo (bio-tillage), acquisire risorse e ridurre i patogeni ricercando tratti radicali utili in varietà antiche e moderne. La letteratura scientifica indica, infatti, le caratteristiche della radice come essenziali, ma i tratti ipogei sono stati finora sostanzialmente trascurati;
- rotazioni multifunzionali capaci di creare nel suolo condizioni favorevoli per la successiva coltura cerealicola attraverso bio-pori creati dalla radice (bio-tillage) ma anche di fornire prodotti per nuovi mercati (nutraceutici e celiaci) come Quinoa (pesudocereale) e Chia;
- sperimentazione e valutazione di semole e pasta con aggiunta di Quinoa e Chia.

I pacchetti (WP) di azioni di azioni previsti dal progetto sono:

- WP0 Coordinamento e monitoraggio.
- WP1 Qualità del suolo e servizi ecosistemici in zero-tillage.
- WP2 Radici e bio-tillage nei sistemi zero-tillage.
- WP3 Rotazioni multifunzionali da bio-tillage per nuovi mercati.
- WP4 Analisi economica dei sistemi cerealicoli no-tillage.
- WP5 Divulgazione e diffusione.

Risultati attesi

- Varietà di frumento e rotazioni-intercalari con radici adatte alla agricoltura conservativa.
- Nuovi prodotti da sistemi no-tillage (nutraceutici, per celiaci).
- Aumento della biodiversità (varietà di frumento e diversificazione rotazioni).
- Miglioramento delle performance ambientali e produttive dei sistemi no-tillage.
- Aumento dell'attrattività del no-tillage.

Ricadute

Aziende della Regione Basilicata in semina su sodo (1110 aziende, 5759 ha in base al censimento 2010) o lavorazione conservativa (1220) ed in prospettiva le aziende che ricorrono alle lavorazioni tradizionali (25653). L'innovazione riguarda i produttori primari ma in prospettiva l'intera filiera, per la produzione di alimenti salutistici e produzioni di nicchia.

Il partenariato

L'Università degli Studi della Basilicata – Scuola di Scienze Agrarie, Forestali, Alimentari ed Ambientali è individuata come capofila perché rappresenta il punto di sintesi dei settori agro-alimentari dell'unico ateneo Lucano, e nello specifico:

- ha pubblicato in ambito nazionale ed internazionale gli unici lavori scientifici sulle tecniche conservative in cerealicoltura in Basilicata, compresa la non-lavorazione ed i suoi effetti produttivi ed ambientali da esperimenti poliennali;
- partecipa al Centro Interuniversitario di Agricoltura di Precisione;
- il Centro per la Salvaguardia delle Risorse Genetiche Vegetali 'Pierino Iannelli' conserva una collezione 160 di frumenti duri antichi e moderni delle regioni dell'Italia meridionale.

Il Prof. Michele Perniola, referente tecnico-scientifico, si occupa di tecniche agronomiche. Nel progetto il capofila coordina, sperimenta le nuove specie, valuta la variabilità del suolo per l'applicazione di gestione di precisione, valuta le caratteristiche genetiche e di resistenza a patogeni di radici di varietà antiche e nuove di frumento, quantifica il valore economico delle performances ambientali, svolge azioni di diffusione divulgazione.



Il Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'Analisi dell'Economia Agraria (CREA) è un ente pubblico nazionale. Partecipa attraverso l'Unità di ricerca per i sistemi colturali degli ambienti caldo-aridi (CREA-SCA, dott. ssa Roberta Rossi) ed il Centro di ricerca per la cerealicoltura (CREA-CER, dott. Michele Rinaldi) entrambi con esperienza maturata in prove di lungo periodo su lavorazione e gestione dei residui in cerealicoltura. Nel progetto il CREA-SCA valuta indicatori di sostenibilità del suolo, non-lavorazione ed emissioni di gas-serra e fa screening di varietà in base alle caratteristiche radicali. Il CREA-CER utilizzerà il proprio laboratorio di tecnologia della pasta e del pane per valutare la qualità dei frumenti testati in no-tillage e le innovazioni di prodotto (pasta da quinoa e chia) e coordinerà attività di diffusione.

Il Consiglio Nazionale delle Ricerche – Istituto di Metodologie per l'Analisi Ambientale (CNR-IMMA, dott. Vincenzo Lapenna), unico centro CNR con sede principale in Basilicata, sviluppa ed integra tecnologie da satellite, aereo e suolo. Nell'ambito del progetto si occupa della caratterizzazione della variabilità del suolo con metodi geofisici a supporto della valutazione degli effetti della non-lavorazione sulla qualità del suolo, e della agricoltura di precisione.

L'azienda Eredi Dimauro Pasquale – Matera pratica da anni la cerealicoltura su sodo e possiede campi caratterizzati da variabilità spaziale nei quali è possibile sperimentare le problematiche relative alla variabilità della tessitura in relazione sia alla valutazione degli effetti delle lavorazioni sulla sostanza organica che alle tecniche di applicazione differenziata di mezzi tecnici e rotazioni-intercalari. Possiede un parco macchine tale da potere essere equipaggiato dei necessari strumenti per eseguire l'applicazione differenziata (semi, diserbanti,...).

BIBLIOGRAFIA

- Calzolari, M.C., Ungaro, F., Salvador, P., Torri, D., 2005. Gli effetti degli ammendanti organici sulle caratteristiche fisiche dei suoli: stabilità degli aggregati e densità apparente. Atti del convegno MACFRUT – Agricesena, Cesena, 5-8 maggio 2005.
- Colecchia, S.A., Rinaldi, M., De Vita, P., 2015. Effects of tillage systems in durum wheat under rainfed Mediterranean conditions. Cereal Research Communications 43/4 DOI: 10.1556/0806.43.2015.015.
- Corsi, S., Friedrich, T., Kassam, A., Pisante, M., de Moraes Sà, J.C., 2012. Soil Organic Carbon Accumulation and Greenhouse Gas Emission Reductions from Conservation Agriculture: A literature review, Integrated Crop Management Vol.16-2012, AGP/FAO, Rome, 101 pp.
- Derpsch, R., Franzluebbers, A.J., Duiker, S.W., Reicosky, D.C., Koeller, K., Friedrich, T., Sturny, W.G., Sá, J.C.M, Weiss, K., 2014. Why do we Need to Standardize No-tillage Research Soil & Tillage Research 137, 16-22.
- De Vita, P., Di Paolo, E., Fecondo, G., Di Fonzo, N., Pisante, M., 2007. No-tillage and conventional tillage effects on durum wheat yield, grain quality and soil moisture content in southern Italy. Soil Tillage Research 92(1-2):69-78.
- FAO, 2001. World Soil Resources Reports 96: Soil carbon sequestration for improved land management. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy.
- FAO, 2011. What is Conservation Agriculture? FAO Conservation Agriculture Website at: <http://www.fao.org/ag/ca/1a.html>
FAO, 2015. Conservation Agriculture adoption worldwide. Website at: <http://www.fao.org/ag/ca/6c.html>
- FAO, 2015. Conservation Agriculture adoption worldwide. Website at: <http://www.fao.org/ag/ca/6c.html>

- Fornasier, F., Russo, M., Troccoli, A., Farina, R., 2012. No tillage increased soil organic carbon and biological activity in a Mediterranean vertisol in Apulia, Italy. Abstract of the 4th International Congress of the ECSSS – European Confederation of Soil Science Societies – Session S07.07 Long-term effects of agronomic practices on soil organic matter and crop productivity. Bari, Italy, 2-6 July 2012, p. 1803 (presentation of a poster: P-28).

- Pisante M., 2008. Agricoltura Blu. La via Italiana dell'agricoltura conservativa. Principi, tecnologie e metodi per una produzione sostenibile. Il Sole 24 Ore-Edagricole Editore, Bologna, XII+317 pp.

- Rinaldi, M., Rana, G. and Introna, M., 2000. Effects of partial cover of durum wheat straw on soil evaporation in a semi-arid region. *Acta Horticulturae*, 537:159-165.

- Ruisi, P., Giambalvo, D., Saia, S., Di Miceli, G., Frenda, A.S., Plaia, A., Amato, G., 2014. Conservation tillage in a semiarid Mediterranean environment: results of 20 years of research. *Italian Journal of Agronomy*, 9:560.

- Troccoli, A., Colecchia, S.A., Gallo, A., 2007. Effetto della semina su sodo sugli aspetti quali-quantitativi della produzione di frumento duro coltivato in monosuccessione a Foggia. In "Agricoltura Blu – La via Italiana dell'agricoltura conservativa. Principi, tecnologie e metodi per una produzione sostenibile" (M. Pisante, Ed.), Cap. 4. I sistemi di gestione integrata per l'adozione dell'Agricoltura Conservativa – Parag. 4.5 Frumento – BOX 3. pp.87-88.

- Troccoli, A., Colecchia, S.A., Russo, M., Cattivelli, L., Gallo A. 2009a. Agricoltura conservativa ideale per il grano duro al Sud. *L'Informatore Agrario*, Anno LXV (Speciale Grano duro), 34:37-41.

- Troccoli, A., Colecchia, S.A., Cattivelli, L., Gallo, A., 2009b. Risposta quali-quantitativa di una monocoltura di frumento duro coltivato al Sud in regime prolungato di non lavorazione del suolo. *Atti del XXXVIII Convegno Nazionale della Società Italiana di Agronomia, Sessione I – Tecniche Agronomiche*, Firenze, 21-23 settembre 2009, pp. 23-24 (presentazione orale).

- Troccoli, A., Gallo, A., Ficco, A., Nicastro, G., De Gregorio, V., Selvaggio, V., Padalino, A., Russo, M., 2014. Lavorazioni del terreno e agricoltura conservativa. *Notiziario regionale di Agricoltura integrata — Regione Basilicata*, Vol. 1, 8:3-8.

- Van de Putte, A., Govers, G., Diels, J., Gillijns, K., Demuzere, M., 2010. Assessing the effect of soil tillage on crop growth: A meta-regression analysis on European crop yields under conservation agriculture. *Eur. J. Agron.*, 33:231-241.
- Verhulst, N., Govaerts, B., Verachtert, E., Mezzalama, M., Wall, P.C., Chocobar, A., Deckers, J., Sayre, K.D., 2010. Conservation agriculture, improving soil quality for sustainable production systems? In: Lal, R., Stewart, B.A. (Eds.). Boca Raton, FL, USA, pp. 137–208.

