

Agricoltura conservativa in Friuli Venezia Giulia

Agricoltura conservativa in Friuli Venezia Giulia

Una opportunità per i seminativi

A cura di:

Gemini Delle Vedove, Pierluigi Bonfanti

a cura di: Gemini Delle Vedove, Pierluigi Bonfanti

Lavoro finanziato dalla regione Friuli Venezia Giulia,
Direzione centrale risorse rurali, agroalimentari e forestali
(progetto MULTIFARM L.R. 26/05 art. 17).

ISBN: 978-88-902427-2-4

Dipartimento di Scienze Agrarie Ambientali - Università di Udine

Agricoltura conservativa in Friuli Venezia Giulia

Una opportunità per i seminativi

A cura di:

Gemini Delle Vedove, Pierluigi Bonfanti

NOT TAKING SOILS FOR GRANTED

If soils are not restored, crops will fail even if rains do not; hunger will perpetuate even with emphasis on biotechnology and genetically modified crops; civil strife and political instability will plague the developing world even with sermons on human rights and democratic ideals; and humanity will suffer even with great scientific strides. Political stability and global peace are threatened because of soil degradation, food insecurity, and desperateness. The time to act is now. Rattan Lal (Science, VOL 322 31 OCTOBER 2008)

NON CONSIDERARE LA RISORSA SUOLO COME SCONTATA

SE i terreni non vengono riabilitati, le coltivazioni falliranno anche se le piogge non mancheranno, la fame si diffonderà, anche aumentando gli investimenti sulla biotecnologia e le colture geneticamente modificate; la guerra civile e l'instabilità politica tormenteranno il mondo in via di sviluppo anche con prediche sui diritti umani e gli ideali democratici; e l'umanità soffrirà anche in presenza di grandi passi scientifici. La stabilità politica e la pace globale sono minacciate a causa del degrado del suolo, dell'insicurezza alimentare, e della disperazione. Il momento di agire è adesso. Rattan Lal (Science, VOL 322 31 OCTOBER 2008)

Ringraziamenti

Ringraziamo tutti coloro che a diverso titolo ed in diverso modo sono attualmente, o sono stati, coinvolti nello sviluppo della attività di ricerca del progetto MultiFarm.

In particolare il ringraziamento va agli agricoltori che hanno messo a disposizione il loro tempo e le loro aziende ed hanno condiviso con noi idee, dubbi, aspettative, delusioni, ma anche tanto entusiasmo:

Filippo, Alberto e Giulio Bertolini, Adriano Bravin, Guglielmo Bettin, Dario Cisilino, Driutti Pietro, Massimo Gazzola, Morris Grinovero, Amerigo Lunardelli, Gianmauro Mizzau, Attilio Tilatti, Carlo Topazzini, Giuseppe Toneatto, Romano Torresin, Ettore Toppano, Luigi Parussini, Ermenegildo Pighin, Renato Zampa, infine, Denis Paron, Mauro e Giuseppe Collovati, precursori dell'agricoltura conservativa nella regione Friuli Venezia Giulia.

Premessa

Pierluigi Bonfanti

In questi ultimi anni stiamo vivendo dei mutamenti economici ed ambientali che porteranno ad un cambiamento profondo nel nostro modo di fare agricoltura.

Basti pensare ai cambiamenti climatici, alla diminuzione delle superfici agricole, alle coltivazioni destinate ai “biocarburanti” o ai terreni agricoli destinati a “parchi eolici”, alle fluttuazioni dei prezzi di vendita dei raccolti che rendono difficile una programmazione nel tempo, alla necessità di ridurre i mezzi tecnici impiegati per ragioni economiche ed ambientali.

In questo contesto l’agricoltura deve poter continuare a soddisfare la sua missione primaria, che è la produzione di cibo, a cui si affiancano nuovi imperativi legati alla necessità di preservare la fertilità del capitale suolo e la sostenibilità ambientale del sistema.

L’agricoltura ad alta intensità tecnologica degli ultimi decenni ha permesso al mondo occidentale di produrre il cibo di cui ha bisogno impiegando sempre meno manodopera.

La sostituzione del lavoro manuale con macchine e prodotti di sintesi – pensiamo alle lavorazioni del terreno, al diserbo, alla lotta contro i parassiti – e la capacità di conservazione e di trasporto a lungo raggio dei prodotti agricoli ha portato, da un lato, alla liberazione dalla “schiavitù della terra” che ha sempre significato fatica, dall’altro a una modificazione del paesaggio e della società.

I metodi produttivi di questo tipo di agricoltura hanno generato “effetti collaterali”, come la diminuzione della fertilità dei terreni, a cui si è sopperito aumentando la quantità di mezzi tecnici ed energia impiegati

L’agricoltura del prossimo futuro dovrà fare di più con meno. Dovrà essere più efficiente.

In quest’ottica il lavoro che si propone vuole fornire delle indicazioni operative sia per la rivalutazione di pratiche agronomiche a lungo trascurate, come ad esempio la rotazione colturale, sia per la diffusione di nuove pratiche agronomiche che vanno sotto il nome di agricoltura conservativa.

Se gli agricoltori possono fare poco sulla economia globale, molto possono fare sui propri campi riducendo gli sprechi e le inefficienze, tentando di ripristinare la potenzialità produttiva caratteristica di ogni ambiente, adottando le misure che preservano o migliorano le funzioni del suolo:

- ✓ Integrare i processi naturali che sostengono la fertilità del suolo.
- ✓ Contrastare i processi erosivi
- ✓ Aumentare l’efficienza d’uso delle risorse idriche
- ✓ Aumentare l’efficienza d’uso dei mezzi tecnici per ridurre l’inquinamento ed i costi di produzione.

L’adozione dei principi dell’agricoltura conservativa, che include anche metodi di gestione del suolo alternativi alla aratura, è indirizzata proprio a coniugare economia ed ecologia. Vediamo come nei prossimi capitoli.

1 - Che cosa è l'Agricoltura Conservativa

Gemini Delle Vedove

Il termine Agricoltura Conservativa (AC) fa riferimento ad un sistema produttivo alternativo a quello convenzionale, basato sulla gestione intensiva delle colture. Esso indica tutte quelle pratiche che cercano di conservare le funzioni del suolo a beneficio di una agricoltura più sostenibile dal punto di vista economico, sociale ed ambientale.

I terreni agricoli stanno perdendo la capacità di produrre ed infatti richiedono un crescente apporto di energia, acqua, nutrienti e fitofarmaci per sostenere le rese.

Fenomeni di compattamento, ristagni e conseguente formazione di crosta superficiale, sono spesso associati ad intensive lavorazioni del suolo che lo espongono per lunghi periodi dell'anno, all'azione battente della pioggia ed ai fenomeni erosivi. In tale situazione si interviene con ulteriori lavorazioni quali ripuntature per decompattare il sottosuolo, interventi di affinamento del letto di semina, maggiori fertilizzazioni anche con micronutrienti. La richiesta di maggiori investimenti in attrezzature specifiche, di gasolio, e di manodopera vanno quindi ad aumentare i costi colturali.

Occorre ripensare la gestione del suolo per rendere più efficienti gli usi di energia, acqua e fertilizzanti che negli scenari futuri diventeranno sempre più carenti.

La Agricoltura Conservativa (AC) è un metodo di gestione integrata del suolo, dell'acqua, dei nutrienti e delle risorse biologiche combinata con un uso efficiente degli apporti esterni all'azienda. L'obiettivo è di preservare o migliorare la qualità dei suoli agricoli per garantire in modo efficace e durevole il reddito degli agricoltori, la produzione di cibo e la tutela dell'ambiente.

L'aggettivo conservativa fa riferimento alla protezione e conservazione dello strato più superficiale del suolo agricolo (i primi 20-30 cm) maggiormente soggetto ai fenomeni di degradazione correlati all'agricoltura: erosione idrica, eolica e meccanica (lavorazione del terreno), compattazione, diminuzione del contenuto di carbonio organico e riduzione della biodiversità, salinizzazione e sodificazione, nonché contaminazione (da metalli pesanti, fitofarmaci o da un eccesso di nitrati e fosfati)..

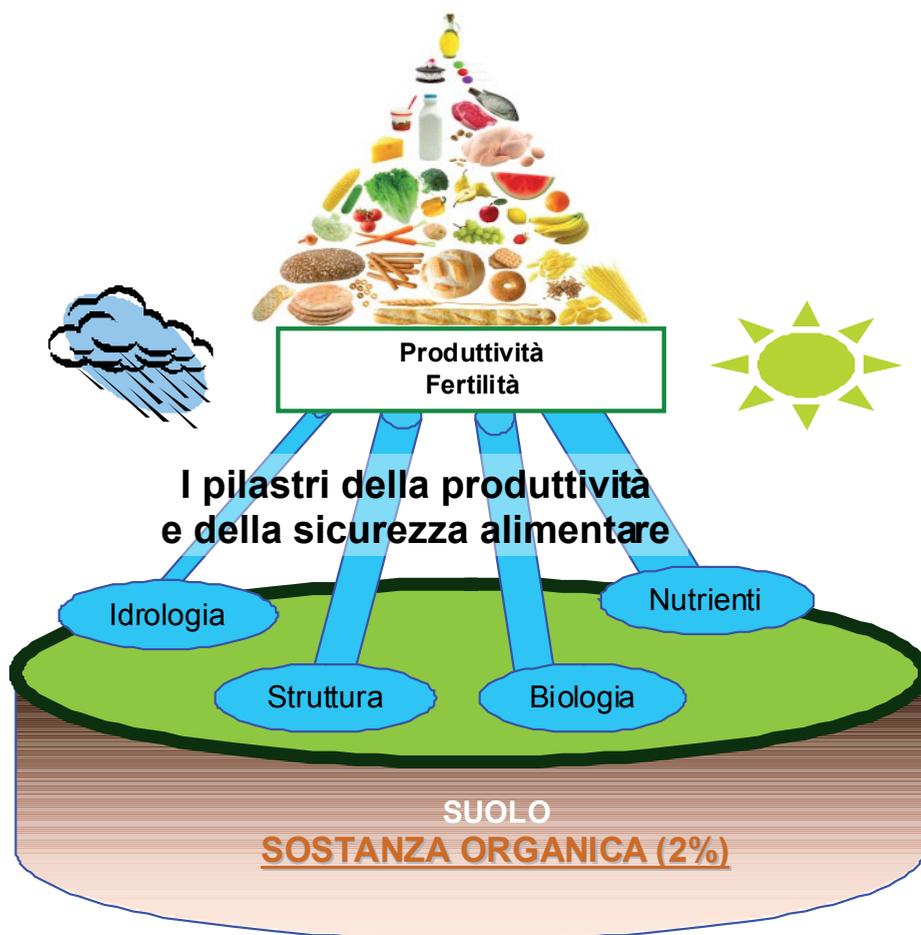
La qualità del suolo e la sua produttività sono correlate sia con la quantità e la qualità della sostanza organica in esso presente, sia con la quantità e la qualità degli apporti organici al suolo.

La protezione o l'aumento della sostanza organica del suolo diviene quindi un obiettivo prioritario ma non l'unico, della Agricoltura Conservativa.

Preservare quel limitato (solamente 2% del peso del terreno come media) ma importante componente del suolo che è la sostanza organica, dà garanzia di fertilità.

Tra le funzioni importanti che la sostanza organica (SO) controlla ricordiamo quelle che maggiormente influenzano la produttività agricola:

- ✓ garantisce la formazione di una buona aggregazione (**struttura**) tra le particelle del suolo;
- ✓ contribuisce alla **prevenzione dei fenomeni erosivi e di compattamento**, aumenta la **ritenzione idrica**;



- ✓ determina la **disponibilità dei nutrienti** e la loro assimilabilità;
- ✓ sostiene l'**attività biologica**;
- ✓ supporta la **sanità** degli apparati radicali e delle colture;
- ✓ riduce il **rilascio nell'ambiente** dei fertilizzanti e dei fitofarmaci.

La SO è inoltre la più importante **riserva di Carbonio (C)** degli ecosistemi terrestri ed un suo aumento o diminuzione, implica una riduzione o un aumento in atmosfera della anidride carbonica (CO_2) principale gas ad effetto serra. Basti considerare che un aumento della SO del 10% nel corso di 10 anni (ad es dal 2% al 2.2% nei primi 30 cm di un ettaro di suolo agricolo), equivale alla sottrazione annuale dall'atmosfera di 1.9 $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$ di CO_2 . Un italiano medio, per contro, emette in atmosfera circa 10 $\text{tCO}_2\cdot\text{anno}^{-1}$.

Con l'obiettivo di proteggere e migliorare la qualità e le funzioni del suolo, l'agricoltura conservativa indica tre principi o metodi di gestione:

- ✓ limitare gli interventi meccanici al suolo;
- ✓ mantenere una copertura continua del terreno;
- ✓ adottare una corretta rotazione delle colture e prevedere l'inserimento delle colture da sovescio.

a) Limitare gli interventi meccanici al suolo.

Le lavorazioni del suolo favoriscono la mineralizzazione della sostanza organica. Esse, infatti, disgregano i grumi strutturali formati grazie all'azione della sostanza organica, delle radici, dei minerali argillosi e degli ioni bi-trivalenti (Magnesio e Calcio Fe Al).

La rottura degli aggregati strutturali, ad opera delle lavorazioni del suolo, espone la sostanza organica ad un più facile attacco microbico e li predispone alla erosione ed alla formazione della crosta superficiale. Questa ultima favorisce i fenomeni di trasporto verso i corpi idrici superficiali (ruscellamento), delle particelle di suolo e delle sostanze su di esso adsorbite: fitofarmaci, nutrienti e sostanza organica.

Con l'aratura, inoltre, si determina l'inversione degli strati di suolo, riportando in superficie strati con ridotta attività biologica. Inoltre si disturba l'attività della macro e micro fauna quali i lombrichi ed i microartropodi. Questi hanno un ruolo fondamentale nella decomposizione dei residui e nel loro trasporto in profondità. Essi inoltre creano, come i residui degli apparati radicali, una rete di pori ad orientamento verticale che connette gli strati del suolo; tali connessioni sono importanti per l'infiltrazione dell'acqua, per gli scambi gassosi e l'approfondimento radicale delle colture. L'effetto di disturbo delle lavorazioni tradizionali del suolo si nota soprattutto sulla presenza e sull'attività dei lombrichi, sottoposti tra l'altro ad una maggiore predazione da parte degli uccelli durante le operazioni di aratura, o di lavorazione del suolo.

b) Mantenere una copertura continua del terreno.

È importante proteggere il terreno dagli agenti atmosferici (vento, pioggia) preservando i residui colturali in superficie ed attuando, qualora possibile, le colture di copertura. Questi accorgimenti permettono di limitare fortemente i fenomeni di erosione indotti dal vento, dall'acqua e di ridurre l'evaporazione dal suolo, grazie all'azione pacciamante di un adeguato quantitativo di residui colturali.



Avena e Veccia a febbraio: notare la diversa morfologia e profondità dell'apparato radicale e la presenza dei noduli radicali sulla veccia

Le colture di copertura contribuiscono molto più dei residui alla formazione di un buono stato strutturale del terreno, per l'azione dei loro apparati radicali che 'lavorano' il terreno in verticale. Le colture di copertura sostituiscono, in qualche modo, le lavorazioni del suolo nel migliorare la sua porosità.

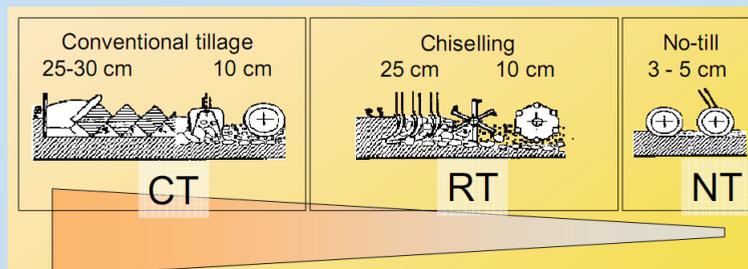
Hanno, inoltre, un ruolo importante sul bilancio dei nutrienti. A tal riguardo è interessante l'associazione fra specie graminacee e leguminose. Questa soluzione permette di sfruttare non solo l'azione azotofissatrice delle leguminose, così da aumentare la dotazione organica in tale elemento, ma anche l'intenso assorbimento da parte delle graminacee, dell'azoto inorganico residuale delle fertilizzazioni precedenti. Date queste caratteristiche, si stimano minori perdite di N (per lisciviazione o gassificazione) ed un aumento della disponibilità anche degli altri nutrienti, che saranno resi disponibili dalla successiva decomposizione dei residui della coltura di copertura. Infine ricordiamo che le graminacee, grazie alla intensa colonizzazione delle loro radici fascicolate e all'elevata emissione di essudati radicali, influenzano positivamente la struttura del terreno favorendo la formazione di aggregati.

c) Adottare una corretta rotazione delle colture e prevedere l'inserimento delle colture da sovescio.

Nell'Agricoltura Conservativa bisogna porre particolare attenzione alla programmazione dell'avvicendamento colturale, non solo per sfruttare i vantaggi che questo può dare sul controllo delle malerbe, dei patogeni e dei parassiti, ma anche per facilitare la gestione dei residui colturali, così da evitare un eccessivo accumulo di questi in superficie con conseguenti difficoltà alla semina. Tenendo conto che le colture possibili nei nostri areali hanno differenti caratteristiche di sostenibilità economica, va evidenziato che lo scopo della rotazione colturale è quello di trovare un giusto equilibrio, nel tempo, tra effetti positivi e negativi di ogni coltura sulle caratteristiche fisiche, biologiche e chimiche che influenzano la fertilità del suolo.

Definizione delle Lavorazioni Conservative

Si dicono conservative quelle lavorazioni del suolo che hanno una limitata azione in profondità (max 10-15 cm), che non operano inversione degli strati di suolo ma eseguono una fessurazione verticale e che, soprattutto, lasciano in superficie i residui colturali anche dopo la semina. La quantità dei residui dopo la semina deve



Passando dalla gestione convenzionale (Conventional Tillage) CT alla gestione ridotta (Reduced Tillage) RT ed alla semina diretta (No-Till) si riducono i costi della meccanizzazione e si migliora la qualità del suolo

essere tale da garantire la copertura del suolo per almeno il 30 %, ovvero una quantità di residui superiore ad 1.1 t·ha⁻¹ (Lyon D. et al, 2004).

Tale limite di copertura è stato scelto in quanto garantisce una riduzione significativa (50% in media) dei fenomeni erosivi rispetto allo stesso suolo non coperto da residui.

I metodi di lavorazione del suolo che possono essere classificati come lavorazioni conservative sono: minima lavorazione (Reduced till **RT** o Minimum Till), lavorazione sulla fila (Strip-Till **ST**) e la semina diretta (No-Till **NT**).

1.1 La diffusione della Agricoltura e delle Lavorazioni Conservative

L'introduzione delle tecniche di Agricoltura Conservativa (AC) ha rappresentato una risposta a problemi di carattere agronomico-ambientale che interessavano l'America settentrionale più di 70 anni orsono quando incontrollati processi erosivi stavano desertificando i suoli.

In tutto il mondo la semina diretta (NT dall'inglese NoTill) è adottata su oltre 110 milioni di ettari, circa l'8% delle superfici agricole mondiali. Di questi, circa l'85% è concentrato in Nord e Sud America.

In Europa la diffusione delle lavorazioni conservative ha storicamente riscontrato maggiori difficoltà, innanzitutto per la minore diffusione dei problemi connessi con la erosione ma anche per negative esperienze negli anni '70 e '80, quando in un primo approccio a questo settore, gli agricoltori Europei, riscontrarono perdite produttive, maturarono una certa diffidenza che in parte persiste tutt'oggi.

Secondo i risultati Kassa (<http://kassa.cirad.fr>) la lavorazione ridotta è più comune della non-lavorazione del terreno o dell'uso di colture di copertura. La mancanza di conoscenze sui sistemi di AC e la loro gestione e l'assenza di sistemi dinamici ed efficaci di innovazione fanno apparire difficile ed economicamente rischioso per gli agricoltori europei l'abbandono dell'aratura, che è un paradigma radicato nel loro background culturale.

Nonostante ciò il processo di adozione dei metodi di AC sembra trainato principalmente da alcuni agricoltori innovativi per i quali la motivazione principale è stata la possibilità di ridurre i costi della meccanizzazione, del carburante e del lavoro. I problemi di conservazione del suolo e dell'acqua non sembrano in prima istanza essere i principali fattori che spingono a sperimentare l'agricoltura conservativa.

Lo spostamento verso i metodi AC degli agricoltori europei, sempre secondo i risultati del progetto KASSA (Lahamar R. 2010), è stato realizzato a piccoli passi dalle aziende agricole di grandi dimensioni. Questa tendenza sarà confermata nel futuro. Infatti, la necessità di migliorare la competitività delle aziende agricole, la globalizzazione dei mercati e il costante aumento del costo del carburante contribuiranno probabilmente a suscitare l'interesse degli agricoltori europei per la AC. Nella ricerca è stata evidenziata la priorità di definire quali siano, in Europa, le situazioni più adatte per l'AC, tenendo conto dei variabili fattori pedoclimatici, del comportamento delle diverse colture, della disponibilità idrica e dei rischi di erosione.

Una politica che favorisca l'uso delle colture di copertura e la rotazione delle colture come le strategie di gestione delle erbe infestanti, il controllo dei parassiti e delle malattie sicuramente consentirà lo sviluppo e la diffusione di efficaci e accettabili sistemi di AC.

In Europa l'adozione e la diffusione dell'AC sono promosse da ECAF (European Conservation Agriculture Federation) (www.ecaf.org). ECAF è un'associazione no-profit tra i cui obiettivi c'è la promozione di uno scambio di esperienze fra le diverse istituzioni associate. ECAF, infatti, è una rete di associazioni che operano a livello nazionale per promuovere l'adozione e la diffusione dell'agricoltura conservativa.

Sono associate ad ECAF circa 15 associazioni nazionali. Fra queste AIGACoS (Associazione Italiana per la Gestione Agronomica e Conserviera del Suolo) (www.aigacos.it), un'associazione costituita nel gennaio 1998.

Si registrano in Italia anche altre esperienze di successo legate all'adozione e diffusione dell'AC: è il caso, ad esempio, di AIPAS (Associazione Italiana Produttori Amici del Suolo) (www.aipas.eu), un'associazione di produttori agricoli costituitasi nel 2005 a San Giorgio la Molara (BN). AIPAS rappresenta un interessante esempio di sviluppo rurale 'dal basso' strutturatosi sull'adozione e la diffusione della semina diretta (NoTill) come opportunità per la crescita aziendale e il miglioramento della fertilità dei suoli nelle aree rurali dell'Appennino centro-meridionale.

Diffusione nella Regione Friuli Venezia Giulia

Nella regione Friuli Venezia Giulia, le esperienze di AC non sono state quantificate in statistiche ufficiali, ma siamo a conoscenza di un crescente interesse da parte degli agricoltori per le tecniche di lavorazione ridotta o di semina diretta, che vengono applicate sempre più ampiamente nella pianura friulana. Tali superfici sono coltivate a soia di II° raccolto, quindi dopo un cereale autunno vernino, ed in minore misura riguardano le colture di ciclo più lungo quali la soia, i cereali autunno vernini e il mais. Tali esperienze di lavorazioni conservative applicate solo ad alcune colture in rotazione, sono comunque di notevole importanza nella comprensione del 'funzionamento' del suolo in assenza della classica tecnica di gestione basata sulle lavorazioni: aratura, preparazione del letto di semina e semina.

Alcune aziende si sono dotate di macchine combinate per la preparazione superficiale e contemporanea semina della coltura. Tali attrezzature però sono sempre più valutate inefficienti sia dal punto di vista dei costi di acquisto, che dei costi operativi. Inoltre non si prestano a situazioni con scheletro prevalente. Maggiore interesse sta crescendo invece per attrezzi preparatori trainati (tipo estirpatori) che vengono utilizzati in uno o due interventi prima della semina delle colture estive (mais e soia).

Le esperienze più significative in termini di adozione convinta e sistematica su tutta la superficie aziendale delle tecniche di agricoltura conservativa sono iniziate alla fine degli anni '90 nella bassa friulana a Teor. Qui i fratelli Mauro e Giuseppe Collovati, della omonima azienda agricola, hanno progettato la seminatrice Cerere e hanno fatto le prime applicazioni nella azienda di famiglia. La tecnica è stata adottata su tutte le colture aziendali da altre aziende come la Euroagricola di Denis Paron di Rivignano, da Dario Cislino di Pantianicco e da Morris Grinovero di Premariacco solo per citare quelle che hanno collaborato al progetto Multifarm.

Alcune di queste aziende operano anche come aziende di contoterzismo, ed applicano questa tecnica anche su molte superfici agricole dei clienti. La seminatrice multifunzionale Cerere è presente in regione in otto esemplari, e circa ottanta macchine basate sullo stesso elemento di semina, denominato ‘Collovati Opener®’, stanno operando in diverse regioni italiane ed europee.

DESCRIZIONE del COLLOVATI OPENER®

Tale seminatrice è basata su un elemento brevettato “Collovati Opener®” che è costituito da una ancora con alette laterali. Il tipo di lavorazione caratteristica delle alette laterali si ritiene vantaggioso per i seguenti motivi:

- ✓ L’organo lavorante ad alette determina una minima lavorazione sottosuperficiale che non riduce significativamente il grado di copertura dei residui presenti e, nello stesso tempo, li imbratta di suolo, favorendone una successiva più rapida decomposizione.
- ✓ Si favorisce la creazione dei cosiddetti “biopori” ossia la creazione di una porosità verticale legata alla presenza delle radici che vengono tagliate o estirpate dalle alette. Queste lasciano nel terreno canalicoli di ridotto diametro che facilitano lo sviluppo radicale della coltura successiva e ottimizzano il movimento dell’acqua.
- ✓ La deposizione sottosuperficiale del seme avviene in assenza di residui pagliosi che potrebbero interferire con i processi di germinazione del seme; il contatto seme-suolo è quindi garantito anche in condizioni difficili ad esempio con grande quantità di residui di mais.
- ✓ La profondità desiderata di semina viene mantenuta per effetto del profilo alare delle alette che richiamano l’ancora alla posizione desiderata anche in condizioni difficili quali terreno secco e/o ricco in scheletro. La seminatrice non richiede quindi un carico statico per operare alla profondità desiderata.
- ✓ La multifunzionalità della macchina è data dalla possibilità di seminare colture fitte (ad es. riso, cereali autunno vernini, colza, soia, erbai e colture di copertura) e colture sarchiate come mais e girasole. Può essere usata anche per una decompattazione superficiale (10-15 cm)



la Seminatrice CERERE ed un particolare dell’assolcatore collovati ‘Collovati Opener®’



Grado di copertura del terreno prima e dopo la semina effettuata con la seminatrice Cerere Tecnoagricola (foto Luigi Sartori)

Premio Innovazione Eima 2008

Il Prof. Luigi Sartori dell'Università di Padova, così ha descritto la seminatrice basata sul Collovati Opener® premiata all'edizione 2008 dell'EIMA di Bologna come seminatrice innovativa.

“La polivalenza, e quindi l'economicità di utilizzo, della seminatrice nell'impianto e nella concimazione localizzata della maggior parte delle colture erbacee è evidente e diretta conseguenza del sistema di distribuzione, trasporto e diffusione del seme.

Il suo impiego, aumentando la profondità di lavoro delle ancore, può essere esteso anche alla lavorazione superficiale del terreno e al controllo meccanico delle malerbe in presemina; questo effetto viene ottenuto in virtù della presenza delle alette che effettuano il taglio orizzontale del terreno e svolgono un'azione estirpante. In questo senso l'attrezzatura può rientrare tra quelle consigliate per forme di agricoltura conservativa.

L'innovativa semina sottosuperficiale, garantita dalla conformazione degli assolcatori, si rivela particolarmente positiva per la germinazione del seme e la emergenza delle plantule sia perché non si ha rivoltamento delle zolle, sia perché i residui vegetali, anche se grossolani e abbondanti, vengono aggrediti e comunque non presentano problemi di intasamento per la macchina.

Inoltre l'assenza di dispositivi chiudisolco si concretizza in una grande luce libera tra i singoli organi lavoranti con la possibilità di operare nella più ampia variabilità di condizioni.

La seminatrice può essere impiegata ad elevate velocità di avanzamento, con positivi riflessi sulla capacità di lavoro e sulla tempestività di intervento in ristretti periodi utili. La sua produttività si ottimizza su appezzamenti di elevate estensioni e ampi spazi di manovra.

La polivalenza ha però come contropartita la poco soddisfacente uniformità di semina quando l'attrezzatura è chiamata all'impianto di colture che richiedono la semina di precisione. Si è riscontrata una non trascurabile irregolarità nelle

distanze di collocazione del seme e questo è da attribuire al sistema di distribuzione, di ripartizione e di trasporto pneumatico. D'altra parte i riscontri produttivi ottenuti in confronto con altre modalità di semina non hanno evidenziato accennate divergenze per cui si è inclini a considerare questo parametro scarsamente influenzabile la resa purchè venga mantenuto l'investimento totale per unità di superficie.”

Bibliografia

- Lyon D., Bruce S., Vyn T., Peterson G., 2004. Achievements and future Challenges in Conservation Tillage. Disponibile online: http://www.cropscience.org.au/icsc2004/symposia/2/2/1786_lyond.htm
- Lahamar R. 2010, Adoption of conservation agriculture in Europe: Lessons of the KAS-SA project. Land Use Policy 27, 4–10
- Luigi Sartori Premio Innovazione Eima 2008

2 - Ruolo dell'Agricoltura Conservativa nella protezione del suolo

Gemini Delle Vedove, Tiziana Pirelli

I costi di meccanizzazione non possono essere considerati come gli unici motivi per cambiare la gestione delle colture. Con un approccio più ecologico possiamo puntare senz'altro anche a minori input di fertilizzanti, acqua irrigua e fitofarmaci se riusciamo ad aumentare la fertilità naturale del suolo con l'aumento della sostanza organica che migliora le proprietà fisiche e biologiche ad essa collegate. In questo modo andremmo anche a ridurre i costi ambientali e tenderemmo ad avvicinarci ad una maggiore sostenibilità.

I costi ambientali sono soprattutto legati alle erosioni, ai compattamenti, alle perdite di N, P e fitofarmaci nelle acque e nell'atmosfera ed al contributo alle emissioni di gas ad effetto serra (*Green House gases* GHG).

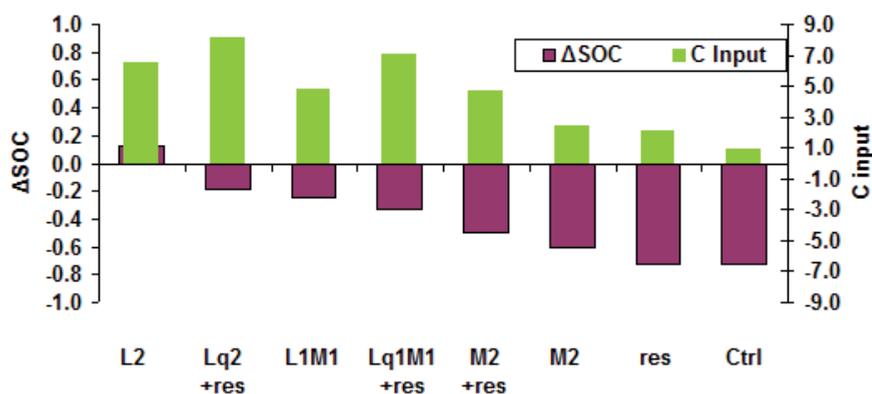
Al settore primario viene attribuito il 6.7% delle emissioni GHG italiane (V° Rapporto Italiano – 2010 UNFCC). In tale rapporto si considerano solamente le emissioni di N₂O (protossido di N) e CH₄ (metano) che, nella situazione della agricoltura italiana, derivano dagli input dei fertilizzanti azotati (N₂O) e dagli allevamenti (CH₄).

Per motivi legati alla procedura di rendicontazione prevista dal protocollo di Kyoto (art.3.4), non è stata calcolata la CO₂ emessa dai suoli agricoli per perdita della sostanza organica del suolo (SO).

Ci sono forti evidenze però che tanti suoli agricoli hanno iniziato negli anni della intensificazione colturale, una riduzione della sostanza organica nello strato superficiale del suolo. Tale perdita di SO a livello globale viene stimata tra il 20 ed il 50% nell'arco degli ultimi 50 anni. Questi valori sono normalmente associati alle intense lavorazioni del suolo, ai minori apporti di letame ed al cambio di rotazione delle colture con la riduzione delle superfici a prato.

In riferimento a questo dato sulla perdita di SO si riportano i risultati di un esperimento di lungo termine (dal 1963 al 2000) condotto a Padova ([Morari et al. 2006](#)). Il grafico dimostra come solo la concimazione letamica annua di 40 t/ha tal quale (L2), sia in grado di aumentare, seppure di poco, il contenuto della sostanza organica in un suolo coltivato a monocoltura di mais. Il trattamento M2 di concimazione minerale doppia (300-66-348 kg/ha/anno di N, P₂O₅ e K₂O rispettivamente) ha fatto registrare una perdita media di SO pari a 0.6 tC/ha anno e quindi in 38 anni ha perso 22.8 tC/ha che corrisponde a circa la metà del valore iniziale.

Quindi, almeno in questo caso, non è vera l'ipotesi che una monocoltura di mais, che produca 10 t·ha⁻¹ di granella, sia in grado, per il suo elevato apporto di residui colturali (comprese le radici si stima che la biomassa apportata sia 1.3-1.7 volte la quantità di granella secca raccolta), di sostenere la mineralizzazione del suolo. Si sospetta addirittura che l'apporto delle paglie di mais possa avere un effetto di accelerazione della mineralizzazione della SO, mentre le radici e gli essudati radicali potrebbero ridurla ([Rasse et al. 2005](#)).



C input	Tesi							
	(tC ha ⁻¹ a ⁻¹)							
Letame	4.3	2.7	2.2	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Liquame	0.0	0.9	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Residui	2.2	4.6	2.7	5.2	4.7	2.4	2.1	0.9
Totale Cinput	6.5	8.1	4.8	7.0	4.7	2.4	2.1	0.9
ΔC suolo (tC ha⁻¹ a⁻¹)	0.1	-0.2	-0.2	-0.3	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7

ΔC suolo: variazione annuale del contenuto di C nello strato 0-30 cm tra 1962.-2000

Effetto della quantità, e della qualità, degli apporti di biomasse al suolo (Cinput tC/ha/anno) sulla variazione del Carbonio Organico del Suolo (ΔSOC tC/ha). Tratto da Morari et al. 2006.

Ci sono infatti evidenze che gli apparati radicali apportano al suolo sostanza organica cCi sono infatti evidenze che gli apparati radicali apportano al suolo sostanza organica che risulta essere più stabile di quella apportata con i residui epigeici. E questo può essere particolarmente evidente per alcune specie come la loiessa o la vecchia (Rasse et al. 2005). In un esperimento (Kong et al. 2010) si è visto che per la vecchia dopo un anno il 54% del C delle radici era ancora presente nel suolo mentre dei residui epigeici ne rimaneva solo il 4%.

Queste evidenze scientifiche indicano come si debba riconsiderare il ruolo della non lavorazione del suolo combinato con un corretto avvicendamento colturale.

Anche prescindendo dalla incertezza sulla reale capacità di accumulo di C nel suolo, che spesso viene attribuito a questa tecnica, molti altri effetti ambientali sono ottenibili e verificabili come quelli legati allo stato strutturale, al ciclo dell'acqua e dei nutrienti, nonché alla vitalità del suolo.

Se consideriamo quali sono i meccanismi in gioco nel bilancio della sostanza organica (vedi BOX Ciclo della SO e BOX Stabilizzazione della SO) possiamo affermare che:

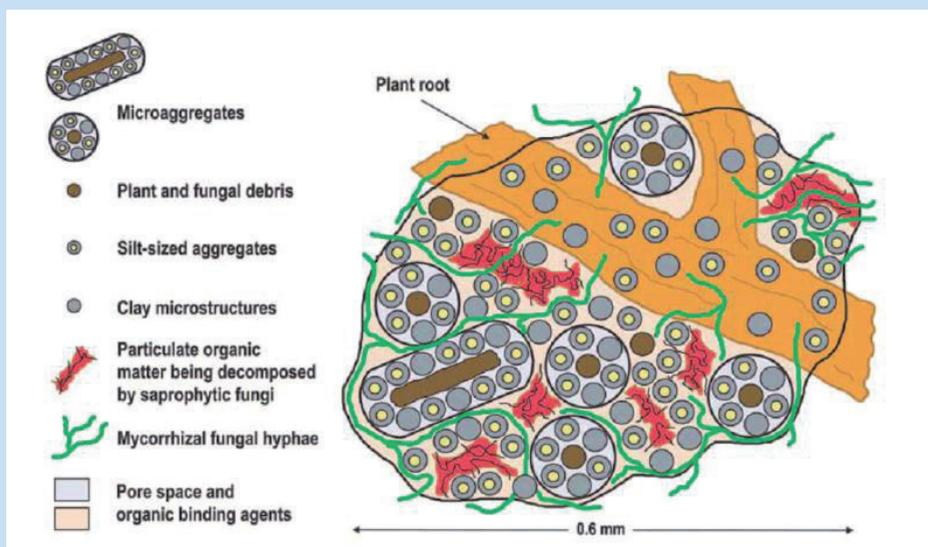
- ✓ La SO del suolo è un grande capitale che ha rendimenti o perdite annue molto ridotte, e pertanto le variazioni, sia positive che negative, sono minime e non misurabili nel breve periodo; occorrono decenni per poter misurare perdite o guadagni sostanziali. Pertanto contro il rischio di perdite non visibili nel breve periodo è meglio applicare le conoscenze attuali per la corretta gestione del suolo.

- ✓ L'apporto di biomasse, siano residui delle colture siano prodotti più o meno compostati, va valutato in relazione al livello di mineralizzazione atteso (K2) e alla quantità presente di SO; maggiore SO o maggiore K2 fanno aumentare le perdite di SO. La SO deve essere mantenuta o aumentata e pertanto, o si agisce sulla quantità (Input) delle biomasse aggiunte e sulla loro qualità (> K1) e/o si riducono le perdite riducendo il tasso di mineralizzazione K2. Per fare ciò le scelte agronomiche più efficaci sono:
 - Ridurre o meglio annullare le lavorazioni del suolo.
 - Proteggere il suolo con i residui.
 - Aumentare i periodi di copertura verde del suolo con le rotazioni e con le colture di copertura. In tale modo si va ad alimentare la vitalità del suolo, si riduce l'attacco dei microrganismi sulla sostanza organica più stabile e si aumenta la stabilizzazione della sostanza organica con un continuo 'lavoro' degli apparati radicali.
 - Preservare o aumentare la struttura del suolo scegliendo specie con apparati radicali fitti, profondi e ricchi in lignina.
 - Non esagerare con l'acqua di irrigazione per non stimolare la biomassa microbica del suolo, generare erosioni e ruscellamento (irrigazione per scorrimento).

APPARATI RADICALI E STABILIZZAZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA

L'azione degli apparati radicali sul processo di stabilizzazione della SO viene attribuito ai seguenti fattori:

1. Le radici sono costituite da molecole di difficile decomposizione
 - Contenuto in lignina doppio nelle radici rispetto ai residui.

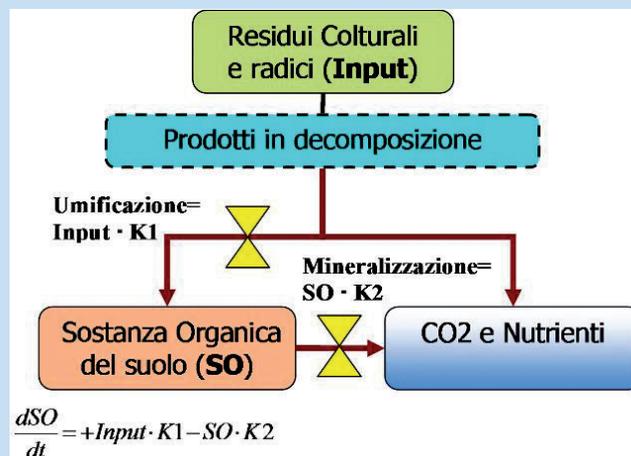


Schema grafico per descrivere la formazione della struttura nel terreno. Si vuole evidenziare l'organizzazione gerarchica dei microaggregati entro i macroaggregati ed il ruolo dei fattori biotici del suolo (radici e decompositori). (Tratto da Post W. et al 2004. BioScience. Permesso richiesto)

- Rapporto lignina/N circa triplo di quello misurato nelle paglie.
 - Contenuto in tannini e suberina di solito superiore nelle radici.
2. Protezione fisico-chimica per adsorbimento sui minerali del suolo
 - Gli essudati radicali insolubili (costituiti da acidi carbossilici, polisaccaridi) si legano con la frazione minerale del suolo (ossidi di Fe ed Al) , quando questa non è saturata dalla SO come succede negli strati più profondi del suolo
 3. Protezione fisica dall'attacco microbico
 - Inclusione dei peli radicali (diametro 5-17 μm) nei microaggregati del suolo (dimensione <250 μm ma i più stabili hanno diametro 2-20 μm); tali siti sono di difficile accesso ad esempio ai batteri che richiedono un diametro superiore ai 3 μm ; per i residui interrati, invece, non si osserva la stessa intensità di inclusione dei loro prodotti di decomposizione nei microaggregati.
 - Gli apparati radicali favoriscono la aggregazione dei microaggregati in cui si ritrovano i peli radicali, creano una maggiore presenza di macroaggregati ad opera dei polisaccaridi della rizosfera, e favoriscono lo sviluppo dei funghi e delle micorize ad essa associati.
 - La non rottura dei macroaggregati, ad esempio con la non lavorazione, favorisce l'azione delle radici nella deposizione di C organico non solo nei microaggregati ma anche nei macroaggregati ed in questo caso la deposizione può essere molto forte (Kong et al. 2010).

SUL BILANCIO DELLA SOSTANZA ORGANICA

La quantità di sostanza organica presente nel suolo è la risultante di un bilancio tra apporti di materia organica soggetta a una rapida decomposizione (umificazione) e perdite della stessa (mineralizzazione). Entrambi i processi di umificazione e



Modello semplificato della dinamica della Sostanza Organica del suolo con indicazione dei processi di umificazione e mineralizzazione. Leggi testo del box per la trattazione del significato dei termini utilizzati nella espressione di bilancio.

mineralizzazione sono controllati dalla attività biologica del suolo (ad es. artropodi, lombrichi, funghi micorizze e batteri). La velocità di entrambi i processi (K1 per la umificazione e K2 per la mineralizzazione), dipende dalle condizioni di umidità e temperatura del suolo, dalla granulometria, dal contenuto di ossigeno, dal pH, dalla natura chimica delle sostanze coinvolte nella mineralizzazione e nella umificazione.

La variazione nel tempo della sostanza organica (dSO/dt) può essere positivo o negativo a seconda che prevalgano i processi di formazione (umificazione) o di decomposizione (mineralizzazione).

Tale variazione non dipende solo dalle velocità dei processi (K1 e K2) ma dipende anche dalle quantità coinvolte, vale a dire dagli apporti (Input) di materia organica al suolo e dalla quantità di materiale organico presente (SO).

A titolo esemplificativo immaginiamo, in una applicazione di questo modello, di gestire una monocoltura di mais (improponibile in regime di Agricoltura Conservativa) in una gestione convenzionale con aratura (CT), convenzionale ad alta intensità (CT intensivo), in semina diretta (NT) ed in semina diretta con una cover (NT cover). Ipotizziamo un suolo della pianura friulana di medio impasto in ambiente irriguo con un livello iniziale di SO del 1.5%. pari a 60 t/ha di sostanza organica nei primi 30 cm (profondità di aratura).

Gestione CT convenzionale di riferimento:

Utilizzando la funzione del bilancio della SO (dSO/dt), ipotizziamo valori di umificazione ($K1=6\%$) e quantità delle biomasse apportate al suolo di 16 t/ha (residui colturali e radici) relative ad una produzione di 12 t/ha di granella secca di mais (160 q/ha di mais al 25% di umidità). Ipotizziamo anche per la stessa gestione un tasso di mineralizzazione della SO (K2) pari al 2.5%, ritenuto adeguato per un clima umido e con temperatura media annua di 13.5°C.

Con queste condizioni il contenuto di SO diminuisce del 13.5% in 40 anni (da 1.5% a 1.3%) e la quantità di SO nello strato di 30 cm passa da 60 a 52 t/ha (-0.2 t/ha/anno).

Gestione CT Intensiva:

La resa aumenta del 16% rispetto al CT ed è pari a 14 t/ha di granella (186 q/ha al 25% di Umidità); il tasso di mineralizzazione aumenta del 2% da 2.5% al 2.6% per effetto di una lavorazione aggiuntiva e di maggiori apporti irrigui, migliore protezione della coltura scelta di ibridi a ciclo più lungo e così via. In questo caso il contenuto di SO diminuisce del 7.7% in 40 anni (da 1.5% a 1.4%) e la quantità di SO nello strato di 30 cm passa da 60 a 55 t/ha (-0.12 t/ha/anno). La intensificazione ha ridotto la perdita di sostanza organica di sole 3 t/ha in 40 anni ma con maggiori consumi di energia e probabili maggiori impatti ambientali.

Gestione NT semplificata

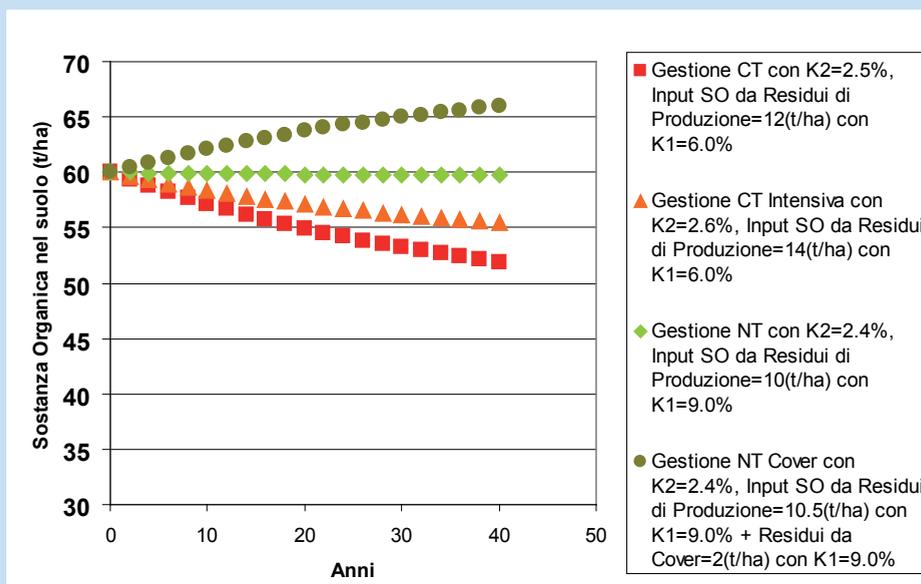
La resa del mais diminuisce del 16% rispetto al CT ed è pari a 10 t/ha di granella (133 q/ha al 25% di Umidità). Questa diminuzione è pessimisticamente cauta e tiene conto di una media di casi aziendali e del fatto che non vengono considerati gli effetti

positivi della strutturazione del suolo indotta dalla semina diretta, sulla resa della coltura. Tali effetti di norma si registrano dopo 3-10 anni dall'inizio della tecnica e possono portare la resa del mais a livelli simili a quelli possibili in CT. Il tasso di mineralizzazione K2 diminuisce del 5% e passa da 2.5% al 2.4% per effetto della protezione del suolo operata dai residui e della minore temperatura del suolo (diminuisce in presenza dei residui di 0.4 – 0.7°C rispetto alla media annua di un terreno lavorato). Per effetto della maggiore presenza di grumi strutturali che proteggono dall'attacco microbico i residui radicali, il tasso di umificazione della biomassa aggiunta al suolo, K1, è stato aumentato dal 6% al 9%. Queste condizioni determinano un sostanziale stato di equilibrio per cui il contenuto di SO rimane costante nel tempo, determinando quindi una minore perdita di 8 t/ha in 40 anni (0.2 t/ha/anno di SO risparmiata) rispetto alla situazione di riferimento.

Gestione NT cover

La resa, anche in questo caso, è pari a 10 t/ha di granella (133 q/ha al 25% di Umidità). Ed è prevista una coltura di copertura che apporta in totale 2 t/ha di biomassa con un indice di umificazione K1 pari al 9%. La resa potrebbe essere anche superiore a quanto previsto per la gestione NT, se si considerano i benefici di una coltura di copertura leguminosa che con questa biomassa potrebbe apportare 60 unità aggiuntive di N. Anche il tasso di umificazione dei residui colturali (K1) e di mineralizzazione (K2) sono stati impostati agli stessi valori utilizzati per la gestione NT.

Queste condizioni determinano, in 40 anni e rispetto al riferimento, un aumento del contenuto di SO che passa dal 1.5% al 1.7%, e la quantità di SO nello strato di 30



Evoluzione della quantità di SO in una ipotetica Monosuccessione di Mais, al variare della gestione del suolo CT o NT, della resa delle colture e dell'uso della coltura di copertura. È stato utilizzato il modello della Figura 1.12.

cm passa da 60 a 66 t/ha (+0.15 t/ha/anno). La intensificazione del NT introducendo la coltura di copertura ha ridotto la perdita di SO di 14 t/ha.

Pertanto risulta che la variazione dSOC del Carbonio della Sostanza Organica del suolo, è direttamente proporzionale alla quantità apportata con concimazioni organiche e/o con i residui colturali. Ma si capisce anche che la qualità della biomassa apportata al suolo incide sul bilancio del SOC.

Riassumendo la quantità di SO presente nel suolo, dipende dai seguenti fattori (→= ha effetto su):

- Tipo e quantità di sostanza organica aggiunta → $K1 > e K2 = <$;
- Contenuto in argilla = $> K1 > e K2 <$;
- Temperatura ed Umidità del suolo → Input $> e K2 >>$;
- Scelte agronomiche: Non Lavorazione → $< K2 e > K1$; Residui in superficie → $K2 <$; Rotazione → Input $> e K1 >$.

2.1 Effetti sul contenuto di sostanza organica

Le ricerche che analizzano l'effetto della gestione NT e di altre tecniche di AC sulla variazione di sostanza organica (SO) nel suolo sono numerose e i risultati non sempre concordano tra di loro

(Angers et al. 2008, Baker, et al., 2007; Ogle et al., 2012, Syswerda et al., 2011)



Rivignano. Terreno Medio impasto limoso prima della semina del mais 2011. In primo piano il terreno gestito NT da 10 anni, che è stato lavorato a 10 cm con la Cerere usata come decompattatore; sullo sfondo il terreno gestito secondo le tecniche convenzionali CT. Il colore più scuro del primo indica un maggior contenuto in sostanza organica.

Baker et al. (2007) hanno verificato che molti studi hanno considerato una porzione molto limitata del profilo del suolo, variabile dai 15 a 30 cm. In molti casi, anche dopo molti anni di NT, la SO ha avuto un incremento significativo, rispetto al convenzionale CT, solo nei 5-10 cm più superficiali e nessun cambiamento è stato registrato negli strati più profondi fino 60 cm (Anger et al. 2008).

Il fatto di non considerare il contenuto di SO negli strati più profondi ha fatto sì che si giungesse ad una sovrastima del sequestro di C nei terreni con lavorazione ridotta rispetto a quelli con lavorazione convenzionale. Lo stesso lavoro inoltre sottolinea l'importanza di attribuire in sede di valutazione del bilancio del C organico nel suolo, un maggior peso al contributo delle radici presenti sotto i 30 cm e suggerisce di utilizzare l'approccio delle masse equivalenti

Come si quantificano le differenze di SO tra CT ed NT

Per una corretta quantificazione della differenza tra CT ed NT in termini di SO (Q_{SO} t·ha⁻¹), i valori Q_{SO} vanno riferiti ad una stessa quantità di suolo detta massa equivalente (M_{eq} t·ha⁻¹) per cui $Q_{SO} = \%SO \cdot M_{eq}$.

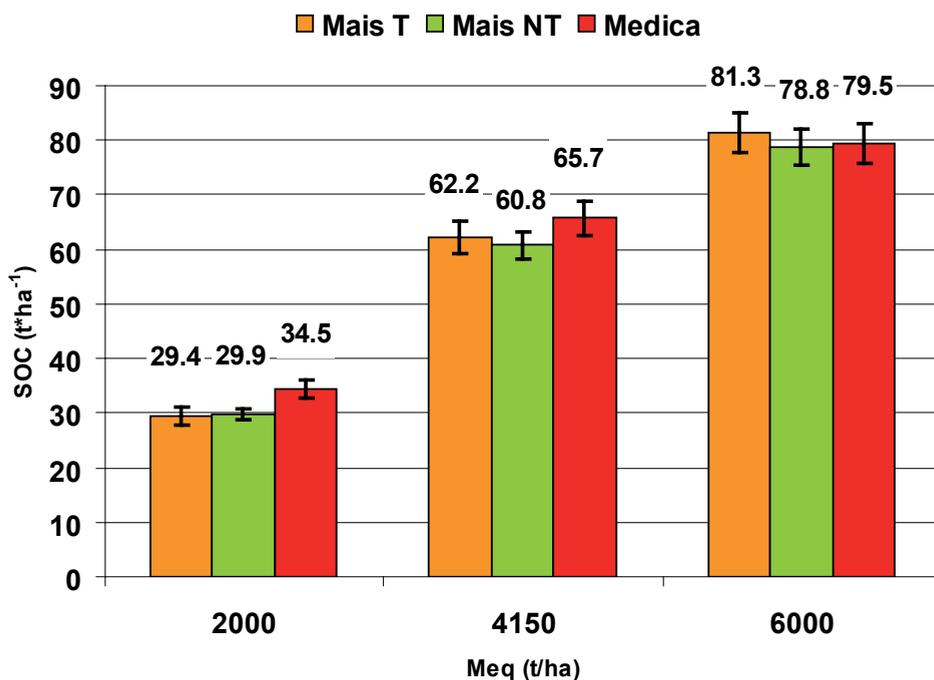
Per determinare questa quantità dobbiamo quindi misurare il contenuto %SO espressa sul peso secco della terra fine (es gC·g_{tf}⁻¹ ·100) e la quantità di terra fine M_{tf} (t·ha⁻¹), presente in un determinato strato h (m) di suolo. Per terra fine si intendono tutte le frazioni di suolo che passano un setaccio di 2 mm (escluso quindi i sassi e tutte le particelle superiori a 2 mm). Per misurare M_{tf} occorre conoscere la densità della terra fine ρ (t·m⁻³), e la profondità h . Siccome però possiamo avere una diversa quantità di suolo per una stessa profondità, perché cambia la densità del suolo tra diverse situazioni di gestione o tessiture, occorre considerare equivalenti (uguali) masse di suolo tra CT ed NT determinando la profondità dello strato h_{eq} che soddisfa la relazione $M_{eq} = M_{tf} \cdot h^{-1} \cdot h_{eq} = \rho \cdot h_{eq}$ per ogni situazione CT ed NT a confronto.

Anche con il contributo del progetto MultiFarm sono state condotte ricerche per verificare eventuali aumenti di SO nel suolo a seguito dell'adozione delle tecniche e dei principi della AC. È stato svolto un intensivo campionamento di suoli in 4 situazioni in cui si potevano confrontare, a parità di tipo di suolo e di successione colturale, gli effetti delle lavorazioni CT vs NT.

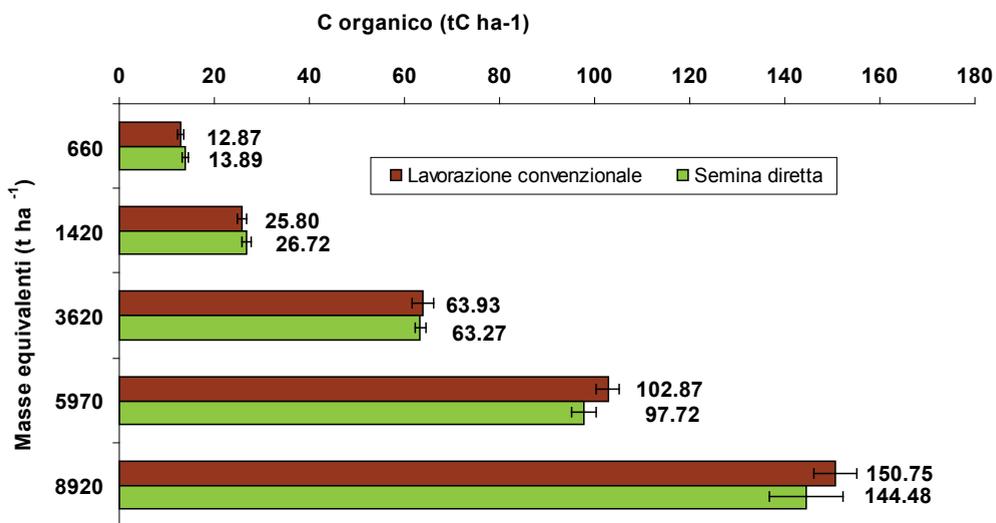
La sintesi di queste analisi conferma quanto visto in premessa.

Non ci sono evidenze chiare di un accumulo di C nella sostanza organica, sia analizzando lo strato 0-30 cm che andando in maggiore profondità. In tre dei quattro casi analizzati è emerso un maggiore contenuto del C organico nei primi cm di suolo delle tesi NT; considerando gli strati di suolo più profondi tale differenza tra CT ed NT non era statisticamente rilevabile anche se si è osservato un maggiore accumulo di C nel sistema CT.

Sempre si verifica una redistribuzione della SO per cui nel NT rispetto al CT il **contenuto** [%SO [gC·g_{tf}⁻¹ ·100] di SO, o di C organico (SOC), risulta tendenzialmente maggiore nei primi 5-30 cm. Alla profondità di aratura si hanno di solito maggiori quantità di SO in CT, mentre al di sotto della profondità di aratura tale valore non cambia tra i due sistemi (Baker et al 2007). Ma se valutiamo le **quantità** [t·ha⁻¹] comparando masse equivalenti di suolo corrispondenti a profondità superiori al piano di lavorazione, possiamo avere valori spesso simili e non necessariamente superiori per NT come si è visto anche nei campi sperimentali parte del progetto MultiFarm.



Contenuto di SO (espressa come C t/ha.1) per masse di suolo (t/ha.1) equivalenti e corrispondenti agli strati 0-20, 0-40 e 0-60 cm. I trattamenti mais CT, mais NT ed una coltura di medica sono rappresentati nell'ordine entro ogni gruppo di barre. Dopo tre anni di mais continuo non si possono rilevare differenze nell'aumento della SO nel suolo. Solamente la Medica evidenzia un accumulo ma non statisticamente significativo.



Contenuto di SO (espressa come C t/ha.1) per masse di suolo (t/ha.1) equivalenti e corrispondenti agli strati 0-5, 0-10, 0-25, 0-40 e 0-60 cm. Il confronto riguarda due terreni confinanti uno gestito con tecnica convenzionale, ed uno con tecniche di AC da 10 anni su suolo medio impasto limoso a Rivignano. I trattamenti convenzionale e la semina diretta non hanno influito in maniera significativa sul contenuto misurato di SO nel suolo.

Se il contenuto di SO viene aumentato in superficie, non va considerato come un aspetto negativo anzi, in fin dei conti sono le buone condizioni fisiche e biologiche alla superficie del suolo che ci possono garantire un maggior successo produttivo. Inoltre come osservato da Ogle. et al., 2012, che hanno indagato gli effetti del NT in tutte le regioni da Nord a Sud degli Stati Uniti, le condizioni pedoclimatiche e la rotazione colturale, hanno forti effetti sia sugli apporti di biomasse al suolo, sia sulla capacità di stabilizzare il contenuto di C nel suolo.

La contabilizzazione del sequestro del C nei sistemi NT

Rimane una criticità riguardo al fatto se conteggiare o no il sequestro di CO₂ nella SO del suolo. Abbiamo visto che è difficile osservare effetti significativi indotti dalla tecnica NT, soprattutto se si considerano gli strati di suolo al di sotto della profondità di lavorazione. Syswerda et al. 2011, hanno condotto una intensiva campagna di campionamenti di suolo, fino ad 1 m di profondità, ed hanno confermato che non ci sono differenze nell'accumulo di CO₂ tra CT ed NT.

Gli stessi autori concludono così riferendosi alle conseguenze che i loro risultati, e quelli di altri autori, possono avere sulle 'policies' del sequestro di C nei suoli agricoli:

“I nostri risultati hanno almeno due importanti implicazioni per il monitoraggio degli 'offset' del C del suolo o per altri sistemi basati sul mercato delle compensazioni dei crediti di CO₂. In primo luogo, il campionamento in profondità è importante, ma in molti casi si richiede una intensa strategia di campionamento per garantire una variazione significativa. Poiché il campionamento del suolo profondo è sostanzialmente più oneroso e costoso del campionamento di superficie e poiché esso presenta piccole differenze, ma con ampia variabilità spaziale, tanto da richiedere una elevata intensità di campionamento, questo tipo di contabilizzazione non può essere economicamente fattibile su larga scala. In secondo luogo, ammessa la difficoltà di documentare il cambiamento in profondità, sia dei guadagni che delle perdite di C, i cambiamenti superficiali sono quantificabili e rappresentano potenziali di mitigazione veri nella misura in cui il C della sostanza organica del suolo può essere conservato a tempo indeterminato” (Syswerda et al 2011).

La vitalità del suolo aumenta con la non lavorazione e la copertura continua del suolo

Con l'intento di misurare effetti positivi sulla qualità biologica del suolo nell'ambito del progetto MultiFarm abbiamo condotto anche analisi su indici di attività enzimatica del suolo. Questi enzimi sono bioindicatori di quantità ed attività microbica del terreno.

I dati evidenziano che i suoli NT hanno una maggiore attività biologica soprattutto in superficie, dove migliori sono le condizioni edafiche e maggiori possono essere le disponibilità di 'cibo' o sostanze da decomporre.

Questo tipo di analisi suggerisce che l'aumento di sostanza organica nel suolo, atteso dalle tecniche di lavorazione conservativa, è possibile eventualmente dopo tanto tempo in quanto la attività biologica del suolo viene stimolata in condizioni NT e questo fatto determina una maggiore decomposizione della sostanza organica presente o aggiunta.

I dati preliminari qui presentati suggeriscono che l'analisi della attività enzimatica può essere utilizzata come un 'bioindicatore', o sensore a risposta rapida, di cambiamenti indotti dalle tecniche di lavorazione ridotta sulla qualità e 'salute' del suolo.

Pertanto se da un lato il potenziale di sequestro della CO₂ e di mitigazione dei cambiamenti climatici, sono incerti e legati al mantenimento della lavorazione ridotta del suolo, dall'altro questa tecnica sembra avere effetti positivi sulla qualità biologica del suolo.

2.2 Erosione e compattamento

La AC pone come una regola imprescindibile la protezione continua del suolo con una copertura vegetale viva (colture, colture di copertura) e/o morta (residui colturali).

Con questa semplice regola si impone praticamente di non lavorare il terreno e comunque di non incorporare i residui..

La presenza dei residui, oltre a dare la garanzia che non si è intervenuti con le lavorazioni, limita di molto i processi erosivi eolici e soprattutto quelli idrici. Questi ultimi sono quelli determinati dalla azione battente della pioggia direttamente sui grumi strutturali superficiali del suolo. Non solamente la pioggia, ma anche le irrigazioni per aspersione hanno questo effetto di spapolamento che preclude alla formazione della crosta superficiale. Una volta ridotte le forze di aggregazione delle particelle di suolo per effetto della energia cinetica dell'acqua o per l'eccesso di acqua che disintegra i grumi strutturali, si determinano le condizioni per un trasporto verso il basso (occlusione della porosità, compattamento), o per un trasporto laterale (ruscellamento) delle componenti più fini del suolo.

Il ruscellamento e l'erosione si verificano quando la intensità della precipitazione (mm/h) è superiore alla velocità di infiltrazione dell'acqua nel suolo.

La compattazione si verifica anche quando si esercita una pressione sulla superficie del suolo a causa di continui passaggi con le macchine agricole. Questo fenomeno riduce la porosità e la permeabilità del suolo. La continuità dei pori si interrompe e il movimento di gas e acqua attraverso il suolo viene rallentato e si riduce anche la disponibilità di acqua per le colture e la concentrazione di ossigeno. Il risultato è che la crescita delle radici è limitata.

Quando un terreno ha una minore capacità di ritenzione idrica, le rese diminuiscono, il ruscellamento delle acque aumenta e il suolo diventa più vulnerabile all'erosione.

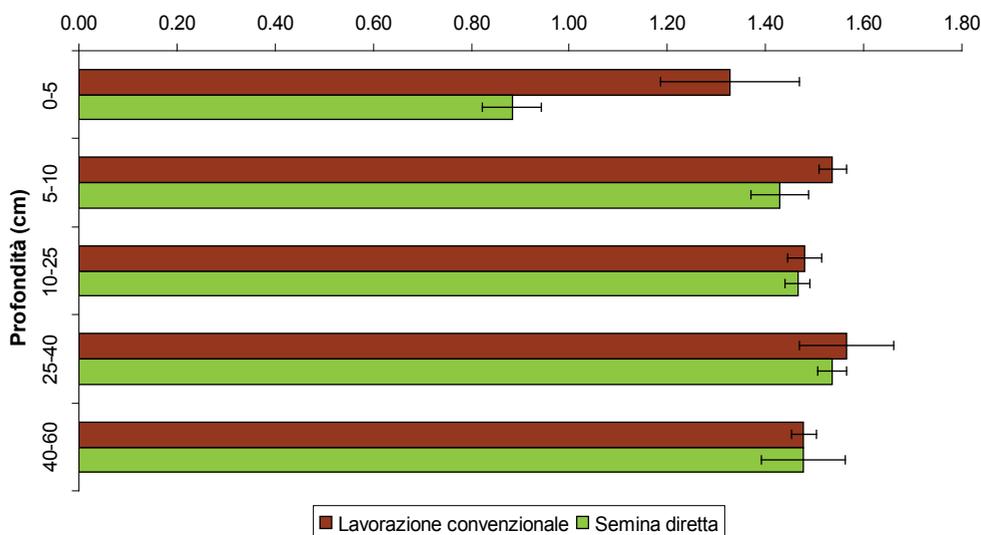
Come si deduce dal grafico ricavato da un confronto, condotto a Rivignano, tra NT di 10 anni e lavorazione CT dopo una coltura di soia, la non lavorazione mostra valori più ridotti di compattamento (densità del suolo) che sono da collegare ad un maggiore livello di sostanza organica, ma anche ad una migliore strutturazione. Tenendo conto che il rilievo è stato eseguito dopo le raccolte delle colture di soia, si deduce come la maggiore 'sofficietà' creata con le lavorazioni di presemina della gestione CT, si sia trasformata in un maggiore compattamento soprattutto in superficie.

In altri casi si è visto che dopo alcuni anni in regime NT, viene a ridursi il compattamento sottosuperficiale a livello della suola di lavorazione, probabilmente per la formazione di una connessione verticale di biopori (effetto dei lombrichi e dei residui radicali); pertanto si presume che in NT le radici abbiano un migliore accesso alle risorse idriche degli strati profondi.

Danni interni causati dall'erosione	Danni esterni causati dall'erosione	Conseguenze del compattamento
<ul style="list-style-type: none"> • Perdita di sostanza organica • Degrado della struttura del suolo • Compattazione del suolo • Ridotta infiltrazione idrica • Ridotto apporto alla falda freatica • Perdita di suolo superficiale • Rimozione dei nutrienti • Aumento della frazione grossolana dei suoli • Formazione di ruscelli e canaloni • Minore produttività del terreno 	<ul style="list-style-type: none"> • Inquinamento delle acque da fitofarmaci • Eutrofizzazione delle acque da nutrienti • Inondazioni • Interramento maggiori costi di manutenzione delle scoline, • Modifiche alle forme di corsi d'acqua • Interramento di vie navigabili porti e lagune 	<ul style="list-style-type: none"> • Diminuzione della velocità di infiltrazione • Ristagni d'acqua (in piano) e conseguente distruzione di aggregati e formazione di incrostamenti superficiali • Aumento dei processi erosivi • Frane superficiali • Minore sviluppo radicale • Minore resa

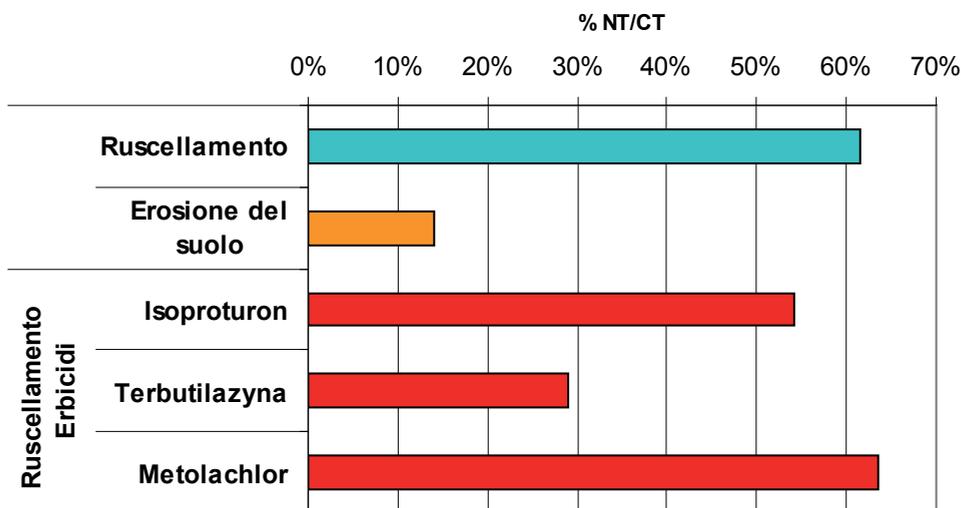
Conseguenze e danni provocati dai fenomeni di erosione e compattamento, sui suoli agricoli. Fonte: Comunità Europee 2009, Scheda informativa n.2, SoCo Project, Maggio 2009, modificata

La presenza dei residui nei sistemi non lavorati (NT) determina come detto anche una riduzione significativa degli inquinamenti da erbicidi ed altri fitofarmaci applicati al suolo. Per una quantificazione si veda il grafico (adattato da Tebrugge et al 1999) che illustra le significative riduzioni di tali processi su terreno di tessitura Medio Impasto Limoso.

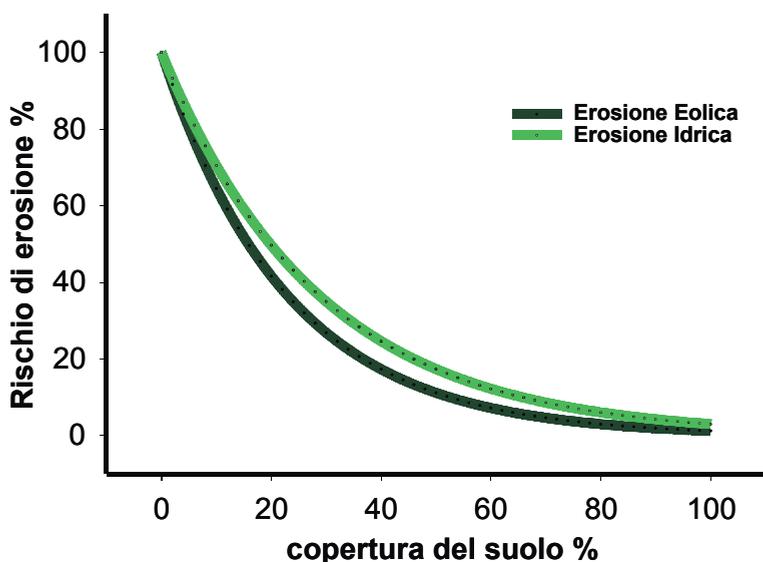


Variatione della densità apparente della terra fine nel profilo 0-60 cm. Il campionamento eseguito alla fine dell'autunno del 2010 su due terreni confinanti uno gestito con tecnica convenzionale, ed uno con tecniche di AC da 10 anni su suolo medio impasto limoso a Rivignano. La semina diretta ha influito in maniera significativa sulla densità del suolo degli strati superficiali (0-15 cm).

Questi positivi effetti della gestione NT sono il risultato di una favorevole condizione idrologica determinata dalle migliori condizioni strutturali. La riduzione del trasporto superficiale dei fitofarmaci è un ulteriore beneficio di tale gestione.



Effetto relativo (% rispetto a CT) della gestione NT sul controllo dei processi erosivi in seguito ad un evento simulato di pioggia di 69 mm/h in suolo di Medio Impasto Limoso. Adattato da Tebrugge et al 1999.



Effetto della copertura del suolo sui rischi di erosione idrica ed eolica. La erosione eolica è stata derivata dal modello RWEQ e quella idrica dal modello RUSLE (Adattato da Merrill, S.D., et al. 2002: Soil coverage by residue in diverse crop sequences under No-till. USDA-ARS. Poster presented at the 2002 Annual Meeting of ASA-CSSA-SSSA, November 10-14, Indianapolis, IN).

2.3 Bilancio idrico

Il ruolo dei residui si apprezza anche sul bilancio idrico del suolo.

Allen et al., 1998 quaderno FAO 56, hanno stimato che la evaporazione si riduce, rispetto ad un suolo senza residui in superficie, del 5% ogni 10% di copertura del suolo.

In una simulazione con AQUACRP (FAO), fatta con i dati meteorologici forniti dalla Osmer-Arpa FVG per la stazione di Talmassons dal 2000 al 2011, si ricava che rispetto al suolo nudo, una copertura del suolo del 40% e dell'80% riduce l'evaporazione di 70 e 115 mm/anno rispettivamente.

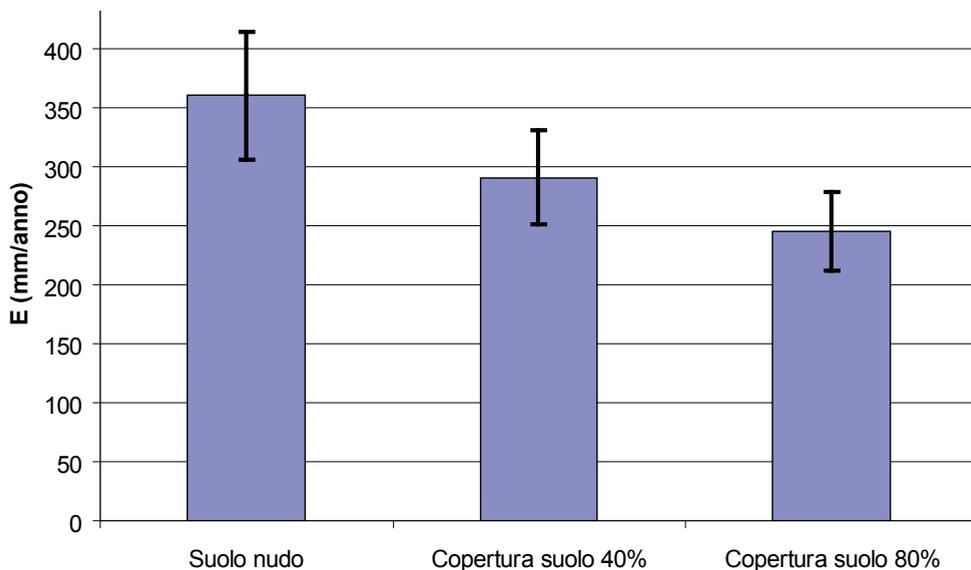
Tali risparmi idrici o vengano utilizzati dalla coltura in condizioni idriche limitanti, altrimenti vanno ad aumentare il drenaggio.

Anche il ruscellamento superficiale viene ridotto in maniera significativa. Basso et al 2010 riportano una diminuzione di circa il 90% su un suolo limoso in provincia di Rovigo che conferma quanto riportato da Tebrugge et al. 1999.

La riduzione della erosione ha un positivo impatto sulla qualità delle acque superficiali (minore inquinamento da fitofarmaci, materiale organico, sedimenti), sulle perdite dei nutrienti adsorbiti sulle particelle di suolo (ad es. P e K) e sulla sostanza organica del suolo.

Per quanto riguarda l'aspetto del drenaggio si è visto che la continua copertura del suolo con i residui colturali, aumenta la infiltrazione e questo è collegato ad una serie di fattori associati con il NT: maggior numero e lunghezza dei biopori verticali favoriti dalla presenza di lombrichi, migliore struttura specialmente in superficie.

Nel 2011 nell'ambito del progetto MultiFarm, si è cercato di indagare questi aspetti circa l'influenza sul bilancio idrologico delle lavorazioni conservative. Il sito sperimen-



Effetto della copertura del suolo sulle perdite annue (mm/anno) per evaporazione. Dati di simulazione con Aqua-crop utilizzando i dati meteorologici di Talmassons (Osmer Arpa FVG 2000-2011). Le linee verticali indicano le deviazioni standard.

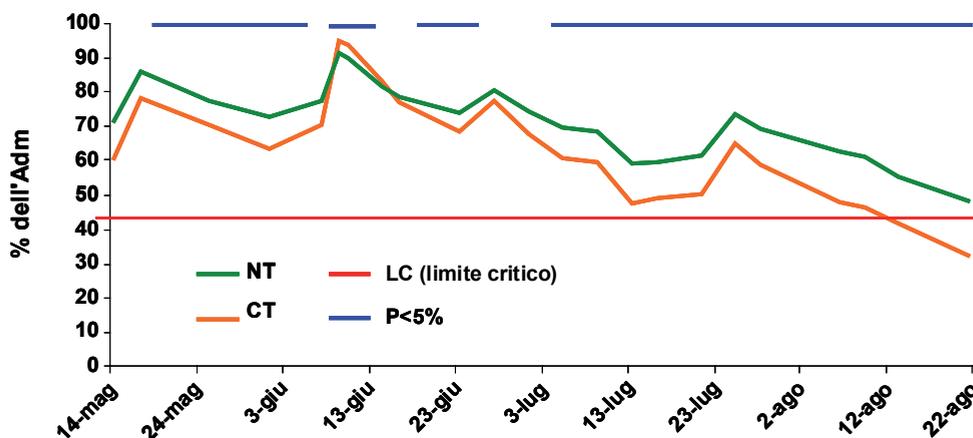
tale volutamente non è stato irrigato per evidenziare l'effetto della gestione NT e della gestione CT in condizioni idriche non ottimali. La tessitura del suolo era: 11% di argilla, 36% limo e 53% sabbia, pH 7.9. L'area NT era gestita in tale modo da 11 anni.

Il monitoraggio dell'umidità del suolo nei primi 40 cm, ha evidenziato un più rapido depauperarsi della riserva idrica in CT rispetto ad NT. Le condizioni climatiche non hanno determinato condizioni di stress idrico se non alla fine del ciclo per le parcelle NT. La risposta produttiva delle 4 cv di mais in prova appartenenti alle classi di maturazione 400 e 500, è stata simile nei due sistemi (150 q/ha alla umidità del 14%) e si ipotizza quindi un'uguale consumo idrico. Il minore consumo di NT della riserva idrica 0-40 cm nelle prime fasi (fino alla fine del mese di maggio) è attribuibile a minore evaporazione dell'acqua dal suolo per l'azione pacciamante dei residui colturali. In seguito si ipotizza inoltre un maggior approfondimento radicale in NT rispetto al trattamento CT. Le condizioni di strutturazione in profondità, valutate empiricamente con un penetrometro, erano migliori nel NT che nel CT.

Quindi **il bilancio idrico colturale migliora in NT** perchè: **si riduce la evaporazione** soprattutto tra la semina e la piena copertura del suolo da parte della coltura; **aumenta la capacità di invaso e la esplorazione degli apparati radicali negli strati profondi**.

I benefici dei residui sul bilancio idrico sono tanto più evidenti quanto più siamo in condizioni di scarsità di risorse idriche.

I vantaggi si riflettono poi in termini produttivi assoluti ed in termini di efficienza nell'uso dell'acqua. Ad esempio quando la copertura del suolo era del 40% o 80% (simulazione sui dati meteo di Talmassons forniti dal servizio regionale Osmer-Arpa) la coltura di mais ha registrato un aumento di efficienza del 10% nell'uso dell'acqua nelle annate più siccitose (2003, 2006 e 2007) e del 7% nelle altre annate. Questo vuol dire che in assenza di irrigazione la produzione simulata è stata superiore (+7%) per il mais NT per le maggiori risorse idriche disponibili per la traspirazione.



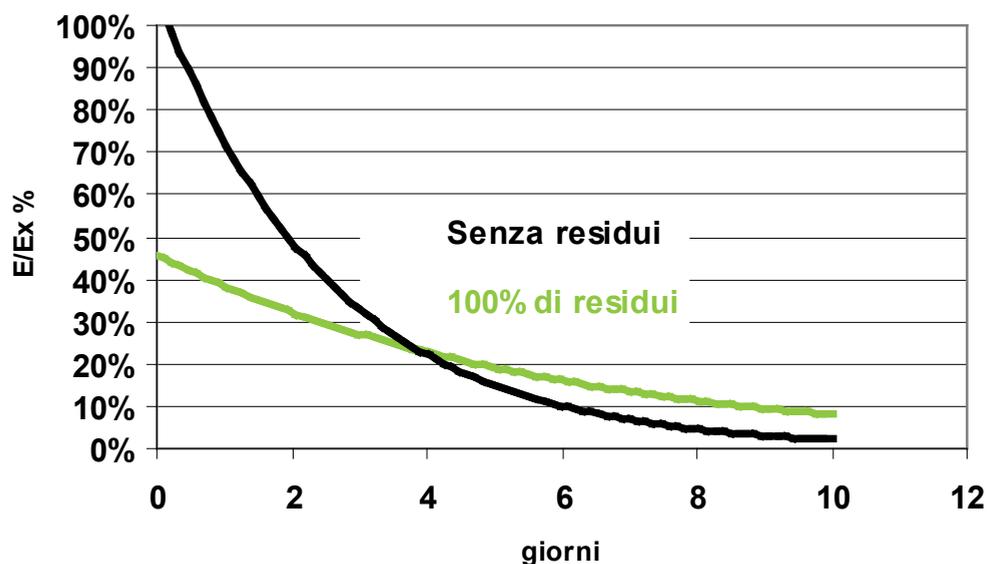
Progetto MultiFarm, Rivignano 2011- Confronto tra gestione convenzionale (CT) e conservativa (NT) su coltura di mais. Contenuto idrico relativo (% dell'acqua disponibile massima) nello strato 0-40 cm. Sono indicati i valori critici di umidità (40% della Riserva Utilizzabile) e i periodi durante i quali l'effetto dei trattamenti a confronto è risultato significativo ($P \leq 5\%$).

Questa simulazione quantifica in 20-30 mm la maggiore acqua traspirata che può tradursi in un risparmio idrico di acqua irrigua almeno corrispondente.

In un'altra esperienza di confronto tra semina diretta e lavorazione convenzionale su residui di soia in asciutto condotta a Premariacco nel 2011 si è potuto verificare che CT ha prodotto $7.8 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (al 14% di umidità) di mais (ds 1.3 n=4), mentre in NT si sono raccolti $9.11 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ (ds 2.3, n=4) (tra parentesi la deviazione standard ed il numero di repliche). La differenza di resa non è risultata significativa, comunque NT non è stato penalizzato.

Il ruolo della copertura dei residui si apprezza inoltre quando la frequenza degli eventi di pioggia, o irrigui sono più distanziati perché minori sono le perdite per evaporazione dalla copertura vegetale, o dai residui bagnati. Questo quantitativo ammonta a circa 2-2.5 mm ad ogni evento di bagnatura.

Un'altro vantaggio della copertura del suolo continua con i residui, è quello di conferire al suolo una maggiore capacità di invaso e una maggiore velocità di infiltrazione; in tali condizioni si può utilizzare un maggiore volume irriguo, con maggiore intensità di pioggia (apprezzabile nei suoli a tessitura fine compattati/destrutturati con bassa conducibilità idrica). Tutto ciò quindi si traduce in sensibili minori costi aziendali per l'irrigazione, e benefici ambientali soprattutto in termini di risparmio idrico.



Esempio di simulazione del controllo della evaporazione relativa dal suolo da parte dei residui. La evaporazione relativa corrisponde alla evaporazione effettiva rapportata alla evaporazione da terreno nudo e bagnato in superficie (Ex). Ipotizzando un valore di Ex pari a 5 mm/giorno, si può calcolare che dopo 4 giorni la minore evaporazione cumulata del suolo coperto dai residui è pari a 5.5 mm ma dopo 10 giorni tale differenza si riduce a 3.7 mm.

Bibliografia

- Allen et al., 1998 quaderno FAO 56
- Angers D.A., Eriksen-Hamel N.S.. 2008. Full-Inversion Tillage and Organic Carbon Distribution in Soil Profiles: A Meta-Analysis. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 72:1370-1374.
- Basch, G., Carvalho, M., 1997. Interactions between soil tillage and water logging. In: Tebrügge, F., Bohrsen, A. (Eds.), *Experiences with the Applicability of No-tillage Crop Production in the West-European Countries. Proceedings of the EC-Workshop III*, Wissenschaftlicher Fachverlag, Giessen, Germany, pp. 99–105.
- Basso B., Ritchie J. T., Grace P.R., Sartori L.. 2010. Simulation of Tillage Systems Impact on Soil Biophysical Properties Using the SALUS Model. *Ital. J. Agron. / Riv. Agron.*, 2006, 4, 677-688.
- Baker, J.M., Ochsner, T.E., Venterea, R.T., Griffis, T.J. 2007. Tillage and soil carbon sequestration. What do we really know? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 118 (1-4), 1-5.
- Kong A.Y.Y., Six J.. 2010. Tracing Root vs. Residue Carbon into Soils from Conventional and Alternative Cropping Systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 74, 1201–1210
- Morari, F., Lugato, E., Berti, A., Giardini, L.. 2006. Long-term effects of recommended management practices on soil carbon changes and sequestration in north-eastern Italy. *Soil Use and management* , 22, 71-81
- Ogle S.M., Swan A., Paustian, K.. 2012. No-till management impacts on crop productivity, carbon input and soil carbon sequestration, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 149, 37-49.
- Rasse, D.P., Rumpel, C., Dignac, M.F.. 2005. Is soil carbon mostly root carbon? Mechanisms for a specific stabilisation. *Plant and Soil*, 269 (1-2), 341-356.
- Syswerda, S.P., Corbin, A.T., Mokma, D.L., Kravchenko, A.N., Robertson, G.P. 2011. Agricultural management and soil carbon storage in surface vs. deep layers. *Soil Science Society of America Journal*, 75 (1), 92-101.)
- Tebrügge, F., Düring, R.A. 1999. Reducing tillage intensity - A review of results from a long-term study in Germany. *Soil and Tillage Research*, 53, 15-28.
- Soane, B.D., Ball, B.C., Arvidsson, J., Basch, G., Moreno, F., Roger-Estrade, J.. 2012. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil and Tillage Research*, 118, 66-87.
- V° Rapporto Italiano 2010 UNFCCC (<http://climate-l.iisd.org/news/unfccc-publishes-italys-ghg-inventory-report/>)

3 - Agricoltura conservativa, biodiversità e naturalità dell'ambiente coltivato

Maurizia Sigura, Francesco Boscutti, Nadia Gambon

Il termine biodiversità viene usato per indicare diversi aspetti dell'eterogeneità degli ecosistemi: dalla numerosità delle specie vegetali o animali presenti, alla variabilità genetica, fino alla diversità del paesaggio. Quando si considera l'azienda agricola ci si riferisce all'insieme di organismi, coltivati o spontanei, presenti dentro e attorno alle aziende agricole che interagiscono come componenti dell'agroecosistema (Nicholls e Altieri, 1999). Questi sovrintendono a diverse funzioni, o servizi ecosistemici, quali la produzione di cibo, fibre, combustibile, ma anche al riciclo dei nutrienti, al controllo del microclima, alla regolazione dei processi idrologici, al controllo di patogeni delle colture, dell'erosione, al sostegno di specie selvatiche (Altieri e Nicolls, 2004). La perdita di questi servizi a causa della semplificazione biologica, derivata ad esempio dall'eccessivo utilizzo di *input* produttivi, dalla sostituzioni degli ambienti naturali, o dalle monosuccessioni, si traduce nell'aumento dei costi di gestione poiché gli agroecosistemi privi di componenti funzionali di base perdono la capacità di autoregolarsi.

Per l'agroecosistema vengono identificati due tipi di biodiversità (Fig. 1):

- la biodiversità programmata, rappresentata dalle specie coltivate (e dall'allevamento) che dipendono dalle scelte dell'agricoltore, dall'organizzazione dell'azienda (es: monocoltura, rotazione) e dall'intensità di gestione (tipo e quantità di *input* produttivi, obiettivi di produzione);
- la biodiversità associata, che comprende la flora e la fauna degli ambienti circostanti al coltivato (naturali o seminaturali) e dipende dalla struttura e dalla conduzione del

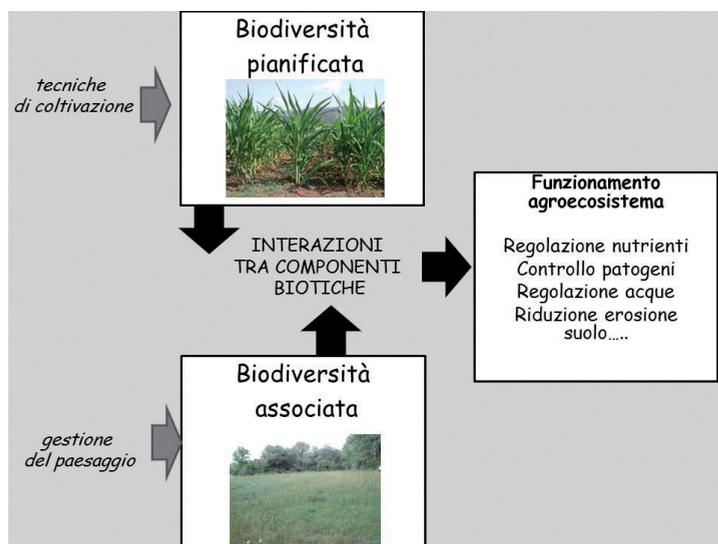


Figura 1: la biodiversità dell'azienda agricola: biodiversità pianificata (colture e allevamenti) decisa e gestita dall'agricoltore e biodiversità associata (organismi degli habitat naturali del paesaggio agricolo) gestita direttamente dagli agricoltori, ma influenzata dagli attori del governo del territorio.

paesaggio entro cui si trovano le colture (Vandermeer e Perfecto in Altieri, 1999), ossia dal paesaggio dell'azienda agricola. Entrambe le componenti sono interdipendenti e contribuiscono ai servizi dell'agroecosistema diventando gli elementi fondamentali dell'equilibrio ambientale del sistema coltivato. Le relazioni complementari tra gli organismi delle due componenti possono indurre effetti positivi sul controllo biologico dei parassiti delle coltivazioni, sulla fertilità del suolo e su altri servizi ecosistemici (Altieri e Nicolls, 2004).

L'insieme delle pratiche agricole rappresenta un disturbo cronico per l'ambiente coltivato, la base per la produttività ma anche la condizione che maggiormente compromette l'equilibrio ambientale. Assieme alla biodiversità anche la naturalità viene utilizzata per monitorare lo stato di compromissione degli ecosistemi, coltivati o naturali. Con naturalità si intende la differenza che intercorre fra lo stato di un determinato ambiente e quello che si dovrebbe avere qualora l'uomo non avesse esercitato alcuna attività, quindi valutando la naturalità si dà una misura del grado di disturbo legato dalle attività antropiche (Pignatti et al, 2001). Flora e fauna sono buoni indicatori dello stato di salute dei sistemi ambientali ed è a questi che si fa riferimento per il suo monitoraggio.

1 - I bioindicatori

Gli indicatori biologici o bioindicatori sono organismi, o sistemi biologici, sensibili a modificazioni della qualità dell'ambiente, che forniscono stime dirette del suo stato e comprendono diversi organismi.

Le specie vegetali sono strettamente legate all'habitat in cui vivono e la loro presenza in un certo luogo dipende da una serie di fattori storici ed ecologici che ne condizionano le funzioni vitali.

Le analisi della flora e della vegetazione permettono di individuare segnali che possono descrivere la qualità dell'ambiente nel suo complesso: ad esempio la distanza dalla formazione vegetale più matura o l'artificialità del sistema se la flora presenta un numero elevato di specie sinantropiche, ossia legate all'uomo. L'esistenza di fattori di stress, il degrado o il disturbo possono essere rilevati attraverso il confronto tra gli spettri corologici calcolati in situazioni naturali e in situazioni alterate. Lo spettro corologico, rappresenta la composizione percentuale relativa all'origine geografica delle diverse specie e può variare anche a seguito dell'incidenza di fattori non naturali, evidenziando un aumento delle specie a larga diffusione (cosmopolite), o estranee alla flora locale (specie esotiche avventizie).

Anche la forma biologica (caratteristica legata alla posizione delle gemme come risposta alle condizioni climatiche) può essere utilizzata come indicatore, ad esempio un aumento delle terofite (piante a ciclo breve) che riescono a sopportare lo stress riducendo il loro periodo vegetativo e riproduttivo a pochi mesi viene assunto come segnale di ambiente disturbato (Mariotti, 1998).

Anche molti organismi animali rispondono ai cambiamenti ambientali, tra questi i coleotteri carabidi sono frequentemente utilizzati come indicatori biologici, poiché in grado di reagire a breve termine alle perturbazioni ambientali, e

di riflettere le risposte di altri taxa o della biodiversità complessiva. La capacità delle carabidocenosi di segnalare il livello di disturbo antropico e l'avvicinamento a condizioni di naturalità di un ambiente sono state dimostrate da diversi studi realizzati, sia in ecosistemi naturali, sia in agroecosistemi (Rainio e Niemelä, 2003, Döring e Kromp, 2003). Le preferenze alimentari sono ritenute indicative del livello di impatto antropico sull'habitat secondo una scala di "opportunità alimentare" crescente che vede come più sensibili al disturbo antropico le specie predatrici (zoofaghe) e fitofaghe (specializzate) e come meno sensibili le specie polifaghe cioè in grado di alimentarsi sia di prede che di piante coltivate o infestanti (Brandmayr et al., 2005). Il potere di dispersione dei carabidi, dato dalla percentuale di individui volatori sul totale, viene ritenuto strettamente dipendente dalla stabilità dell'habitat occupato (Brandmayr et al., 2005, Den Boer et al., 1980). All'aumentare della stabilità dell'ecosistema, aumenta la percentuale di individui brachitteri, mentre in habitat fortemente instabili e disturbati prevalgono le forme alate, in grado di reagire rapidamente al disturbo colonizzando ambienti diversi.

Infine, lo studio della corologia consente di valutare il grado di antropizzazione dell'habitat in quanto i corotipi a larga diffusione (LAD) sono generalmente molto mobili e prevalgono in biotopi recenti, anche antropizzati, in quanto sono poco specializzati e non necessitano di caratteristiche particolari dell'ambiente.

2 – Alcuni indici per la misura di biodiversità e naturalità nei sistemi ambientali

Ricchezza in specie (S)	È l'indice più semplice, misura il numero di specie rilevate nell'unità di campionamento
Diversità di Shannon (H') (Shannon & Weaver, 1949)	Si basa sulla misura dell'abbondanza relativa e considera il numero e l'equitabilità delle specie
Equipartizione di Pielou (J') (Pielou, 1966)	Valuta come gli organismi si distribuiscono all'interno delle comunità, i valori prossimi allo zero identificano comunità caratterizzate da <i>taxa</i> dominanti, mentre i valori prossimi (o uguali) a uno sono tipici di comunità ben equiripartite
Indice di emerobia floristica (HI) (Sukopp, 1972, Kehl, 1995)	Mette in relazione la presenza di specie Neofite e Terofite con la ricchezza in specie. L'emerobia cresce all'aumentare dell'influenza antropica e del grado di disturbo a cui un certo ambiente è sottoposto

3.1 Suolo

La biodiversità del suolo è data dall'insieme e dalla varietà degli organismi viventi (virus, batteri, alghe, funghi, artropodi, lombrichi ecc.) presenti nel terreno che interagiscono tra loro e che stanno all'origine dell'attività biologica, fondamentale per la fertilità. Questa componente dell'ambiente suolo è fortemente influenzata dalle condizioni dell'habitat che la ospita (terreno) e da tutto ciò che può modificarle. Essendo direttamente coinvolta in processi legati alla fertilità, come la trasformazione della sostanza organica, o il miglioramento della struttura, rappresenta un indicatore privilegiato della qualità del terreno. Negli ultimi decenni numerosi studi hanno evidenziato effetti positivi dell'agricoltura conservativa sulla componente biologica del suolo.

In ambiente mediterraneo e per colture di grano duro, dopo cinque anni di No Till è stato registrato un netto miglioramento dell'abbondanza e della ricchezza in specie di invertebrati del terreno (36 specie in No Till, 24 specie in convenzionale) tra cui carabidi e detritivori come formicidi, nematodi e lombrichi (Errouissi et al., 2011).

Il gruppo dei detritivori è particolarmente importante in quanto funge da catalizzatore nel processo di trasformazione della sostanza organica (Lavelle et al., 1997) e da miglioratore della porosità del terreno (Lobry de Bruyn, 1999). L'accumulo dei residui colturali che caratterizza l'agricoltura conservativa favorisce l'instaurarsi di queste comunità che trovano in essi una risorsa di base (Blanchart et al., 2006, Ben Moussa-Machraoui et al., 2010).

Negli Stati Uniti, Overstreet et al. (2011) hanno valutato, su nematodi e lombrichi, l'effetto di lavorazioni convenzionali e a Strip Till combinate con inputs chimici, o agricoltura biologica. I risultati hanno mostrato che nel lungo termine (10 anni) la lavorazione Strip Till ha portato all'aumento della popolazione dei lombrichi di 30 volte rispetto all'aratura. L'aumento di lombrichi e nematodi è stato maggiormente influenzato dalle lavorazioni rispetto alla sola applicazione del metodo biologico ed ulteriormente favorito dalla combinazione delle lavorazioni conservative con quest'ultimo.

L'analisi dei risultati di diversi studi condotti tra gli anni '70 e '90 ha mostrato che la popolazione di lombrichi aumenta con la non lavorazione rispetto alla lavorazione convenzionale; tale effetto è stato attribuito a condizioni del suolo più favorevoli in termini di disponibilità di residui colturali superficiali, migliori condizioni di temperatura e umidità e mancanza di disturbo fisico (Chan, 2001). Molte sono le evidenze dell'effetto positivo generato dalla riduzione dell'aratura sulle popolazioni dei lombrichi (House e Parmelee, 1985; Kladvko, 2001; Chan, 2001; Capowiez et al, 2009; Birkás et al, 2004, Errouissi et al 2011) e di altre componenti della biodiversità del suolo come formicidi, nematodi, micro artropodi (Errouissi et al., 2011 , Overstreet et al., 2010)

L'effetto della non lavorazione sulla biodiversità del terreno inizia già nei primi anni di applicazione. Johnson-Maynard et al. (2007), infatti, hanno rilevato che la densità di lombrichi risulta maggiore già dal terzo anno. Tale differenza fa registrare, nella stagione estiva, 17 individui/m² nei sistemi convenzionali rispetto a 58 individui/m² della non lavorazione. Tuttavia, l'elevata disponibilità di fauna terricola non è risultata collegata ad effetti di miglioramento del terreno poiché non sono state rilevate differenze per proprietà fisiche quali densità apparente del suolo e stabilità degli ag-

gregati. Questo esito è stato attribuito al periodo di gestione troppo breve per risultati apprezzabili, o ad una attività limitata del bioindicatore dovuta a particolari condizioni ambientali.

Tra gli impatti prodotti dalle lavorazioni convenzionali vengono indicati come più influenti il maggiore compattamento che limita il movimento della fauna nel terreno e la veloce decomposizione dei residui colturali, che sottrae disponibilità trofica (Chan, 2001). Le relazioni tra tali effetti non sono del tutto chiari. Infatti prove di lungo termine (15 anni) con diversi apporti di residui colturali e tecniche di lavorazione conservativa, suggeriscono che il disturbo fisico del terreno controlla maggiormente le popolazioni di lombrichi rispetto alla disponibilità di cibo (Eriksen_Hamel et al, 2009).

In ogni caso, non va dimenticato che il suolo è un sistema ambientale complesso ed anche fattori come le condizioni ambientali (in particolare temperatura del suolo e umidità), tessitura e tipo di terreno, interazioni biotiche come sinergismo e predazione controllano le popolazioni di organismi che compongono la sua biodiversità (Kladivko et al, 2001; Virto et al., 2007).

I lombrichi

I lombrichi in Italia sono circa 90 specie, sono organismi utili e spesso fondamentali nel riciclo dei materiali organici (radici morte e lettiera) e nella loro trasformazione in composti umici e nutrienti, facilmente assimilabili dalle piante. Interagiscono positivamente nei suoli e con le piante, sia in pieno campo che in orti e giardini, in ambiente coltivato e naturale (Paoletti, 1998). Una vasta serie di studi ha mostrato un aumento della densità di lombrichi in corrispondenza di limitazione delle lavorazioni del terreno.

No Till	Convenzionale	Condizioni di studio	Riferimento bibliografico
270	90	Terreno poco derenato, con aratura	Boone et al, 1976
137	67	Aratura profonda (30 cm)	Gerard e Hay, 1979
913	213	Aratura, 3 passaggi con discatore e 2 fresature	House, 1985
342	130	Lavorazione a 7 cm e scarificazione	Rovira et al., 1987
275	117	Scarificazione a 10 cm (2 passaggi), erpicatura superficiale (7 cm)	Haines e Uren, 1990
266	48	/	Deibert et al, 1991
467	52	/	Springett, 1992
250	175	/	Francis e Knight, 1993

Abbondanza di lombrichi (n/m²) in No Till e agricoltura convenzionale. Adattato da Chan (2001)

3.2 Colture e margini

Il ruolo svolto dall'agricoltura conservativa sulla biodiversità è importante non solo per il suolo, ma anche per le specie non coltivate presenti in campo e sui margini inerbiti. Gli effetti della gestione conservativa (minima lavorazione e No Till) sulle comunità commensali rispetto alla lavorazione convenzionale hanno evidenziato la diminuzione del numero di specie floristiche comuni e l'esistenza di un gruppo di specie peculiare per gli agroecosistemi condotti con agricoltura conservativa, nonchè la formazione di una comunità vegetale più matura (Zanin et al., 1997). Nell'ambito del progetto Multifarm sono state studiate 14 coppie di appezzamenti adiacenti (Tab.1), condotti con agricoltura conservativa (LC) e convenzionale (LCo), interessati dalla stessa coltura in atto e dislocati in diverse aree geografiche della regione Friuli Venezia Giulia.

Area	Coltura	Gestione	pH (1:2.5 in CaCl ₂ 10mM)	Sabbia (%)	Limo (%)	Argilla (%)	Sostanza Organica (%)	N (%)	C (%)	Olsen-P (mg*kg ⁻¹)
Collina	mais	LC	5.9	37.5	54.5	8.0	4.93	0.16	1.72	21
		LCo	6.3	28.9	58.5	12.5	5.29	0.15	1.61	13
Alta Pianura	soia	LC	6.1	37.9	52.0	10.1	4.69	0.15	1.57	5
		LCo	5.9	35.9	55.0	9.0	5.25	0.16	1.79	17
	cereali a.v.*	LC	6.9	43.4	47.5	9.0	5.26	0.22	2.07	43
		LCo	6.9	46.0	50.0	4.1	4.65	0.16	1.61	19
Bassa Pianura	mais	LC	7.1	55.0	38.5	6.5	6.52	0.24	2.51	49
		LCo	7.2	59.4	40.5	1.0	7.33	0.24	2.79	28
	cereali a.v.*	LC	7.5	25.0	62.5	12.5	3.47	0.16	1.62	11
		LCo	7.5	39.4	56.5	4.1	2.60	0.14	1.34	22
	mais	LC	7.4	16.0	77.5	6.5	2.66	0.13	1.17	8
		LCo	7.5	14.4	76.0	9.5	2.97	0.15	1.32	7
		LC	7.4	37.0	51.0	12.1	4.53	0.17	1.88	20
		LCo	7.4	40.5	51.5	8.0	4.13	0.15	1.68	8
		LC	7.4	15.9	56.0	28.0	7.09	0.30	3.14	28
		LCo	7.3	37.0	45.0	18.0	4.15	0.19	1.87	21
		LC	7.5	28.0	65.5	6.5	2.28	0.11	1.15	14
		LCo	7.51	34.0	61.5	4.6	1.79	0.11	0.93	15
		LC	7.2	51.5	47.0	1.6	2.82	0.17	1.47	63
		LCo	7.3	53.4	43.5	3.0	2.37	0.14	1.19	55
soia	LC	7.2	38.5	47.0	14.6	5.02	0.18	2.01	33	
	LCo	7.2	12.9	75.5	11.6	4.76	0.17	1.79	65	

Tabella 1: aree geografiche, tipo di coltura, sistema di gestione (LC= agricoltura conservativa, LCo= agricoltura convenzionale), caratteristiche del suolo dei 28 siti studiati (*=frumento e orzo).

Caratteristiche dei siti

I suoli: mostrano un pH generalmente neutro o moderatamente acido. In ambito collinare i suoli sono franco limosi (sabbia 28-38%), mentre nell'alta pianura si rilevano suoli franco sabbiosi, con un contenuto in sabbia che oscilla dal 43 al 59%. Terreni franco sabbiosi, franco limosi e limosi (frazione sabbiosa 3%-5%) caratterizzano, invece le aree di bassa pianura (Soil Survey Staff Division, 1993).

Le tecniche colturali: negli appezzamenti convenzionali l'aratura viene effettuata in autunno ad una profondità di 30-40 cm e viene immediatamente seguita da una o due lavorazioni per la preparazione del letto di semina. Nei due sistemi di lavorazione vengono applicate mediamente cinque operazioni colturali, ma va rilevato che nel sistema conservativo il numero di trattamenti erbicidi risulta superiore, per effetto della necessità di contenimento delle colture di copertura. Queste ultime vengono applicate con costanza nel 60% degli appezzamenti condotti con il metodo conservativo.

I risultati dello studio mostrano un elevato numero di specie presenti, sia vegetali che della Carabidofauna, con una diversa affinità per i due sistemi di coltivazione (LC e LCo). Complessivamente sono stati censiti 164 *taxa* vegetali (specie, sottospecie e varietà), 101 all'interno delle colture e 145 all'interno dei margini. Per le comunità commensali delle colture 5 specie sono associate strettamente (Test Chi-quadrato) al sistema conservativo (es. *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli* subsp. *crus-galli*, *Acalypha virginica* e *Amaranthus retroflexus* subsp. *retroflexus*) e 11 (es. *Chenopodium album*, *Veronica persica*, *Solanum nigrum*, *Cynodon dactylon* ed *Equisetum telmateia*) a quello convenzionale. Per le comunità dei margini (FM) sono state individuate 10 specie associate con LC (es. *Equisetum arvense*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli* subsp. *crus-galli* e *Acalypha virginica*) e 5 con LCo (es. *Lolium perenne*, *Carex hirta* e *Lysimachia vulgaris*); queste ultime sono specie caratteristiche dei prati stabili concimati.

Complessivamente sono state rilevate 45 specie di Carabidi, (3945 individui), il 75% degli individui totali catturati appartengono alle tre specie più comuni: *Poecilus cupreus* (59%), *Steropus melas* (8%), *Pseudophonus rufipes* (8%).

Sono state evidenziate (Test Chi-quadrato) 8 specie con affinità specifica ad uno dei sistemi confrontati, delle quali 3 sono associate al LC (*Chlaeniellus nitidulus*, *Brachinus crepitans*, e *Carabus granulatus*) e 5 al LCo (es. *Harpalus distinguendus*, *Pseudophonus griseuse* e *Harpalus affinis*).

Pseudophonus cupreus è la specie che presenta il numero assoluto maggiore di individui catturati: 35% del totale negli appezzamenti gestiti con LC e 24% negli appezzamenti caratterizzati da agricoltura convenzionale.

La possibilità di riconoscere un gruppo di specie caratteristico per le colture condotte con gestione conservativa, può rappresentare un possibile strumento di valutazione del cambiamento delle condizioni del substrato e della gestione nella fase di passaggio dal sistema convenzionale.

Tuttavia, va detto che, nei casi esaminati, i due sistemi di gestione sono comparabili in termini di biodiversità, poiché, pur mostrando un diverso numero di specie (per i vegetali), i valori degli indici utilizzati per misurare la biodiversità (Tab.2 e Tab.3) non sono

risultati diversi in maniera significativa. Ciò ad eccezione della equipartizione dello spazio ecologico (J') per le commensali della gestione convenzionale che risulta maggiore.

Flora	Colture			Margini		
	LC	LCo	Sign.	LC	LCo	Sign.
n. specie totali	61	88		110	115	
S	4.19 ± 0.17	4.95 ± 0.32		9.70 ± 0.46	9.90 ± 0.43	
H'	0.85 ± 0.04	0.97 ± 0.05	*	1.60 ± 0.06	1.59 ± 0.06	
J'	0.58 ± 0.02	0.62 ± 0.02		0.73 ± 0.02	0.70 ± 0.02	
A%	36.05 ± 2.13	23.20 ± 1.85	***	19.96 ± 2.18	12.88 ± 1.46	**
N%	24.51 ± 1.81	0.22 ± 2.15		14.96 ± 1.26	14.20 ± 1.10	
HI	0.77 ± 0.02	0.77 ± 0.02		0.46 ± 0.03	0.41 ± 0.03	*

Tabella 2: numero di specie, valori medi di S, H', J' , HI, n. specie Archeofite (A) e Neofite (N) rilevati all'interno delle colture e nei margini per i due sistemi di coltivazione LC e LCo. Errore standard (\pm s.e.) differenze significative (** 0.001 < p < 0.01, * 0.01 < p < 0.05).

Carabidi	LC	LCo
n. specie totali	45	45
S	4.96 ± 0.29	5.69 ± 0.42
H'	1.06 ± 0.06	1.18 ± 0.06
J'	0.69 ± 0.03	0.75 ± 0.03

Tabella 3: numero di specie, valori medi di S, H', in colture gestite con LC e LCo. Errore standard (\pm s.e.) differenze tra i valori non significative

Se si passa ad analizzare il grado di disturbo dell'agroecosistema (misurato con l'emerobia per la vegetazione) vediamo che questo risulta più basso nei margini rispetto alla vegetazione che accompagna le colture (Tab.2), ma maggiore nei margini associati all'agricoltura conservativa.

Le distribuzioni di specie Neofite e Archeofite, utilizzate come indicatori del grado di invasività delle specie aliene (Jauni e Hyvönen, 2010), confermano la tendenza all'aumento del disturbo nelle fitocenosi gestite in modo conservativo, sia per le commensali delle colture che per i margini. La ricerca non ha avuto come obiettivo l'analisi di relazioni causa ed effetto, tuttavia i risultati sono in linea con quanto emerso in altri studi (Cortet et al., 2002; De Snoo, 1997). Pratiche gestionali come trattamenti di diserbo o caratteristiche delle comunità di avventizie del campo coltivato possono essere ritenute causa dell'incremento del valore di emerobia in questi ambienti (Hald, 1997; Marshall & Moonen, 2002; Hovd & Skogen, 2005; Aavik & Liira, 2010; Deckers et al., 2004). I risultati sottolineano l'importanza di una adeguata gestione dei margini per favorire specie erbacee perenni, la formazione di ambienti con maggior stabilità e ridurre le fonti di disseminazione per le malerbe.

Indicazioni diverse derivano dai gruppi ecologici per i Carabidi (Fig.2), i quali mostrano che nel sistema convenzionale sono più presenti specie polifaghe, opportuniste e generaliste (es. gen *Harpalus*), mentre in quello conservativo prevalgono specie zoofaghe, tipiche di habitat complessi. Nello specifico, in quest'ultimo è stato rilevato un maggiore numero di individui dei generi *Abax* e *Carabus*, specie zoofaghe tipiche delle cenosi dei boschi (Allegro et al., 2001), che richiedono habitat complessi e vengono assunti come indicatori del grado di conservazione dell'ambiente (Niemelä, 2000; Cole, 2002).

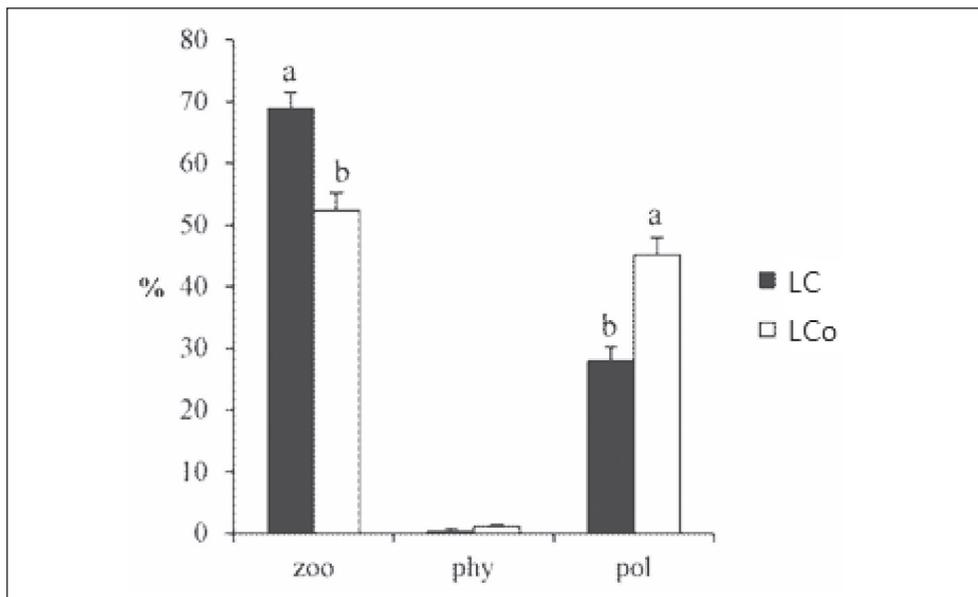


Figura 2: Analisi delle preferenze alimentari (percentuale specie), lettere diverse corrispondono a valori significativamente diversi ($p < 0,05$)

3.3 Paesaggio agricolo

Le coltivazioni non sono ecosistemi isolati, ma parte di un sistema più complesso rappresentato dal mosaico agricolo che costituisce il paesaggio agrario. Per questo, l'azienda agricola è l'insieme dei coltivi ai quali va aggiunta la componente degli habitat naturali, o seminaturali che li accompagnano. La presenza di boschi residuali, siepi, filari di alberi, strisce inerbite, tipici elementi dei paesaggi agricoli tradizionali, è fondamentale per il mantenimento della diversità biologica. Queste zone sono importanti serbatoi di biodiversità, rifugi per la fauna selvatica, per gli insetti utili (predatori e parassitoidi) che contribuiscono a frenare la diffusione di specie nocive per le colture, inoltre supportano anche la diversità della pedofauna, contribuendo così a garantire la fertilità del suolo (Gomiero et al, 2011).

Nelle aziende le componenti coltivato e naturale possono essere accorpate, o distribuite in maniera frammentata in relazione all'organizzazione della proprietà. Tuttavia,

il paesaggio dell'azienda agricola va inteso come il contesto, la parte di territorio, entro cui si collocano le colture.

Quanto può essere diverso il paesaggio agricolo dell'azienda agraria? Per rispondere a questa domanda sono stati studiati i paesaggi di alcune realtà aziendali coinvolte nel progetto MultiFarm con l'obiettivo di capire non solo le differenze in termini di struttura e organizzazione, ma anche di qualità ambientale.

Passando dalla zona collinare a quella di bassa pianura le aziende studiate sono inserite in un contesto segnato da una diversa quantità di ambienti coltivati e naturali dove il numero di elementi, la loro ampiezza, il fatto che siano aggregati o frammentati variano (Fig. 3). Sono state rilevate le coperture erbacee naturali (prati stabili, fasce inerbite, orli arbustivi), le coperture arboree naturali (boschi, siepi arbustive e multiplane), le colture erbacee (seminativi, prati polifiti, erbai, medicai), le colture arboree (imboschimenti artificiali, pioppeti, vigneti) e le infrastrutture (centri abitati e costruzioni). Il calcolo di indici quali la percentuale dei diversi usi del suolo, la densità degli elementi, la dominanza e l'isolamento degli stessi hanno consentito di caratterizzare i paesaggi in termini di intensità dell'uso agricolo.

Usi del suolo	A	B	C	D
erbacee naturali	13	8	1	1
arboree naturali	32	9	4	2
colture erbacee	50	51	83	90
colture arboree	2	31	8	6
Strutture	3	1	4	1
Totale	100	100	100	100

Tabella 4: presenze relative (%) degli usi del suolo nel paesaggio delle aziende studiate (A = Pagnacco, B = Bertiole; C = Rivignano; D = Mereto di tomba).

Si evidenzia un gradiente (Tab.4) contrassegnato dall'aumento della presenza dei seminativi che risultano via via più compatti e dominanti, mentre diminuisce la presenza relativa ed aumenta l'isolamento dei prati, delle fasce inerbite, che assieme a boschi e siepi mostrano una progressiva frammentazione.

Questi sistemi ambientali danno un contributo diverso in termini di biodiversità e naturalità al paesaggio che compongono. Infatti, gli indici per la misura di biodiversità e disturbo indicano che i prati rappresentano gli ambienti più ricchi in termini di specie vegetali (Fig. 4). In questi ambienti secondari, la gestione dello sfalcio ha fatto raggiungere un equilibrio ecologico tra le specie che ne premia la varietà in termini di composizione specifica e di ripartizione dello spazio (Wilson et al., 2012). La biodiversità, misurata per le specie vegetali, è maggiore nei prati e minore nelle siepi, mentre i margini dei coltivi mostrano valori medio alti risultando simili a prati, boschi e orli arbustivi. Boschi e siepi si rivelano, quindi, ambienti a biodiversità medio alta, ma con minori valori di equipartizione, elemento che indica la presenza di un gruppo di specie dominanti. Allo stesso tempo però mostrano un grado di disturbo (indice di emerozia) mediamente basso (Fig. 4), conferendo al valore intermedio di biodiversità un significato ecologico importante poiché principalmente dovuto al contributo di specie caratteristiche degli ambienti più vicini alle tappe stabili e mature della vegetazione.

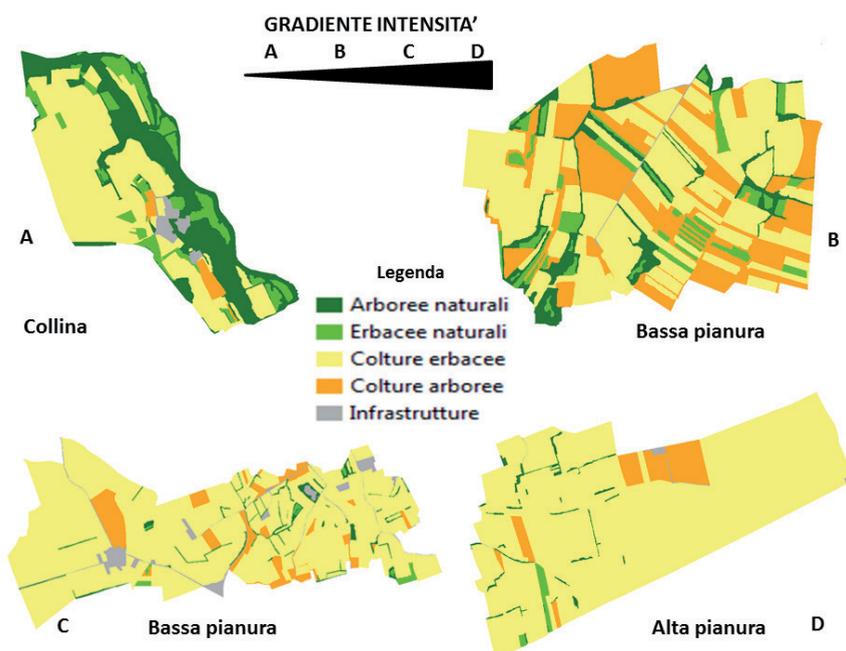


Figura 3: Carte di uso del suolo per la rappresentazione del paesaggio entro cui ricadono i terreni delle aziende agricole studiate, dalla collina alla bassa pianura cambiano i rapporti tra componente agricola e componente seminaturale. Gradiente di intensità crescente dell'uso agricolo del suolo (Principal Component Analysis): A (Pagnacco), B (Bertiolo), C (Rivignano), D (Mereto di Tomba).

Un dato interessante è la ricchezza in specie dei coltivi che risulta paragonabile a quella di ambienti prossimi naturali quali le siepi. Va detto che questo indice valuta unicamente la numerosità delle specie senza considerare il tipo, o il significato ecologico delle stesse. Da qui l'utilità di integrare e interpretare gli indici di biodiversità con quelli di misura del disturbo. L'indice di emerobia (HI) (Fig. 5) rivela che margini e coltivi sono gli ambienti più disturbati, come per altro atteso, poiché i più influenzati dalle attività umane e caratterizzati da molte specie avventizie.

Le analisi svolte per la carabidofauna concordano sostanzialmente con quanto emerso per la flora, poiché gli indici di biodiversità mostrano valori estremi, rispettivamente alti e bassi in prati e coltivi, mentre boschi e siepi presentano valori intermedi e comparabili con le altre classi.

A questo punto ci si può chiedere: questi ambienti hanno caratteristiche diverse se si trovano in paesaggi caratterizzati da una maggiore o minore dominanza dell'agricoltura?

Analizzando le caratteristiche degli ambienti che costituiscono il paesaggio in relazione al gradiente di intensità dell'agricoltura (Fig. 3) si vede che mentre i coltivi mostrano una diversità in specie sostanzialmente omogenea nelle quattro aree (Tab. 5), i margini dell'area (D), con maggior intensità di uso agricolo si differenziano da quelli dell'area in cui sono più presenti ambienti naturali e l'agricoltura è meno dominante (A). Per contro, i prati sono simili nei siti a intensità intermedia (B, C), ma più ricchi nell'area con maggiore dotazione naturale (A). Questo indica che gli habitat del paesaggio non solo hanno diverse potenzialità

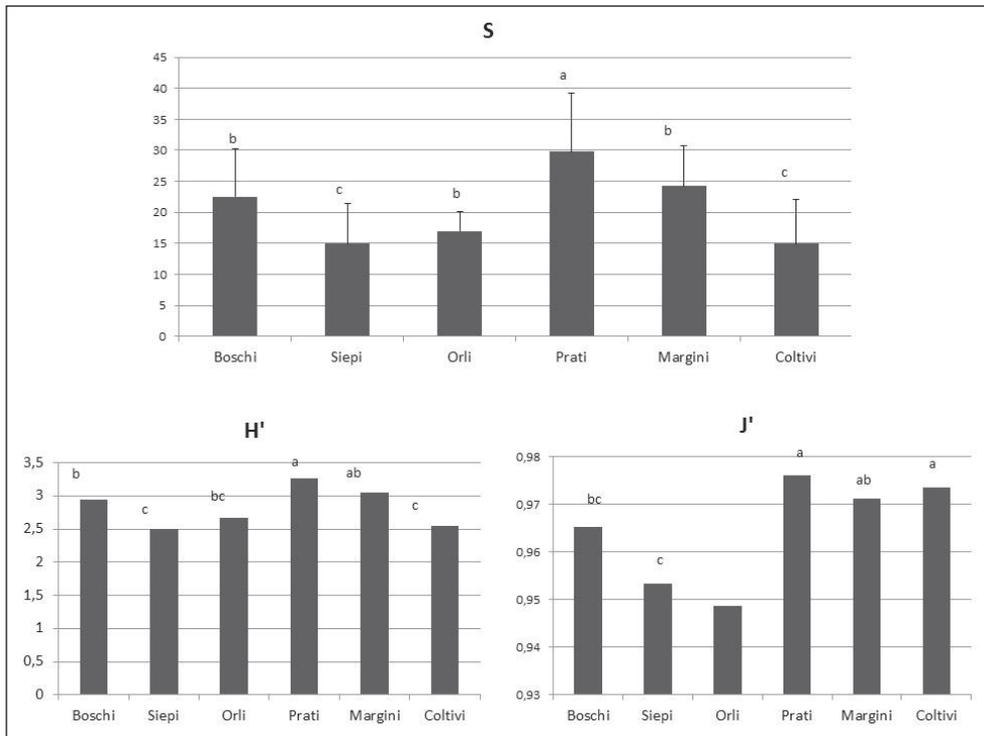


Figura 4: Valori medi degli indici per la misura della biodiversità (S ricchezza in specie, H'Diversità di Shannon, J'Equipartizione di Pielou) calcolati per la flora. Lettere diverse corrispondono a valori significativamente diversi ($p < 0,05$).

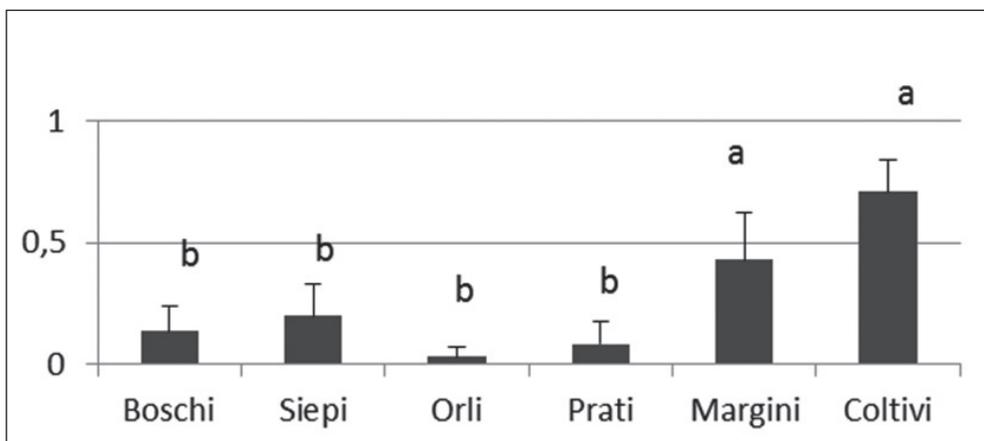


Figura 5: Indice di Emerbia calcolato per la flora, valori medi. Lettere diverse corrispondono a valori significativamente diversi ($p < 0,05$)

in termini di qualità ambientale, ma vengono influenzati dal contesto in cui si trovano. Va inoltre osservato, che la diversità in specie dei prati (Tab.5) del sito A risulta paragonabile a quella dell'area più intensamente coltivata (D), tale risultato viene conferito anche per il grado di disturbo (HI)). Ciò deriva dalle peculiarità ecologiche delle formazioni in oggetto che pur immerse in un contesto fortemente alterato dall'attività agricola, rappresentano lacerti delle praterie magre (magredi) che un tempo erano molto abbondanti lungo tutto l'arco dell'alta pianura friulana, ad indicare che anche situazioni fortemente semplificate possono presentare valori ecologici da salvaguardare e valorizzare.

Componente di paesaggio	Area di studio			
	A	B	C	D
Boschi	3,18a	2,70b	2,71b	2,66
Siepi	2,70a	2,38ab	2,34ab	2,22b
Orli	2,68	/	/	/
Prati	3,47a	3,01b	2,92b	3,17ab
Margini	3,37a	3,13ab	3,05ab	2,71b
Coltivi	2,74	2,31	2,55	2,60

Tabella 5:Indice di Diversità di Shannon, valori medi nelle aree di studio e per i diversi habitat. Lettere diverse corrispondono a valori significativamente diversi ($p < 0,05$)

Alcune considerazioni finali.

La vegetazione e i Carabidi hanno evidenziato la presenza di un gruppo di specie caratteristiche per le colture gestite con agricoltura conservativa. Sebbene questo risultato necessita di ulteriori conferme in contesti agricoli diversi, se confermato potrebbe rappresentare uno strumento di verifica dell'avvenuta trasformazione tra sistema agricolo convenzionale e conservativo.

La sola misura della biodiversità non è stata sufficiente per valutare la qualità ambientale di aree agricole, sia per quanto riguarda gli effetti di pratiche agricole sostenibili, sia del livello di naturalità del paesaggio agricolo. Per le colture condotte con tecniche conservative la flora ha mostrato tendenzialmente un maggiore disturbo, mentre la carabidofauna segnala la presenza di specie di ambiente più stabile, mostrando sensibilità diverse dei due indicatori. Effetti specifici, anche se indiretti, si sono evidenziati anche per i margini inerbiti per i quali la gestione gioca un ruolo importante. Un adeguato numero di sfalci e, ove possibile, l'asportazione della biomassa favorirebbe le specie più esigenti provenienti dai prati stabili.

Per quanto riguarda la dimensione del paesaggio, i prati sono tra gli ambienti che garantiscono il maggior contributo di biodiversità e che complessivamente mostrano minor sensibilità al disturbo. Limitare gli inputs di nutrienti, effettuare sfalci rispettando le fasi di sviluppo del prato (fenantesi) e l'asportazione delle biomasse rappresentano buone pratiche di gestione.

Siepi e boschi sono gli ambienti più maturi della componente naturale, garantiscono un'elevata biodiversità, tuttavia si mostrano sensibili al disturbo legato all'intensificazione dell'uso del suolo agricolo. Ciò fa sì che possano giovare dell'inserimento in ambienti con continuità ecologica ossia accompagnati da fasce inerbite e preferibilmente in continuità con prati o margini.

Bibliografia

- Altieri, M. A., 1999 The ecological role of biodiversity in agroecosystems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74 19-31
- Altieri, M.A., Nicholl, C., 2004. Biodiversity and pest management in agroecosystems (2nd ed.), Food Products Press® ISBN 1-56022-922-5
- Allegro G., 2001 - La carabidofauna dell'Oasi WWF "Il Vernetto" di Rocchetta Tanaro (Asti,Piemonte) (Coleoptera Carabidae). *Riv. Piem. St. Nat.*, 22: 165-182.
- Aavik, T., Liira, J., 2010. Quantifying the effect of organic farming, field boundary type and landscape structure on the vegetation of field boundaries. *Agric. Ecosyst. Environ.* 135 (3): 178-186.
- Birkás M., Jolánkai M., Gyuricza C., Percze A. Tillage effects on compaction, earthworms and other soil quality indicators in Hungary, *Soil & Tillage Research* 78 (2004) 185–196
- Ben Moussa-Machraoui, S., Errouissi, F., Ben-Hammouda, M., Nouira, S., 2010. Comparative effects of conventional and no-tillage management on some soil properties under Mediterranean semi-arid conditions in northwestern Tunisia. *Soil Till. Res.* 106, 247–253.
- Blanchart, E., Villenave, C., Viallatoux, A., Barthe's, B., Girardin, C., Azontonde, A., Feller, C., 2006. Long-term effect of a legume cover crop (*Mucuna pruriens* var. *utilis*) on the communities of soil macrofauna and nematofauna, under maize cultivation, in southern Benin. *Appl. Soil Ecol.* 42, 136–144.
- Boone, F.R., Slager, S., Miedema, R., Eleveld, R., 1976. Some influences of zero-tillage on the structure and stability of a net-textured river levee soil. *Neth. J. Agric. Sci.* 24, 105±119.
- Brandmayr, P., Zetto, T., Pizzolotto, R., 2005. I Coleotteri Carabidi per la valutazione ambientale e la conservazione della biodiversità. APAT, Manuale operativo 34/2005 ISBN 88-448-0152-3
- Chan, K.Y., 2001. An overview of some tillage impacts on earthworm population abundance and diversity-implications for functioning in soils. *Soil Till. Res.* 57, 179–191.
- Capowiez, Y., Cadoux, S., Bouchant, P., Ruy, S., Roger-Estrade, J., Richard, G., Boizard, H., 2009. The effect of tillage type and cropping system on earthworm communities, macroporosity and water infiltration. *Soil Till. Res.* 105, 209–216.
- Cole, L.J., McCracken, D.I., Dennis, P., Downie, I.S., Griffin, A.L., Foster, G.N., Murphy, K.J., Waterhouse, T., 2002. Relationships between agricultural management and ecological groups of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) on Scottish farmland. *Agric. Ecosyst. Environ.* 93, 323–336
- Cortet, J., Ronce, D., Poinot-Balaguer, N., Beaufreton C., Chabert, A., Viaux, P., Cancela De Fonseca, J.P., 2002. Impacts of different agricultural practices on the biodi-

- iversity of microarthropod communities in arable crop systems. *European Journal of Soil Biology*, 38 (3-4): 239-244.
- De Snoo, G.R., 1997. Arable flora in sprayed and unsprayed crop edges. *Agric. Ecosyst. Environ*, 66 (3): 223-230
- Den Boer, P.J., 1980. On the survival of populations in a heterogeneous and variable environment. *Oecologia* 50, 39-53.
- Deibert, E.J., Utte, R.A., Schwert, D.P., 1991. Tillage system influence on earthworms (Lumbricidae) in North Dakota. *N. Dak. Farm Res.* 48, 10±12.
- Döring T.F., Kromp B., 2003. Which Carabid species benefit from organic agriculture? - a review of comparative studies in winter cereals from Germany and Switzerland *Agriculture. Ecosystems and Environment* 98, 153-161.
- Errouissi F., Ben Moussa-Machraoui S., Ben-Hammouda M., Nouira S. 2011. Invertebrates in durum wheat (*Triticum durum* L.) cropping system under Mediterranean semi arid conditions: A comparison between conventional and no-tillage management. *Soil Till. Res.* 112, 122–132
- Eriksen-Hamel N.S., Speratti A.B., Whalen J.K.*, Légère A., Madramootoo C.A., 2009. Earthworm populations and growth rates related to long-term crop residue and tillage management, *Soil Till. Res.* 104 (2009) 311–316
- Francis, G.S., Knight, T.L., 1993. Long-term effects of conventional and no-tillage on selected soil properties and crop yields in Canterbury, New Zealand. *Soil Till. Res.* 26, 193±210.
- Gerard, B.M., Hay, R.K.M., 1979. The effect on earthworms of ploughing, tined cultivation, direct drilling and nitrogen in a barley monoculture system. *J. Agric. Sci., UK* 93, 147± 155.
- Gomiero, T. , Pimentel, D. Paoletti, M. G.(2011). Is There a Need for a More Sustainable Agriculture?, *Critical Reviews in Plant Sciences*, 30: 1, 6 — 23. DOI: 10.1080/07352689.2011.553515
- Hald A.B., 1999. Weed vegetation (wild flora) of long established organic versus conventional cereal fields in Denmark. *Annals of Applied Biology* 134 (3): 307-314.
- Hovd, H., Skogen, A., 2005. Plant species in arable field margins and road verges of central Norway. *Agric. Ecosyst. Environ.* 110 (3-4): 257-265.
- Haines, P.J., Uren, N.C., 1990. Effects of conservation tillage farming on soil microbial biomass, organic matter and earthworm population, in north-eastern Victoria. *Aust. J. Exp. Agric.* 30, 365±371
- House, G.J., 1985. Comparison of soil arthropods and earthworms from conventional and no-tillage agro-ecosystems. *Soil Till. Res.* 5, 351±360.
- Kladivko, E.J., 2001. Tillage systems and soil ecology. *Soil Till. Res.* 61, 61–76.
- Jauni, M., Hyvönen, T., 2010. Invasion level of alien plants in semi-natural agricultural habitats in boreal region. *Agric. Ecosyst. Environ.* 138 (1-2): 109-115.
- Johnson-Maynard J.L., Umiker K.J., Guy S.O. 2007. Earthworm dynamics and soil physical properties in the first three years of no-till management *Soil Till. Res.* 94, 338–345
- Lavelle, P., Bignell, D., Lepage, M., Wolters, V., Rober, P., Incson, P., Heal, O.W., Dhillion, S., 1997. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. *Eur. J. Soil Biol.* 33, 159–193.

- Lobry de Bruyn, C.A., 1999. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agric. Ecosyst. Environ.* 74, 425–441.
- Mariotti, M.G., 1998, Flora e vegetazione, In *Biondicatori Ambientali*, a cura di Francesco Sartori. Fondazione Lombardia per l’Ambiente. ISBN 88–8134–039–9
- Marshall, E.J.P, Moonen, A.C., 2002. Field margins in northern Europe: their functions and interactions with agriculture. *Agric. Ecosyst. Environ.* 89 (1-2): 5-21.
- Niemelä, J., Kotze, J., Ashworth, A., Brandmayr, P., Desender, K., New, T., Penev, L., Samways, M., Spence, J., 2000. The search for common anthropogenic impacts on biodiversity: a global network. *Journal of Insect Conservation* 4, 3-9
- Rainio J., Niemela J., 2003. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation* 12, 487-506.
- Overstreet L.F., Hoyt G.D., Imbriani J. 2010. Comparing nematode and earthworm communities under combinations of conventional and conservation vegetable production practices, *Soil Till. Res.* 110, 42–50
- Paoletti M.,G., 1998, In *Biondicatori Ambientali*, a cura di Francesco Sartori. Fondazione Lombardia per l’Ambiente. ISBN 88–8134–039–9
- Pignatti S., Bianco P. M., Fanelli G., Paglia S., Pietrosanti S., Tescarollo P., 2001. Le piante come indicatori ambientali. Manuale tecnico-scientifico. Agenzia Nazionale per la Protezione dell’Ambiente.
- Rovira, A.D., Smettem, K.R.J., Lee, K.E., 1987. Effect of rotation and conservation tillage on earthworms in a red-brown earth under wheat. *Aust. J. Agric. Res.* 38, 829±834.
- Soil Survey Division Staff, 1993. Soil survey manual. Soil Conservation Service. U.S. Department of Agriculture Handbook 18. <http://soils.usda.gov/technical/manual> (access March 2012)
- Springett, J.A., 1992. Distribution of lumbricid earthworms in New Zealand. *Soil Biol. Biochem.* 24, 1377±1381
- Virto, I., Imaz, M.J., Enrique, A., Hoogmoed, W., Bescansa, P., 2007. Burning crop residues under no-till in semi-arid land, Northern Spain—effects on soil organic matter, aggregation, and earthworm populations. *Aust. J. Soil Res.* 45, 414–421
- Wilson, J. Bastow, R. K. Peet, J. D., Meelis P. (2012) Plant species richness: the world records. Herausgegeben von Michael Palmer. *Journal of Vegetation Science*
- Zanin, G., Otto, S., Riello, L., Borin, M., 1997. Ecological interpretation of weed flora dynamics under different tillage systems. *Agric. Ecosyst. Environ.* 66, 177-188

4 - Aspetti applicativi dell'Agricoltura Conservativa

Gemini Delle Vedove, Stefano Bortolussi, Mauro Collovati, Simone Snaidero

Nei paragrafi seguenti esamineremo alcune tecniche colturali, evidenziando le modalità applicative che differenziano la Agricoltura Conservativa dalla Agricoltura Convenzionale.

È sottinteso che si fa riferimento ad una applicazione continuativa e non saltuaria, della non lavorazione o della lavorazione minima, tale da garantire una continua e significativa copertura del suolo nel corso dell'anno. L'intento è di fornire alcuni elementi per le scelte operative, in contesti pedo-climatici simili a quelli che si possono riscontrare nelle aree della media e bassa pianura friulana. Ci sono anche elementi che riteniamo utili per la definizione di possibili incentivi alla diffusione della Agricoltura Conservativa.

4.1 La rotazione colturale

L'avvicendamento colturale o rotazione, è richiesto dai principi della Agricoltura Conservativa ed è necessario soprattutto nei sistemi a semina diretta (NT dall'inglese No-Till).

Questo 'vincolo' potrebbe determinare una forte limitazione alla diffusione del sistema per la perdita di redditività aziendale percepita soprattutto da parte delle aziende maidicole.

Sappiamo quanto la coltura del mais sia importante nella regione Friuli Venezia Giulia, essendo molto diffusa come monocoltura e per tale motivo trattiamo con maggiore attenzione l'avvicendamento di questa coltura nel sistema conservativo.

L'applicazione della semina diretta in una monocoltura di mais determina una maggiore probabilità di sviluppo di popolazioni indesiderate di patogeni, parassiti (ad esempio la Diabrotica) ed infestanti. Questa coltura produce una grande quantità di residui, che, anno dopo anno, si accumulano in superficie e vanno ad accentuare la riduzione della temperatura del suolo in primavera (0.5-1.5 °C in meno sulla media giornaliera nei primi 5 cm di suolo). L'effetto risultante è, di solito, uno sviluppo iniziale delle colture a semina primaverile più lento rispetto a quanto si può osservare in un terreno arato.

Esperienze del corn-belt americano suggeriscono almeno una rotazione biennale mais-soia per meglio gestire la notevole massa di residui prodotti dal mais ma anche per contenere le riduzioni di resa della coltura in monosuccessione NT. In suoli limo argillosi che hanno rese di mais in monosuccessione CT di circa 12 t·ha⁻¹ di granella, in sistema NT le rese si riducono a 10 t ha⁻¹ (-18%). Nella rotazione biennale Mais-Soia invece le rese sono di 12.4 e 12.2 t·ha⁻¹ di granella rispettivamente per CT e NT.

Ovviamente le scelte dell'agricoltore sono guidate dalla redditività, e dalle esigenze del suo ordinamento produttivo (ad es. zootecnia), ma spesso i conti economici dell'agricoltore non tengono conto di tutte le voci di costo delle stesse colture e degli effetti della rotazione sull'organizzazione aziendale e sulla gestione delle colture.

Bisogna valutare poi che la soia può rilasciare a beneficio del mais seguente 40-60 kg ha⁻¹ di N. Se vogliamo ricostruire un buon grado di strutturazione del terreno bisogna ricordare che la monocoltura di mais ha un effetto limitato su tale parametro, in quanto i suoi apparati radicali non sembrano aumentare in modo significativo la sostanza organica del suolo.

Gli elevati volumi irrigui, il numero, la tipologia ed i periodi in cui sono richieste le operazioni colturali per questa coltura, possono accentuare il compattamento del suolo.

Pur considerati tutti questi aspetti, e verificato che la redditività aziendale richiede una maggior presenza della coltura del mais, si pone il problema di come mantenere elevati i livelli produttivi dei sistemi NT in rotazioni colturali semplificate tipo Mais-Soia o Mais-Mais-Soia. Nel caso della coltura del mais la tecnica di semina strip-tillage (ST) sembra rispondere a questa richiesta in quanto risolve alcuni problemi accentuati dalla monosuccessione del mais quali la minore temperatura del letto di semina ed il compattamento della fila. Lo ST può essere una tecnica di semina da utilizzare specificatamente per la semina del mais, in quanto garantisce migliori produzioni rispetto alla semina diretta, soprattutto nei terreni con ridotta strutturazione.

Anche la tecnica ST però non può essere intesa come una possibilità di coltivare il mais per più di 2 anni consecutivi, e non può prescindere da una attenta gestione dei residui e dall'uso delle colture di copertura che compensino la ridotta capacità strutturante dei residui radicali del mais.

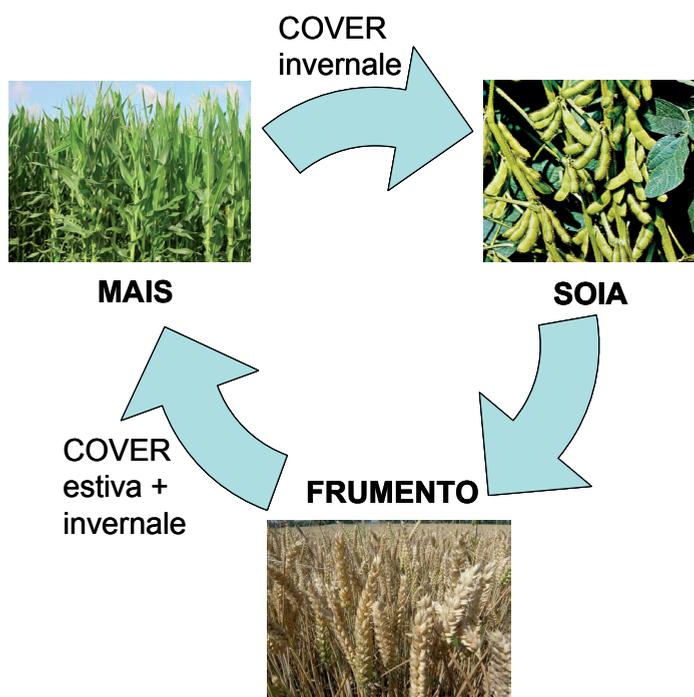
La elaborazione di un piano di avvicendamento deve per forza tenere conto di tanti fattori tra cui le condizioni pedoclimatiche, la disponibilità di acqua irrigua e le condizioni di mercato assumono un ruolo prevalente anche dal punto di vista del reddito aziendale.

L'elaborazione di una corretta rotazione deriva da due fasi: i) la scelta delle colture possibili in una determinata situazione pedoclimatica e di mercato e ii) la successiva definizione della rotazione vera e propria, guidata dal principio di alternare le colture in modo che effetti positivi e negativi vengano compensati il più possibile nell'ambito della rotazione. Tali effetti vanno valutati nel contesto della sostenibilità generale. Pertanto la sostenibilità economica viene soddisfatta individuando le colture più redditizie e compatibili con l'organizzazione aziendale (meccanizzazione, manodopera). In secondo luogo devono essere valutate rispetto agli effetti che le stesse colture hanno su: livello di protezione/strutturazione del suolo, richiesta di nutrienti e grado di controllo dei parassiti e delle piante infestanti.

Nel caso specifico del metodo della Agricoltura Conservativa, occorre evidenziare l'importanza di gestire correttamente i residui e favorire una loro giusta decomposizione (ad es. notevoli nel caso del mais), trattandoli in modo adeguato subito dopo la raccolta. L'uso sistematico delle colture di copertura può avere effetti diretti ed indiretti anche in tale senso.

In questo approccio vengono richieste competenze professionali ed esperienza delle condizioni locali.

Senza entrare in ulteriori dettagli sul metodo di costruire le rotazioni, ricordiamo comunque gli obiettivi di base della Agricoltura Conservativa che sono quelli di preservare e favorire i processi che aumentano la sostanza organica del suolo, la attività biologica e tutte le proprietà ad esse collegate.



Esempio di avvicendamento ottimale per una gestione conservativa nella bassa pianura friulana. Si evidenzia la successione tra colture con diverse caratteristiche ed il posizionamento delle colture di copertura.

L'avvicendamento culturale proposto in figura, viene applicato nella bassa pianura friulana, su terreni di medio impasto, profondi che possono usufruire di irrigazioni di soccorso. Esso prevede la rotazione mais-soia-frumento ed ha le seguenti caratteristiche:

- ✓ Sfrutta i noti vantaggi dati dall'avvicendamento delle colture per quanto riguarda il controllo dei patogeni delle infestanti ed il bilancio dei nutrienti.
- ✓ La presenza delle colture graminacee (mais e frumento) è elevata (67%) ma queste sono separate da lunghi periodi intercolturali con presenza di altre famiglie botaniche (es. soia e cover estiva/autunnale con leguminose).
- ✓ Alterna colture aventi periodi di crescita, esigenze nutrizionali e gestionali differenziate.
- ✓ Permette la gestione ottimale dei residui in superficie e limita la trasmissione delle patologie da una coltura alla successiva. Per esempio il frumento dopo mais, anziché dopo soia, sarebbe fortemente attaccato da patogeni quali fusariosi e mal del piede.
- ✓ Prevede un uso ottimale delle colture di copertura sia invernali che estive.
- ✓ Permette una migliore distribuzione nel corso dell'anno della manodopera, ed ottimizza l'organizzazione aziendale, per esempio, nel caso della gestione irrigua.
- ✓ Riduce i rischi climatici tipo grandine e siccità.

Molto interessante è l'attuazione delle colture di copertura rappresentate dalla consociazione di essenze graminacee e leguminose, così da combinare al meglio gli effetti agronomici delle due famiglie. Le colture di copertura nel caso specifico sono così composte:

- ✓ Colture invernali: dopo la raccolta del mais, semina superficiale, ad es. con strigliatore, di miscuglio aziendale con orzo avena o segale (90 kg/ha sono sufficienti). Tale copertura recupera parte dell'azoto residuale della coltura del mais ed altri nutrienti (15-45 kg/ha di N e K₂O, e 7-15 kg/ha di P₂O₅) ed esercita una blanda azione strutturante. La devitalizzazione sarà fatta con Glyphosate 20 giorni prima della semina della soia. In tale modo si eliminano anche le emergenze primaverili delle piante infestanti. Per aumentare la biomassa prodotta, è importante che le semine siano eseguite entro il mese di settembre, di conseguenza la scelta degli ibridi di mais deve limitarsi alle classi di maturazione 500 o inferiore.
- ✓ Colture estive: dopo la raccolta del frumento ed in previsione di pioggia o comunque sfruttando l'umidità residua del suolo, si opera una semina diretta senza disturbare la copertura dei residui (per limitare le perdite di acqua). Le specie utilizzate sono Sorgo ibrido o sudanese (10-15 kg/ha) + vecchia sativa (40 kg/ha). L'effetto del miscuglio è molto buono in termini di biomassa prodotta, di azione delle radici nel creare i biopori e di controllo delle infestanti anche perennanti. Durante l'inverno il sorgo disseca mentre ad inizio primavera sarà necessario intervenire con Glyphosate e/o con lo strigliatore o con una lavorazione superficiale (anche strip-Till) per ridurre e distribuire sulla superficie i residui della vecchia e del sorgo e preparare il suolo nel modo migliore alla semina del mais. Questo miscuglio apporta dai 70 ai 100 kg di N e K₂O per ettaro e circa 30-40 kg per ettaro di P₂O₅, che sono da considerare nel successivo piano di concimazione della coltura del mais. Altre colture possono sostituire questo miscuglio ad es: meliloto, grano saraceno, rafano, trifoglio incarnato. La scelta dipende dalle funzioni prevalenti che la cover deve svolgere: rinettante, nutrizionale, ammendante, biocida, decompattante ecc.

4.2 Controllo delle infestanti

Le lavorazioni esplicano importanti funzioni nel controllo delle erbe infestanti permettendo la distruzione o la devitalizzazione dei loro organi vegetativi e di moltiplicazione che vengono messi a nudo o interrati in profondità. Nel sistema NT il controllo delle malerbe non può prescindere dall'uso degli erbicidi, ma vale la pena di ricordare le possibilità di controllo fisico e biologico delle infestanti con lavorazioni superficiali o, meglio, sottosuperficiali, ed il ruolo che i residui in superficie e soprattutto le cover hanno sullo sviluppo delle infestanti. Teniamo presente, poi, che nel sistema NT la popolazione dei semi delle infestanti rimane confinata in superficie. Questo determina lo stimolo delle attività di predazione dei semi da parte degli insetti e dei funghi, delle limacce delle arvicole e degli uccelli (Zanin G. et al 1997) ed una ridotta scalarità nelle emergenze delle piante infestanti, che favorisce l'efficacia dei trattamenti diserbanti.

Per quanto riguarda il diserbo chimico ricordiamo le principali tipologie di applicazione degli erbicidi:

1. **Trattamenti in pre-semina.** Questi sono eseguiti prima della semina della coltura per devitalizzare le colture di copertura e/o la vegetazione spontanea già emersa. Nel caso della AC vengono di solito utilizzati prodotti a base di Glyphosate (0.8 kg/ha di principio attivo sono sufficienti), che ha una azione sistemica e non è selettivo.

L'uso di tale principio attivo va fatta per tempo 15-20 giorni prima della semina, per ridurre possibili, e non ben compresi, effetti di fitotossicità sulle colture seguenti (si veda AA.VV. 2009). Soluzioni alternative sono l'uso degli erbicidi totali di contatto a base di glufosinate d'ammonio e di diquat che però risultano essere più costosi del Glyphosate. Si possono usare anche sistemi fisici quali i rulli a losanghe, o lavorazioni ridotte comunque superficiali che 'scalpano' le radici delle piante presenti (ad esempio denti alettati tipo 'Collovati Opener').

2. Trattamenti di pre-emergenza. Riguardano soprattutto le colture primaverili estive o le autunnali precoci come il colza. Vengono eseguiti dopo che la coltura è stata seminata ma prima che le infestanti siano "emerse". Si utilizzano prodotti che agiscono sui semi in via di germinazione o su piante appena nate o che possiedono una certa persistenza d'azione. Questi trattamenti sono molto diffusi nella pratica CT ma nella semina diretta l'attività erbicida è condizionata dalla presenza dei residui che possono intercettare il principio attivo. La efficacia di azione dipende dall'umidità del suolo e dall'andamento climatico. Tendenzialmente in presenza di residui si fa uso degli interventi di pre-semina e di post-emergenza.
3. Trattamenti in post-emergenza. L'intervento si esegue allorché la coltura è nata e le piantine infestanti sono anch'esse emerse in tutto o in parte dal terreno. Si impiegano prodotti che agiscono principalmente per contatto o per sistemica più o meno pronunciata. I trattamenti in post-emergenza permettono di intervenire quando l'infestazione è già visibile e quindi in grado di consigliare l'agricoltore circa la scelta del p.a.. La loro efficacia inoltre è meno influenzata dalla presenza dei residui al suolo. Le strategie d'uso dei prodotti di post emergenza in NT non si differenzia rispetto al sistema CT e pertanto possono seguire gli stessi principi e modalità di applicazione ad esempio la distribuzione frazionata.

Tuttavia, mano mano che si consolida il regime di non lavorazione, lo spettro delle infestanti cambia parzialmente, in quanto la non lavorazione favorisce alcuni gruppi di malerbe a scapito di altri. In particolare si potrà verificare un aumento delle geofite (piante a propagazione vegetativa: *Sorghum halepense*, *Equisetum* spp, *Convolvulus arvensis*, *Cynodon dactylon*), delle emicriptofite (piante perennanti per seme protette alla



Effetto delle colture di copertura sullo sviluppo delle infestanti. Nella foto di sinistra si evidenzia un buon controllo delle infestanti ottenuto con la semina del sorgo subito dopo la raccolta della barbabietola da zucchero. Nella foto di destra intercalare di sorgo seminato dopo la raccolta del Frumento, come si presenta alla fine dell'inverno; la copertura ha mantenuto libero il campo dalle infestanti. Foto Mauro Collovati – Rivignano

base del terreno: *Artemisia vulgaris*, *Verbena officinalis*) e delle terofite (piante annuali che superano la stagione avversa allo stato di seme) a ridotta dormienza o con seme piccolo e tondo.

Così principi attivi, dosi e momenti di distribuzione subiranno un adattamento, che spesso comprende un calo dei quantitativi necessari. Nella citata ricerca di Zanin et al 1997, si evidenzia che, in 8 anni di colture cerealicole in successione, accanto ad un maggiore numero di interventi con erbicidi (2.7 /anno in NT contro 2 interventi/anno in CT) si ha però un minore uso di sostanza attiva (1.9 kg/ha/anno in NT e 2.25 kg/ha/anno in CT).

Considerando tutti gli aspetti si presume che l'impatto dei trattamenti diserbanti in NT sia inferiore rispetto a quelli normalmente usabili in CT per il fatto che si riduce l'uso dei diserbanti residuali, si riducono i fenomeni erosivi superficiali per la presenza di una copertura continua del suolo e per la maggiore attività microbica. Il maggiore contenuto in SO negli strati superficiali del suolo NT esalta la capacità di metabolizzare le molecole dei fitofarmaci utilizzati.

4.3 Controllo dei parassiti e dei patogeni

L'attuazione dell'Agricoltura Conservativa può influenzare l'azione delle avversità di carattere biotico.

Per quanto concerne le **crittogame**, alcuni funghi patogeni, come i *Fusarium graminearum* e *F. culmorum*, agenti della fusariosi della spiga dei cereali, sopravvivono e svernano nei residui non decomposti dei cereali e nelle paglie presenti sulla superficie del suolo.

Gli studi condotti riguardo alla diffusione dei *Fusarium*, in relazione alla lavorazione del terreno e alla gestione dei residui colturali, presentano talvolta dati contrastanti. Blandino et al. 2009 in una sperimentazione riguardante la fusariosi dei cereali, osservarono una maggiore incidenza della malattia nelle tesi a semina diretta rispetto alla lavorazione convenzionale. In modo particolare, si osserva che la quantità di residui colturali lasciati al suolo, influenza la severità dell'attacco di fusariosi, e di conseguenza la contaminazione dalle micotossine prodotte dal fungo. In tale sperimentazione si è anche valutata l'incidenza della fusariosi in una tesi seminata su sodo, ma con rimozione manuale dei residui colturali. In tale tesi la contaminazione da fusariosi si è sempre manifestata significativamente superiore rispetto alla tesi con lavorazione convenzionale.

Infatti, se le condizioni meteo supportano la produzione dell'inoculo, la dispersione delle spore può essere garantita a un livello sufficiente per infettare le spighe già con la quota di residui che rimangono incorporati superficialmente nel terreno. Altri studi confermano come le spore e i propaguli di *Fusarium* non sono prodotti se i residui sono completamente interrati con le lavorazioni, pertanto anche la quota di residui presente nei primi 5 cm di terreno può essere responsabile della produzione di inoculo di queste specie fungine.

La rotazione delle colture permette una notevole mitigazione dell'attacco fungino quando si ha accortezza di far precedere un cereale a paglia da una coltura non graminacea come la soia o da una coltura di copertura non graminacea.

Altro fattore favorevole all'abbattimento dell'inoculo è la gestione del residuo in modo tale da favorire una sua decomposizione ma senza disturbare l'attività ad es. dei lombrichi, che sembrano preferire le paglie attaccate dal *Fusarium*.

Tenuto conto che le lavorazioni conservative presentano, nell'ordine, un crescente rischio di malattie per soia, mais, frumento tenero e frumento duro, le indicazioni che si possono dare per il controllo dei patogeni fungini sono le seguenti:

- pianificare la rotazione in modo tale che si riduca la trasmissione tra specie della stessa famiglia, ad esempio evitare di seminare cereali autunnali su residui di cereali estivi (sorgo mais), meglio far precedere una soia (Blandino et al. 2012a);
- scegliere varietà resistenti;
- favorire la decomposizione dei residui fonte di inoculo;
- ridurre la densità di semina e le concimazioni azotate eccessive per non determinare condizioni favorevoli allo sviluppo dei funghi;
- trattamenti preventivi sui residui o nelle prime fasi della coltura, ad esempio con prodotti rameici o con funghi antagonisti, potrebbero ridurre le infezioni;
- utilizzare la concia del seme (ad es. RealGeta per i cereali autunno vernini sembra essere il migliore);
- trattare le colture quando è massima la suscettibilità: ad esempio uso di fungicidi triazolici alla fioritura dei cereali a paglia (Blandino et al. 2012a).

Per prevenire gli attacchi di piralide del mais, che sono la causa scatenante lo sviluppo dei funghi micotossigeni del mais, si consiglia di utilizzare cultivar precoci (classe 500 o inferiore) e semine precoci in modo che la fase di maturazione lattea del mais avvenga prima della massima capacità trofica delle larve (3°-4° stadio larvale della II° generazione dell'insetto) (Blandino 2012c).

La semina diretta influenza anche l'attività della fauna, favorendo il proliferare di numerosi agenti biotici utili per la fertilità del terreno, ma anche, talvolta, alcuni agenti di danno come le limacee.

Le **limacee** sono un problema per le colture primaverili in semina diretta (ad es. mais e soia), sono di solito favorite dalla presenza dei residui in superficie sotto cui trovano rifugio. La creazione di bordure inerbite, ad esempio con trifoglio bianco, non ha determinato un confinamento del parassita sui bordi della coltura. Altre osservazioni portano a dire che se il solco di semina non viene correttamente richiuso, le limacee possono attaccare i cotiledoni o gli ipocotili a livello sottosuperficiale; in questo caso i danni sono



Effetti di attacchi di limacee su mais e soia. Si noti la tipicità delle rosure sulle foglie di mais, e sulle foglie cotiledonari di soia.



A sinistra si evidenzia la limitazione alla crescita radicale del frumento dovuta ai residui di mais incorporati sulla fila di semina. Se un apparato radicale non può svilupparsi adeguatamente la pianta subirà le ovvie conseguenze di sviluppo stentato, attacchi di patogeni e minori rese.

Nella foto di destra semina di frumento su residui di mais; la fascia più verde, è priva di residui e quindi evidenzia che non è la tecnica NT a creare questa disformità, ma eventualmente il tipo di seminatrice e soprattutto la errata successione colturale, che hanno portato a questo risultato. Si sottolinea che l'errore comune in questi due casi esposti è la non corretta successione colturale. Foto Rivignano

maggiori in quanto si determinano importanti fallanze sulla fila. Gli unici mezzi di difesa sono l'uso dei limacidi o localizzati alla semina o sparsi in copertura alle prime avvisaglie di presenza dei parassiti. Anche la gestione dei residui con lo strigliatore prima della semina sembra abbattere il numero di parassiti presenti.

Considerato quindi che talune avversità biotiche talvolta manifestano maggiore dannosità a carico delle colture seminate su sodo, nell'ambito dell'Agricoltura Conservativa, ancor più che nell'agricoltura convenzionale, è importante attuare accorgimenti preventivi quali la rotazione e monitorare costantemente lo stato della coltura sin dalle prime fasi, così da rispondere prontamente al diffondersi di agenti di danno o malattia.

4.4 Fertilizzazione

Per quanto riguarda la nutrizione minerale, le lavorazioni favoriscano la mineralizzazione della sostanza organica, con conseguenti maggiori perdite di nutrienti ad es. per lisciviazione o ruscellamento superficiale o retrogradazione. L'Agricoltura Conservativa permette di limitare tali fenomeni anche perché favorisce il ciclo organico dei nutrienti.

Il P ed il K nei suoli NT aumentano il loro livello di assimilabilità soprattutto nello strato superficiale, come evidenziato anche dalle analisi condotte sui suoli oggetto della sperimentazione del progetto MultiFarm. Un altro aspetto da considerare è che, con l'interramento del fosforo solitamente attuato nella lavorazione convenzionale, si favorisce la rapida retrogradazione dell'elemento nutritivo da parte dei colloidali, da cui una minor presenza di fosforo assimilabile. Al riguardo alcuni studi hanno dimostrato che l'assorbimento del fosforo da parte della giovane pianta di mais è maggiore nel NT che nel sistema CT sottoposto ad aratura. Lo stesso si può dire del potassio. Evidentemente in NT non c'è l'effetto di incorporazione e diluizione dei nutrienti nello strato lavorato, ed

inoltre si sviluppa una microflora microbica (micorrize e batteri favoriti dalla attività dei lombrichi) specializzata nella solubilizzazione di parte delle abbondanti riserve totali del suolo. Da questo si potrebbe pensare alla possibilità di ridurre i livelli di concimazione per questi elementi. Questo è vero a maggior ragione, se vengono contabilizzati anche gli apporti NPK delle colture di copertura. L'esperienza di alcuni agricoltori consiglia di distribuire i due macroelementi P e K solamente alle colture più esigenti nell'ambito della rotazione come potrebbe essere la coltura del mais nella rotazione triennale proposta in precedenza.

Nei riguardi della concimazione organica, la non lavorazione implica la presenza del letame in superficie che se ben compostato non comporta emissioni rilevanti di odori. La semina di una cover subito dopo la distribuzione (pensiamo alle cover autunnali) valorizzerebbe l'azoto minerale presente nel compostato senza perdere l'effetto ammendante. Con una lavorazione ridotta è inoltre possibile parzialmente interrare il letame.

I liquami invece si possono utilizzare con maggiore elasticità, sia con una distribuzione superficiale seguita da interrimento (nella minima lavorazione), sia con interratori superficiali (nella non lavorazione) o anche profondi (nelle lavorazioni ridotte).

4.5 Colture di copertura

La sostituzione delle lavorazioni convenzionali del terreno con le minime lavorazioni o la semina su sodo deve avvalersi dell'attuazione delle colture di copertura, le quali svolgono interessanti funzioni agronomiche ed ambientali.

Benefici agronomici.

Le colture di copertura permettono l'apporto di sostanza organica e nel caso delle leguminose anche di azoto grazie all'attività dei rizobi radicali. La quantità di azoto assimilata varia in funzione della specie e delle condizioni ambientali da 40 sino a 200 kg/ha.

Tutte le specie impiegate migliorano variamente la qualità dei terreni non solo per l'apporto di sostanza organica ma soprattutto in relazione alla morfologia, la quantità e l'azione degli apparati radicali sul sistema edafico. Essi esercitano importanti funzioni sulla struttura del terreno, favorendo l'aggregazione fra le particelle minerali del suolo e la formazione dei macroaggregati strutturali. L'azione positiva sulla struttura si riflette poi anche in un miglior rapporto fra micro e macropori, da cui un buon equilibrio fra l'acqua e l'aria nel suolo. Ricordiamo inoltre il possibile contributo alla stabilizzazione della sostanza organica del suolo, il sostegno alla biodiversità microbica, il controllo diretto o indiretto delle piante infestanti, il positivo effetto sul bilancio idrico e dei nutrienti.

Tutti questi effetti hanno un valore positivo sulla resa della coltura e sui costi colturali, che dovrebbero compensare in buona parte i costi di semina e gestione della coltura di copertura.

Benefici ambientali

Le colture di copertura offrono anche importanti vantaggi ambientali quali la riduzione diretta od indiretta dei gas ad effetto serra, (anidride carbonica (CO₂), e protossido di azoto (N₂O), dalla riduzione dell'erosione, e dal miglioramento della qualità delle acque.

In alcuni periodi dell'anno ed in alcuni distretti, esiste un eccesso di azoto non consumato dalle colture, o una concentrazione localizzata abnormemente alta, connessa con gli allevamenti zootecnici intensivi. In queste situazioni, particolarmente nei periodi più piovosi, parte dell'azoto viene dilavato andando a contaminare le acque di falda. L'impiego di graminacee a ciclo autunno-vernino ha dimostrato un'alta capacità di controllare, fino ad eliminare il fenomeno della lisciviazione dei nitrati. Le cosiddette "catch crop", come la loiessa, la segale, l'avena, esprimono tali proprietà con vantaggi non solo di carattere ambientale ma anche agronomico. L'azoto assorbito dalle colture di copertura, come altri macro e micro elementi, ritorna disponibile per le piante seguendo la via della trasformazione ad opera dei microorganismi del suolo.

Prevenzione dell'erosione e del compattamento del suolo.

L'effetto delle piogge battenti sul terreno nudo provoca la distruzione dei grumi strutturali, abbassa la capacità di infiltrazione aumentando il ruscellamento. Contemporaneamente l'erosione impoverisce il terreno agrario e aumenta i costi di manutenzione delle aree colpite. La presenza di copertura vegetale, non solo riduce l'erosione e la perdita di terreno, ma aumenta la capacità di infiltrazione a vantaggio del bilancio idrico di campo, ed offre indubbi vantaggi globali grazie all'azione di mitigazione degli effetti delle precipitazioni intense.

Le specie da copertura: note di gestione e coltivazione.

La scelta di quali essenze seminare dipende dagli obiettivi prevalenti: lotta all'erosione, piuttosto che fissazione di azoto o arricchimento in sostanza organica; deve tener conto anche dei sistemi colturali in cui vengono utilizzate: tra due graminacee, ad esempio mais dopo frumento) è bene intercalare una dicotiledone e viceversa, in modo da spezzare le catene di avversità comuni alle specie.

Detto questo bisogna anche considerare che l'associazione di più specie in miscuglio sovente offre risultati migliori rispetto ad una singola specie, ed aumenta la probabilità di successo della coltura da sovescio (Baldini et al 2009).

L'epoca dell'intervento di devitalizzazione, attuato con falciatura, trinciatura o diserbo è in funzione degli obiettivi assegnati alla coltura di copertura; quanto più avanzato è lo stadio fenologico tanto più aumenta l'effetto ammendante/strutturante della cover e diminuisce la velocità di mineralizzazione della biomassa.

Molte piante, devitalizzate dopo la fioritura, hanno ridotte possibilità di ricaccio e questo è positivo per una buona emergenza della coltura seguente.

Per accelerare la decomposizione si può attuare una strigliatura presemina, che serve a ridurre la lunghezza delle paglie della cover ed ad imbrattarle di terra fine. La stessa azione di imbrattamento e di accelerata decomposizione si ottiene anche al momento della semina della coltura successiva se per esempio si utilizza una ancora con alette che opera una lavorazione sottosuperficiale, lasciando comunque buona parte dei residui in superficie.

Specie Leguminose.

Le leguminose sono le specie da cover per eccellenza, in quanto capaci di apportare importanti quantità di azoto nel terreno grazie all'azione dei rizobi radicali ed hanno di solito un buon effetto strutturante per l'elevato contenuto in lignina degli apparati radicali. L'ampia variabilità della famiglia consente di scegliere specie autunno-vernine e

specie per semine estive. Una lista completa delle colture leguminose da sovescio e delle loro caratteristiche di coltivazione va oltre gli scopi della presente trattazione comunque vogliamo elencare alcune specie adatte ai nostri areali.

Leguminose estive: veccia sativa, trifoglio incarnato, meliloto bianco o giallo. Alcune come la veccia ed il meliloto hanno un buon potere di controllo delle infestanti ma soprattutto hanno buone caratteristiche di adattabilità al clima estivo anche grazie al potente apparato radicale che ‘lavora’ e struttura il terreno in profondità.

Leguminose a semina autunnale: la semina di queste colture, come di molte graminacee, deve comunque essere fatta entro il mese di settembre. Le specie più adatte sono veccia vellutata e trifoglio incarnato.

Specie Graminacee

Graminacee estive: il sorgo gentile o sudanese (non autoriseminante), il sorgo zuccherino o gli ibridi (autoriseminanti) sono coperture estive capaci di produrre grandi quantità di sostanza secca (da 6 a 10 t/ha), di facile coltivazione, poco esigenti. Potenzialmente si ha quindi una elevata produzione di humus. Il sorgo è bene comunque consociarlo con una leguminosa (ad es 40 kg/ha di veccia), in questo caso anziché seminare i 25-35 kg/ha in coltura pura sono sufficienti 10 -15 kg/ha . Ottimo effetto rinettante sulle malerbe e di protezione del suolo.

Graminacee autunnali: loiessa o prodotti aziendali di orzo, segale, avena, alle dosi di 90kg/ha possono essere seminati anche con uno strigliatore. Hanno una differente attività radicale e rusticità anche nei confronti delle malattie. Loiessa, segale e avena sono più rustiche e hanno apparati radicali leggermente più potenti dell’orzo. I miscugli sia tra le graminacee sia in combinazione con le leguminose sono da preferire.

Aspetti economici.

Gli aspetti economici connessi con l’impiego delle colture di copertura meritano alcune considerazioni. È un bilancio complesso che ha bisogno di valutazioni poliennali poiché mentre i costi del seme, impianto e gestione della cover sono monetizzabili, non altrettanto si può dire per il suo prodotto.

Il beneficio economico più ovvio si ha, quando (grazie all’impiego di leguminose) si può risparmiare azoto da apportare alla coltura successiva. Ma vanno conteggiati anche gli apporti di fosforo e potassio. Per le graminacee il contenuto N:P₂O₅:K₂O è circa 1.5:0.7:2.3 espresso come kg/q di sostanza secca.

Per le leguminose il contenuto N:P₂O₅:K₂O è circa 3.5:0.7:2.7 espresso come kg/q di sostanza secca.

Una stima del valore dei nutrienti assorbiti dalle cover potrebbe essere allora pari a 40 e 60 €/ha per 10 q/ha di biomassa secca di cover graminacea e leguminosa rispettivamente. Tali valori derivano sommando il prodotto tra i prezzi unitari delle unità fertilizzanti (1.00 – 0.80 – 0.80 € per kg di N - P₂O₅ - K₂O) e la quantità di nutrienti contenuti nella biomassa. Dai dati disponibili la produzione delle cover invernali si aggira su 8-15 q/ha con colture graminacee seminate a fine settembre, ma può arrivare a 18-8-11 q/ha con un miscuglio di loiessa-trifoglio incarnato - veccia seminato a fine agosto (Baldini et al. 2009). Allora con le sole graminacee si avrebbe un valore della cover pari a 38-58 €/ha mentre con il miscuglio tale valore sale a 198 €/ha. Considerando invece una classica cover estiva sorgo-veccia che ha prodotto 60-10 q/ha di biomassa secca il valore del miscuglio sale a 300 €/ha.

Come indicazione quindi si calcola che il risparmio di fertilizzanti possa contribuire a coprire le spese per l'acquisto del seme e per l'impianto della cover.

Culture di copertura nella rotazione

La fertilità del terreno può essere avvalorata da quell'avvicendamento nel quale alcune colture, diverse ma solidali fra loro, interagiscono, nel senso che ognuna di esse beneficia delle condizioni lasciate dalla precedente e ne prepara altre positive per la seguente. Quindi come prospettato nella descrizione della rotazione colturale, le colture di copertura suppliscono ad eventuali effetti negativi delle colture precedenti e contribuiscono a migliorare le condizioni di abitabilità della coltura successiva. Va anche in questo caso rispettata la regola di alternare nel tempo le famiglie botaniche per cui prima di una coltura graminacea coltiviamo una cover leguminosa e prima di una coltura leguminosa usiamo una coltura graminacea. In tale modo recuperiamo l'eventuale fertilità residua della coltura precedente, e soprattutto non favoriamo la diffusione di patogeni e parassiti del suolo.

4.6 La adattabilità delle colture alle lavorazioni conservative.

Le tecniche conservative di lavorazione del suolo sono considerate spesso come soluzioni gestionali di ripiego (ad es. vengono utilizzate quando i tempi di semina sono ridotti) o poco affidabili (soprattutto in termini di resa e gestione delle malerbe). Sono limitate a occasionali interventi di semina diretta o minima lavorazione destinati alle colture 'povere' di 2° raccolto o ai cereali autunno vernini e non certo alle grandi colture da rinnovo estive (mais, soia, bietola, girasole).

Le motivazioni principali di queste scelte sporadiche sembrano considerare più i benefici di natura economica/gestionale che quelli agronomici od ambientali. La propensione all'adozione di pratiche conservative viene frenata dalla ridotta SAU aziendale e quindi da possibilità innovative limitate e da pregiudizi che fanno ritenere, erroneamente, che tali pratiche producano: un maggiore compattamento del suolo, una minore capacità di invaso, un maggiore rischio di ristagno idrico, una maggiore diffusione delle malerbe e dei parassiti.

Tutti questi elementi rafforzano l'idea che l'adozione di tecniche conservative nella gestione del suolo portino a delle consistenti riduzioni di resa.

In effetti non tanto al primo, ma dal secondo al quinto anno di adozione della semina diretta, si possono avere minori produzioni che spesso scoraggiano nel continuare ad applicare la semina diretta.

E' difficile dare delle indicazioni di massima sui valori attesi di resa. Essi vanno contestualizzati nelle diverse situazioni pedoclimatiche ed agronomiche. Si può dire comunque che, nelle gestioni ottimizzate, si osservano riduzioni di resa fino al 10% rispetto alla gestione tradizionale. Ma ci sono anche casi, ad esempio nelle annate siccitose, per i quali si osservano maggiori produzioni.

La causa di queste minori rese è comunque la risultante di più fattori che possono agire o interagire negativamente.

Dall'analisi visiva delle colture dopo la emergenza si può prevedere rese inferiori se si verificano una o più delle seguenti situazioni:

- ✓ emergenza ritardata e scalare;
- ✓ densità di piante molto inferiore alle attese teoriche;
- ✓ crescita stentata ma soprattutto disomogenea tra le piante sin dalle prime settimane dopo l'emergenza.

Soprattutto per colture come il mais, caratterizzate dal fatto di avere una scarsa risposta adattativa alle variabili condizioni di densità, è la variabilità nello sviluppo (ad es. altezza molto disforme delle piante) più che il valore medio ad indicare una futura riduzione di resa.

Non è quindi da considerare la altezza media ma la disformità di altezza tra le piante del mais che può incidere negativamente sulla resa.

Se sin dall'inizio si nota una notevole variabilità tra le piante, bisogna attendersi un maggiore effetto competitivo tra piante con sviluppo diverso, che viene accentuato nel corso della crescita.

Spesso si nota che la crescita del mais in regime NT è più lenta, la taglia delle piante può essere anche più bassa, ma nella fase di riempimento della cariosside la attività fotosintetica viene prolungata, rispetto alla lavorazione tradizionale, portando la resa a livelli uguali alle situazioni CT di riferimento.

La ragione della disomogeneità di sviluppo, sia nel sistema lavorato tradizionalmente che in quello con non lavorazioni, può avere diverse cause comuni. La differenza è che nel sistema NT queste cause sono più probabili.

La difformità di sviluppo è data dalla variabilità delle condizioni del suolo che nel sistema NT può essere più accentuata.

Tra le variabili che determinano difformità tra le piante (molto importante per mais, ma ovviamente il discorso vale anche per altre colture) indichiamo le più significative:



Coltura di mais su terreno lavorato a sinistra, e su terreno sodo a destra. Nonostante il diverso sviluppo in altezza le due colture hanno avuto la stessa produzione di 14.9 t/ha di granella al 14% di umidità. La emergenza simile (7.3 piante/mq) e la ridotta variabilità dell'altezza durante il ciclo culturale (CV= 5-10%) nelle due situazioni culturali, giustificano la parità di resa.

- ✓ la temperatura e l'umidità del suolo: esse vengono modulate dalla variabile copertura dei residui in superficie.
- ✓ La compattazione del suolo o la presenza di residui nelle vicinanze del seme e delle radici seminali. Nei sistemi convenzionali l'accurata preparazione del letto di semina garantisce condizioni di densità del suolo uniformi lungo la fila di semina e la assenza di residui colturali nelle vicinanze del seme.
- ✓ La profondità di semina non costante e la difforme copertura del seme. Differenze di 1 cm nella copertura del seme o nella profondità di semina implicano, soprattutto nelle semine primaverili precoci, ritardi di emergenza di 2-4 giorni. Se il suolo non ricopre bene le piante in emergenza ci si può attendere più forti attacchi parassitari (ad esempio le limacee) ed una maggiore probabilità che non ci sia un buon contatto seme/soilo.

Nel corso dello sviluppo, la competizione tra le piante, iniziata a livello del suolo (per variabili condizioni termiche, idriche, di abitabilità o di nutrienti), si 'propaga' anche nell'uso della radiazione solare. Per fortuna molte colture hanno la capacità di 'sfruttare' lo spazio lasciato libero dalle fallanze. Il mais però ha limitate possibilità di recupero, e solamente con i tipi multi spiga. Per molte altre colture, invece, si può registrare una maggiore capacità di adattare il numero di semi prodotti per unità di superficie al variare della densità delle piante e delle condizioni di crescita (plasticità).

Le colture a ciclo colturale lungo e con spiccata plasticità sono quelle che soffrono di meno sulla resa in condizioni di semina diretta.

Il compattamento del suolo

Il compattamento del suolo viene messo in relazione con la difficoltà che l'apparato radicale di una coltura incontra per approfondirsi ed espandersi. Con lo strumento penetrometro si determina il cosiddetto 'indice del cono' i cui valori sono espressi in MPa (Mega Pascal o equivalenti valori di pressione) necessari per inserire lungo il profilo del suolo, un'asta con la punta conica. Si ritiene che il valore limite di resistenza alla crescita radicale, misurata con il penetrometro, oltre il quale si hanno riduzioni nello sviluppo radicale, sia di 2.5 MPa. Nel mais in particolare una ricerca (Weaich K *et al.* 1992) riferisce che alla emergenza anche valori di 1MPa possono inibire la crescita della radice seminale ed a 2 MPa la crescita si arresta. D'altra parte il penetrometro, è solo una approssimazione delle reali condizioni di crescita delle radici. Infatti il tipo di suolo (tessitura), la qualità della porosità (diametro dei pori, continuità e forma) e l'umidità del suolo sono, dal punto di vista della crescita radicale, più importanti del dato rilevato con il penetrometro.

Soprattutto quando la compattazione riguarda gli strati superficiali di suolo possono sorgere problemi per lo sviluppo radicale.

Il compattamento sottosuperficiale che si può osservare nei suoli soggetti a NT sin dalle prime fasi non è limitante. Importante è che si costituisca una rapida crescita radicale negli strati superficiali (10 cm) in seguito la radice sarà comunque in grado di superare situazioni che registrano uno sforzo di penetrazione anche superiore a 2.5 MPa.

La risposta differenziale tra le specie rimane importante; ad esempio sembra che la soia sia molto efficiente da questo punto di vista essendo in grado di non modificare né la

crescita radicale né la resa fino al limite di 5.0 MPa. Per tale motivo infatti gli agricoltori non hanno grossi timori a coltivare la soia in regime NT. Per il mais invece tali limiti indotti dal compattamento, specie se superficiale (primi 10 cm) sono più bassi.

Tuttavia vanno fatte anche le seguenti precisazioni: i) la gestione NT mantiene una umidità del suolo maggiore e quindi anche lo sforzo di penetrazione delle radici è inferiore; ii) nel sistema NT è generalmente presente una porosità a sviluppo verticale utile alla crescita delle radici ed agli scambi dei fluidi nel suolo. Questa porosità viene mantenuta o accentuata sia da caratteristiche strutturanti intrinseche del suolo, quali il contenuto in argilla, sia dall'accumulo negli strati superficiali di un maggiore contenuto di sostanza organica.

La porosità potrà essere mantenuta anche in profondità inserendo in rotazione colture che abbiano caratteristiche di crescita radicale differenti (con radice fittonante o ad elevata capacità di penetrazione).

La presenza dei lombrichi, l'estensione del periodo di vegetazione del suolo (mediante l'uso sistematico delle colture di copertura) oltre a molteplici effetti ambientali ed agronomici, sviluppano la formazione e la stabilizzazione della struttura del terreno e la connettività verticale della porosità del suolo.

Gli effetti delle varie forme dell'Agricoltura Conservativa variano in funzione della coltura. Di seguito andremo ad analizzare le caratteristiche di alcune delle principali colture erbacee presenti nella pianura padana e nella regione Friuli Venezia Giulia.

Mais

Fra le colture primaverili-estive, il mais, come abbiamo riferito, dimostra di soffrire in misura maggiore nel passaggio dalla coltivazione convenzionale alla coltivazione conservativa.

La coltura del mais con le minime lavorazioni e soprattutto con la semina su sodo, può manifestare dei cali di resa del 5 massimo 15% rispetto alla tecnica tradizionale. Quando si hanno tali flessioni produttive la coltura presenta una crescita stentata e disomogenea, già dalle prime fasi fenologiche.

Un buon sviluppo iniziale è importante affinché la pianta sviluppi rapidamente sia l'apparato radicale che la porzione epigeica della pianta. L'omogeneità di sviluppo è importante affinché vi sia un'equilibrata competizione intraspecifica; la riduzione delle rese, infatti, si ha soprattutto in seguito a tale disomogeneità.

Eventuali difficoltà di sviluppo della giovane coltura di mais possono essere indotte da:

- ✓ maggiore umidità e quindi temperature del suolo minori rispetto al letto di semina convenzionale;
- ✓ azione di costipamento del suolo da parte delle macchine operatrici;
- ✓ disomogenea distribuzione dei residui;
- ✓ disomogeneità di semina (mancate deposizioni, non omogenea profondità di semina e copertura del seme);
- ✓ ibridi caratterizzati da una bassa energia germinativa;
- ✓ disomogeneità di concimazione;
- ✓ maggiore pressione da parte delle avversità biotiche (crittogame, insetti, animali), grazie a condizioni ambientali più favorevoli alle stesse e maggiore vulnerabilità della pianta;



Regolarità di emergenza di una semina Strip-Till di mais in successione al mais. Terreno medio impasto con scheletro prevalente. Si noti la uniformità di emergenza indice di un buon controllo dei residui e di semina in condizioni del suolo omogenee. (Foto Cislino 2012)

Tali problematiche si dovranno risolvere attraverso:

- ✓ riduzione del costipamento limitando il traffico delle macchie in campo, ricorrendo ad adeguate tecnologie meccaniche (gomme a bassa pressione), evitando di attuare ripetuti passaggi sulla stessa linea.
- ✓ La presenza di elevate quantità di residui può comportare problemi all'azione della seminatrice e alla germinazione della coltura, a tal fine è opportuno attuare l'omogenea distribuzione dei residui già alla raccolta della coltura precedente (meglio se la coltura precedente ha residui più fragili e decomponibili come la soia o il frumento). Importante è anche il fatto di lasciare libera da residui la fila di semina.
- ✓ Evitare la competizione delle colture di copertura, e pertanto la loro devitalizzazione deve essere fatta per tempo (10-15 giorni prima della semina).
- ✓ Attendere che le condizioni termiche del suolo siano adeguate per la semina (media giornaliera di 8-10 °C al livello del piano di semina).
- ✓ Regolare e controllare la qualità di lavoro della seminatrice, la quale spesso si troverà ad operare in condizioni non omogenee. Fare attenzione a ridurre il contatto del seme con i residui presenti in campo, e non creare superfici compattate (verticali od orizzontali) che possono rallentare la crescita delle radici seminali del mais. Per la coltura del mais si consiglia la lavorazione a strisce sulla fila (Strip Till) attuata con un dente sottile che esegua una decompattazione del suolo nei primi 10 massimo 15 cm. Nei suoli a tessitura fine tale intervento è consigliato in autunno, negli altri casi può essere fatto anche al momento della semina.
- ✓ Porre attenzione ad un buon contatto del suolo con il seme utilizzando organi di compressione dopo l'elemento di semina (ad esempio ruotini).

- ✓ Ricercare ibridi o lotti caratterizzati da elevata energia germinativa (che superino il 'cold test') e da buona resistenza alle principali fitopatie (helintosporiosi, carbone, giberella).
- ✓ Non lesinare sulla densità di semina ma prevedere eventualmente in condizioni difficili un aumento del 10-15% della densità di semina.
- ✓ L'adeguata disponibilità degli elementi nutritivi premetterà di compensare, seppur in parte, le difficoltà di sviluppo della giovane coltura date dal letto di semina non sempre ottimale. A tal fine alcuni, soprattutto nei primi anni dell'attuazione della semina su sodo, consigliano un leggero incremento della concimazione azotata (+30-50 kg/ha di N con azione *starter*). È importante anche l'omogeneità della distribuzione del fertilizzante per la quale si consiglia il ricorso alle innovative tecniche di controllo di distribuzione dei fertilizzanti.
- ✓ Monitorare la coltura dopo la semina per osservare l'eventuale diffusione di crittogame, fitofagi e soprattutto limacee.

Se dopo il mais è previsto un lungo periodo intercolturale è bene seminare una coltura di copertura. In questo caso scegliere un ibrido che permetta di essere raccolto entro la prima metà di settembre (classe 500 o inferiore) se si vuole avere un buon sviluppo della coltura di copertura.

Soia

La capacità azotofissatrice della soia permette di contenere i consumi di fertilizzanti, e contribuire a sostenere la fertilità del terreno per le colture in successione. Nel favorire una maggiore diversificazione colturale si inserisce bene dopo il mais in quanto non viene disturbata dalla elevata quantità di residui al suolo che il mais lascia. Lasciando sul terreno un quantitativo ridotto di residui, ed essendo di una famiglia botanica diversa, si presta molto bene a precedere un cereale autunno vernino. In questo caso scegliere una varietà di soia che appartenga ad un gruppo di maturazione adeguato per essere raccolta in tempo utile prima della semina autunnale del cereale.

La soia dunque è una coltura particolarmente interessante nei nostri areali produttivi per la rotazione Conservativa .

La soia a differenza del mais, soffre in misura minore delle condizioni di terreno sodo e la risposta produttiva è simile a quella registrata con la tecnica tradizionale. Le varietà ramificanti si prestano molto bene a compensare eventuali fallanze nella emergenza. È importante comunque che venga seminata in condizioni di terreno con sufficiente umidità e temperatura in quanto il seme, in fase di germinazione, è più esigente del mais a questi fattori.

Cereali autunno-vernini

I cereali autunno-vernini presentano caratteristiche morfologiche e fisiologiche che, forse più di altre colture, li rendono adatti alla semina con minima lavorazione o alla semina diretta.

Queste colture sono particolarmente adatte alla semina su sodo, per la rusticità, la lunga durata del ciclo colturale e per la capacità di accestire. Grazie alla formazione di culmi secondari, sono in grado di compensare eventuali fallanze conseguenti alle eventuali difficili condizioni del letto di semina.

Della prevenzione degli attacchi dei patogeni si è già detto, ed è stato indicato il ruolo fondamentale della precessione colturale (evitare il mais in precessione, preferire una

coltura non graminacea come colza o soia) e della scelta di varietà resistenti al Fusarium, Mal del piede, Septoria.

Si raccomanda l'uso di seme certificato e trattato con fungicidi efficaci (preferire i sistemici tipo C5). Affinché la coltura esprima risultati soddisfacenti è importante monitorare la presenza delle avversità in campo al fine di attuare interventi di protezione della spiga e della foglia bandiera dai patogeni. Blandino et al. 2012a e 2012b indicano che la combinazione di rotazione, scelta varietale e trattamenti fungicidi alla fioritura con triazolici sono in grado di contenere le contaminazioni da micotossine e salvaguardare le rese anche in sistemi a semina diretta.

4.7 Meccanizzazione

Per una gestione conservativa dei seminativi la regola aurea è che prima viene l'agronomia, poi le macchine. Quindi conoscenza ed esperienza guideranno la scelta e consentiranno un ottimale utilizzo degli strumenti.

Le pratiche dell'avvicendamento colturale, delle colture intercalari (*cover crops*), della non inversione degli orizzonti pedologici e del rispetto della struttura del terreno sono la parte essenziale dell'agricoltura conservativa e possono essere messe in pratica con una gamma di attrezzature relativamente semplici ed essenziali, a volte già presenti in azienda.

Non è però vero il contrario: non è sufficiente investire in una seminatrice da semina diretta per fare dell'agricoltura conservativa se si sono trascurati i concetti agronomici.

Il ricorrere alla semina diretta, come molto spesso negli anni è accaduto, solo quando ci si trova nelle condizioni di non poter seminare in modo convenzionale in quanto manca il tempo o il clima non lo permette, è votarsi all'insuccesso.

Ovviamente non tutte le macchine sono uguali, ve ne sono di più o meno adatte agli scopi che si vogliono perseguire. La loro scelta, a fronte delle numerose soluzioni presenti sul mercato, viene sensibilmente facilitata quando si stabiliscono degli obiettivi e dei criteri di valutazione per ogni operazione eseguita.

Per scegliere quali siano le macchine più adatte alla realtà in cui si opera si dovrebbe partire dagli obiettivi agronomici. A seguire la ricerca delle soluzioni meccaniche che permettono di conseguire tali obiettivi. Nei paragrafi seguenti vengono indicati alcuni punti salienti ai quali prestare attenzione.

Gestione residui colturali

Si considera "agricoltura conservativa" quando non si opera l'inversione degli strati ed i residui rimangono per buona parte sulla superficie del terreno (almeno il 30% di superficie deve risultare coperta dai residui).

La gestione dei residui colturali è un punto cruciale per la buona riuscita della tecnica e deve iniziare alla raccolta della coltura stessa. Una cattiva gestione dei residui conduce con buona probabilità a una bassa percentuale di germinazione per la coltura successiva e a piante poco vigorose.

Il mantenimento dei residui in superficie è condizione essenziale per una loro rapida trasformazione e la base per innalzare l'attività biologica del terreno.

I residui lasciati in superficie possono rappresentare a prima vista un ostacolo. Infatti potrebbero risultare un ostacolo alle successive operazioni meccaniche e potrebbero

creare condizioni più favorevoli allo sviluppo di certi parassiti. Di fatto gli unici reali effetti “indesiderati” realmente riscontrati sono che nelle annate piovose rallentano la velocità con cui il terreno perde umidità per evaporazione e con cui il terreno si riscalda a primavera.

Allo stesso tempo però proteggono il suolo dai fenomeni di erosione, contrastano l'emergenza delle infestanti, riducono il fabbisogno irriguo e contribuiscono in modo significativo all'aumento dell'attività biologica del terreno.

Scopo di una loro corretta gestione è di ridurre al minimo gli effetti negativi e di massimizzare quelli positivi. Si deve operare in modo da:

- ✓ Ottenere una distribuzione omogenea dei residui su tutta la superficie. Uno dei modi più efficaci per raggiungere lo scopo è di utilizzare per la raccolta mietitrebbie dotate di trincia paglia / trincia stocchi con sistemi di spargimento dei residui su tutta la superficie di raccolta in modo da evitare la formazione di andane difficili poi da “affrontare”. Ovviamente non basta la presenza di tali sistemi, devono essere anche opportunamente regolati. Con l'avvento di mietitrebbie con testate di raccolta sempre più larghe a volte non si pone sufficiente attenzione ad equipaggiare/regolare in modo corretto la mietitrebbia anche con i dispositivi di spargimento dei residui. In funzione della produttività colturale, e quindi della quantità di residui lasciata sul terreno, una distribuzione dei residui si può considerare sufficiente quando supera almeno lo 80% della larghezza di taglio. All'aumentare della produttività colturale si deve cercare di incrementare questa percentuale. Oltre alla paglia/stocchi si deve porre attenzione anche allo spargimento della pula e di altro materiale sminuzzato che se si concentra in andane può creare un film pacciamante con conseguente riduzione della qualità del letto di semina. A questo proposito ottimi sono i nuovi sistemi di spargimento dei residui che prevedono una miscelazione della paglia e del materiale fine in modo da evitare la formazione del film pacciamante sopra menzionato. Nel caso si utilizzino per la semina macchine a dischi può essere preferibile aumentare l'altezza di taglio e la lunghezza dei residui in modo da ridurre lo spessore di residui che il disco deve tagliare prima di poter aprire un solco. Nel caso di macchine a denti prestare attenzione a non avere residui di lunghezza superiore alla interfila di semina della coltura successiva per ridurre la probabilità di ingolfamento.
- ✓ Imbrattare i residui colturali con il terreno in modo da dare inizio al processo di umificazione. Se i residui vengono a contatto con il terreno la loro trasformazione viene velocizzata. L'effetto di imbrattamento può essere ottenuto in modo più o meno energico a seconda delle attrezzature a disposizione. In linea di principio sarebbe bene evitare di interrare i residui colturali al di sotto del piano di semina dove possono ostacolare i fenomeni di germinazione e sviluppo dell'apparato radicale. Attrezzature utilizzabili sono ad esempio: erpici a dischi, con dischi di diametro non elevato, regolati in modo da lavorare con un angolo d'attacco modesto per non interrare in profondità i residui; erpici a molle per residui (strigliatori), che hanno il vantaggio di lasciare la totalità dei residui in superficie e che ridistribuiscono i residui in maniera omogenea sulla superficie del terreno ed effettuando il passaggio (o l'ultimo passaggio se ne vengono effettuati due) lungo la direzione di semina facilitano il lavoro degli assolcatori; erpici a denti passivi che operino senza operare un rivoltamento delle zolle. Questi ultimi, nel caso effettuino anche un taglio orizzontale senza interrare di nuovo le piante adulte, effettuano una ottima azione di diserbo meccanico.



Mietitrebbia con sistema di trinciatura e spargimento dei residui in azione su frumento (foto Mauro Collovati)

Lavorazioni del terreno

Le lavorazioni del terreno possono rendersi necessarie per perseguire vari scopi, tra cui il livellamento della superficie, recuperare una struttura degradata (ad esempio a causa di una raccolta effettuata in condizioni avverse), per facilitare la semina con le attrezzature a disposizione.

In agricoltura conservativa, le lavorazioni, quando necessarie, dovrebbero:

- ✓ consentire il ripristino di condizioni più favorevoli allo sviluppo degli apparati radicali lavorando ad una profondità non superiore a quella dove si è individuato il problema di compattamento (vedi box Penetrometro)
- ✓ permettere una graduale evoluzione del terreno verso una struttura che renda non necessarie le lavorazioni

Penetrometro

Orizzonti di terreno compattato possono essere rilevati attraverso la semplice infissione nel suolo di una barra metallica (ad esempio un tondino di ferro di 12-15 mm di diametro e 1 metro di lunghezza, dotato di una impugnatura terminale). Man mano che la barra viene introdotta nel terreno si avverte una variazione dello sforzo richiesto e



Rivignano. Prova con penetrometro su terreno lavorato

questo sforzo è proporzionale alla densità apparente del terreno. Quando si “registra” un picco nello sforzo richiesto siamo in presenza di uno strato compatto. Al di sotto di questo strato lo sforzo richiesto per continuare a far scendere la barra solitamente diminuisce. Ripetendo la prova in diversi punti dell’appezzamento possiamo farci una idea del suo stato di salute strutturale. Al posto della barra auto-costruita si possono usare delle realizzazioni commerciali che hanno il vantaggio di dare un valore numerico alla pressione esercitata, ma il principio rimane lo stesso

Per effettuare una scelta del tipo di lavorazioni e di attrezzature più idonee si possono utilizzare i seguenti criteri valutativi:

- ✓ cercare di partire da un terreno livellato e con una sufficiente sistemazione idraulica; spesso l’operazione di livellamento, all’inizio della fase di conversione, potrebbe essere essenziale per facilitare lo sgrondo delle acque in eccesso e garantirsi di partire con il piede giusto nella direzione delle lavorazioni conservative;
- ✓ lavorare per ottenere una struttura verticale nel terreno; gli attrezzi utilizzati dovrebbero creare delle fratture prevalentemente verticali nel terreno di modo che si crei una struttura colonnare che mantenga una buona capacità portante ma che al tempo stesso permetta alle radici di penetrare in profondità; organi lavoranti che ottengono un effetto di questo tipo creano delle onde di pressione senza invertire gli orizzonti di terreno e senza spostare orizzontalmente le zolle dal loro luogo originario (lame tipo “Michel”, denti con zappetta terminale poco inclinata sull’orizzontale, dischi ondulati o tipo “Blue Jet”);
- ✓ evitare la formazione eccessiva di terra fine. La formazione di terra fine deriva dalla distruzione degli aggregati di terreno. Le particelle di sabbia, limo e argilla sono così esposte a fenomeni di delocalizzazione per mezzo dell’acqua o della forza di gravità. Le particelle finiscono per depositarsi in strati che creano orizzonti di compattamento. Quanta terra fine è “eccessiva”? La regola empirica è che tutta la terra fine che non serve a ricoprire il seme è in eccesso; modificando velocità di avanzamento e numero di passaggi possiamo ottenere effetti diversi a partire dagli stessi attrezzi.

Semina

Le seminatrici utilizzate nell’agricoltura conservativa devono eseguire lo stesso compito richiesto alle seminatrici per semine convenzionali. Devono cioè deporre il seme in modo che si trovi a stretto contatto con il terreno e nelle migliori condizioni possibili di umidità.

Per fare questo devono poter essere in grado di aprire e chiudere un solco in terreni aventi una densità maggiore rispetto ad un letto di semina preparato tradizionalmente e senza trascinare all’interno del solco i residui colturali (fenomeno di “hairpinning”).

Per questo motivo la parte più importante di una seminatrice per agricoltura conservativa consiste nell’assolcatore. Esistono principalmente due categorie di assolcatori: a dischi e a denti.

Assolcatori a dischi

Vengono generalmente impiegati per semine su minima lavorazione in quanto la loro efficacia è sensibilmente influenzata dalla quantità e tipo di residui e dalle condizioni di umidità del terreno. Una preparazione minima del letto di semina prima del passaggio della seminatrice garantisce un risultato meno influenzato dalle variabili sopra indicate. Quando sono utilizzati per delle semine dirette NT sono spesso (quando lo spazio dell'interfila lo consente) associati con sistemi di pulizia dai residui delle file di semina (row cleaners).

Assolcatori a denti

Sono meno influenzati dalle condizioni di tessitura e umidità del terreno e sono quindi utilizzabili anche per delle semine NT, senza lavorazioni preparatorie del letto di semina. Sono il tipo di assolcatori più utilizzati nei paesi dove le precipitazioni meteoriche sono spesso appena sufficienti a garantire il fabbisogno delle colture (Canada) (PAMI, 2000). Sono meno diffusi in Europa occidentale in quanto i costruttori hanno privilegiato altri tipi di soluzioni. Non dovendo penetrare attraverso la coltre dei residui risultano efficaci nel creare un solco di semina libero dai residui stessi e permettono la costruzione di macchine più leggere e significativamente più semplici.

Scelta del tipo di assolcatore

Il criterio principale da seguire è quello della qualità del solco di semina. Un solco di semina è tanto migliore quanto più:

- ✓ mette a stretto contatto seme e terreno, condizione spesso fondamentale nelle semine primaverili in cui le condizioni climatiche possono asciugare velocemente i primi centimetri di terreno
- ✓ il seme è deposto ad una profondità corretta
- ✓ il solco di semina risulta libero da residui vegetali
- ✓ il solco di semina non presenta delle pareti compattate dovute all'azione dell'assolcatore nelle azioni di apertura e chiusura del solco
- ✓ il seme è ricoperto con una corretta quantità di terreno sufficientemente compresso e non eccessivamente fine

I punti sopra elencati non sono dipendenti solo dall'attrezzatura utilizzata per la semina, che rimane comunque fondamentale, ma sintetizzano la storia passata del terreno. Quanto più si coltiva la struttura di un terreno e la sua attività biologica tanto più è possibile ridurre, fino ad eliminarle, le lavorazioni preparatorie del letto di semina. Ad un terreno a cui è permesso evolvere¹, attraverso lavorazioni ragionate e rotazioni colturali, possiamo chiedere condizioni ottimali per le colture immettendo nel sistema quantità ridotte di energia rispetto ad un sistema convenzionale.

¹ Per evoluzione del terreno si intende qui un progressivo miglioramento nel tempo della sua struttura e della sua attività biologica. Interesse dell'agricoltore è permettere che questa evoluzione abbia luogo. Lavorazioni che prevedono una inversione dello strato lavorato (es. aratura) azzerano ogni anno il processo evolutivo messo in atto dagli apparati radicali e dagli altri organismi viventi del terreno

Hairpinning

La presenza di residui vegetali all'interno del solco di semina ha effetti negativi sullo sviluppo delle piante. In inglese tale situazione viene definita con il termine di "hairpinning".

Tra gli effetti negativi:

- ✓ insufficiente contatto seme- terreno
- ✓ diminuzione della quantità d'acqua assorbita dal seme
- ✓ perdita di umidità del terreno nella zona del seme
- ✓ ostacolo allo sviluppo delle radichette e dei futuri apparati radicali
- ✓ effetti tossici sullo sviluppo delle plantule, specialmente nel caso di residui di cereali



Si pone di nuovo attenzione allo sviluppo radicale, che in NT, rispetto al CT, deve essere tenuto maggiormente in considerazione. Dalle foto si evidenzia che piante di mais, su residui di soia, anche se regolarmente distribuite sulla fila, possono presentare alta variabilità nello sviluppo. In questo caso, estirpata la pianta è evidente la causa, un anomalo sviluppo delle radici condizionate dalla presenza di residui colturali. Si vuole rilevare l'importanza di non soffermarsi alla sola analisi della parte aerea delle colture ma bisogna porre attenzione anche allo sviluppo radicale. Foto Mauro Collovati

Considerazioni sulla precisione

Come visto in precedenza il punto cruciale per valutare l'efficacia di una seminatrice è la qualità del solco di semina, tanto più legato alla seminatrice stessa quanto più si riducono le lavorazioni preparatorie.

Per quanto concerne invece la precisione della distribuzione della semente sulla fila, dalle prove effettuate nel corso del progetto MultiFarm, si è potuto constatare che il parametro importante è la popolazione di semi a m² e in misura meno significativa l'uniformità di spaziatura sulla fila. Cosa abbastanza logica se si pensa che, per le colture come il mais, pochi cm di "non precisione" sulla fila sono ben poca cosa rispetto a tutti i cm di "spazio vitale" che ogni pianta ha a disposizione verso il centro della fila. D'altronde non è raro vedere delle piante perfettamente spaziate ma che presentano uno sviluppo disforme.

Semina cover crops

La semina delle cover crops, non essendo colture da reddito diretto, deve essere effettuata nel modo economicamente più efficace.



Rivignano. Emergenza di una cover crop autunnale seminata con un erpice a molle per residui dopo la raccolta del mais (foto Mauro Collovati)

Possiamo distinguere due casi: la semina autunnale e la semina estiva. Nel caso della semina autunnale l'impianto delle colture intercalari risulta facilitato dalle specie utilizzate, solitamente graminacee, e dalle condizioni climatiche che garantiscono una sufficiente umidità per la germinazione anche se i semi si trovano sulla superficie del terreno. In un'azienda che ha partecipato al progetto viene utilizzato con successo un erpice a molle per residui (strigliatore), dotato di dosatore, per le semine di miscugli (orzo, avena) a circa 100 kg ha^{-1} . L'azione delle molle

dell'erpice a velocità sostenuta permette di deporre le sementi a contatto con il terreno anche in presenza di quantità importanti di residui e di ricoprire il seme con i residui stessi.

Per le semine estive è invece preferibile l'utilizzo di una seminatrice in grado di deporre il seme in terreni non lavorati per conservare l'umidità. Al prezzo di un costo maggiore si ha la garanzia di emergenze uniformi anche in periodi in cui l'acqua può scarseggiare.

L'importanza di una semina efficace delle cover è data dalla relazione tra uniformità di copertura della superficie e potenzialità di contenimento della flora infestante, grado di protezione della superficie e agevolazione delle operazioni meccaniche successive.

Traffico negli appezzamenti

Salvaguardare la fertilità del terreno significa anche evitare nel limite del possibile ogni forma di compattamento. Il compattamento si manifesta attraverso una distruzione della struttura del terreno interessato con una sua conseguente diminuzione di volume e aumento della densità.

Per limitarlo vi sono alcune regole da rispettare:

- ✓ entrare nei terreni solo se le condizioni di umidità lo permettono
- ✓ limitare al minimo indispensabile il traffico negli appezzamenti
- ✓ dotare di adeguata gommatura i veicoli utilizzati

Per la gommatura dei mezzi operanti sui terreni dobbiamo considerare la massa complessiva, comprensiva di eventuali attrezzi portati e la coppia trasmessa al terreno.

All'aumentare della potenza del trattore, a parità di massa e gommatura, aumenta il carico trasmesso al terreno e quindi aumenta il potenziale grado di compattamento dovuto al suo passaggio.

Un punto importante, spesso sottovalutato, è quello della pressione di gonfiaggio che deve essere scelta in base al carico ed al tipo di lavoro effettuato. In linea generale, per i lavori di trazione, ridurre la pressione di gonfiaggio fino al limite previsto dal costruttore, permette a volte di guadagnare in trazione e diminuire la profondità della traccia lasciata dai pneumatici.

Considerazioni sull'irrigazione

Secondo l'ultimo rapporto ARPA sullo stato dell'ambiente (ARPA FVG, 2012) andremo probabilmente incontro ad un periodo di estati sempre più siccitose e ad un conseguente calo delle produzioni agricole negli areali maggiormente sensibili per condizioni pedoclimatiche.

Il ricorso all'irrigazione, programmata o di "soccorso", potrebbe non essere più sufficiente per far fronte alle mutate condizioni climatiche. Sia per motivi legati alla effettiva disponibilità di acqua irrigua, che economici legati al costo dell'irrigazione, sarà probabilmente necessario mettere in atto varie misure per mitigare gli effetti della siccità estiva.

Tra queste, la scelta di un ordinamento colturale NT che preveda di ridurre l'impiego del mais presenta sensibili vantaggi anche da un punto di vista dei consumi irrigui. Se confrontiamo due rotazioni triennali:

Rotazione CT: Mais – Mais – Soia

Rotazione NT: Mais – Soia – Frumento

la sostituzione del mais con il frumento – coltura non irrigata – nella rotazione NT consente un risparmio di acqua per l'irrigazione del 33% circa (percentuale da maggiorare se consideriamo che il mais ha un fabbisogno irriguo maggiore rispetto alla soia).

I residui colturali in superficie consentono poi nella rotazione NT il risparmio di altri 30 mm/anno circa per le due colture irrigue mais e soia (vedi paragrafo 2.3). Le osservazioni effettuate nel corso del progetto multiFarm confermano questo dato. Nei terreni condotti secondo i criteri dell'agricoltura conservativa si è rilevata una riduzione delle irrigazioni. Se nei terreni condotti convenzionalmente si effettuano mediamente 3 irrigazioni, nei terreni condotti secondo i principi conservativi se ne effettuano 2 (irrigazione di soccorso con impianti mobili per aspersione). Da un punto di vista energetico questo significa un risparmio di circa 50 litri/ha di gasolio per adacquata di 25-30 mm (o di un 30% dell'energia elettrica utilizzata per mettere in pressione l'acqua nelle condotte di una rete consortile).

Consumi irrigui in regione e rotazioni NT

Per i consorzi irrigui regionali è stato stimato un consumo di acqua pari a 388,7 Mm³/anno distribuita su una superficie di circa 85'000 ha (Zucaro R. et al. 2007).

Ipotizzando di irrigare tale superficie in modo uniforme – anche se è il mais la coltura che ha le maggiori esigenze irrigue - otteniamo un consumo medio per ha di: 388,7 Mm³/anno / 85'000 ha = 4'573 m³/ha*anno

Mais e soia occupano 55'000 ha della superficie irrigua per un consumo annuo di: 55'000 ha x 4'573 m³/ha*anno = 251,5 Mm³/anno.

Ipotizzando di introdurre nella rotazione triennale un frumento al posto del mais, come descritto nel testo, otteniamo un risparmio di:

251,5 Mm³/anno x 1/3 = 83 Mm³/anno

Considerando poi l'effetto dei residui sulla superficie restante a mais e soia dopo l'introduzione del frumento otteniamo un ulteriore risparmio di:

55'000 ha x 2/3 x 300 m³/ha*anno = 11 Mm³/anno (1 mm = 10 m³/ha)

Arriviamo quindi ad un risparmio totale di 83 + 11 = 94 Mm³/anno pari al 24% circa del consumo irriguo stimato.

4.8 Come calcolare la copertura dei residui al suolo ?

Si constata empiricamente che la stessa quantità di residui lasciati al suolo [$t \cdot ha^{-1}$] ha un effetto di copertura del suolo diverso a seconda del tipo di residuo.

In pratica è sufficiente considerare che un kg di mais, che ha diametro medio dello stocco di 0.7-1 cm copre molto meno di un kg di soia o di paglie di frumento che hanno un diametro medio dello stelo di 0.2-0.3 cm.

Questa informazione viene utilizzata quindi per stimare la copertura del suolo in base alla resa della coltura conoscendo la superficie specifica del residuo [$m^2 \cdot t^{-1}$] ed il rapporto tra resa della coltura e biomassa epigeica totale (il cosiddetto indice di raccolta *HI Harvest Index* in inglese) Entrambi i parametri sono specifici di ogni coltura pertanto è possibile con una certa attendibilità stimare la % di copertura del suolo dei residui di ogni coltura a partire dalla resa. Nel grafico si evidenzia che un valore di copertura del suolo superiore al 50% è praticamente sempre ottenibile anche con bassi livelli produttivi: 1- 1.1 $t \cdot ha^{-1}$ di granella di soia o frumento e 2.0-2.5 $t \cdot ha^{-1}$ di granella di mais.

È possibile anche valutare la copertura del suolo da telerilevamento o con metodi di rilevamento al suolo, metodo del transetto.

Si può ricorrere anche a metodi visuali confrontando ad esempio le foto qui mostrate con la situazione in campo.

Un quarto metodo è quello basato sul calcolo che tiene conto dell'indice di interrimento dei residui attribuibile ad ogni operazione colturale (vedi tabella), e della decomposizione nel tempo dei residui che è funzione della qualità delle paglie della coltura, della sanità delle paglie, del clima, e degli effetti diretti ed indiretti di trattamenti aggiuntivi ai residui (es qualità della trinciatura e dello spandimento con la mietitrebbia, uso dello strigliatore, semina e presenza in campo delle colture di copertura ecc.). Ovviamente questo metodo è meno accurato in quanto dipende da tanti fattori legati alla velocità, profondità e modalità (lavorazione verticale o con rivoltamento) di esecuzione degli interventi colturali, ma può essere utile nella programmazione delle operazioni colturali e nella definizione della rotazione colturale per prevedere l'indice di copertura del suolo.

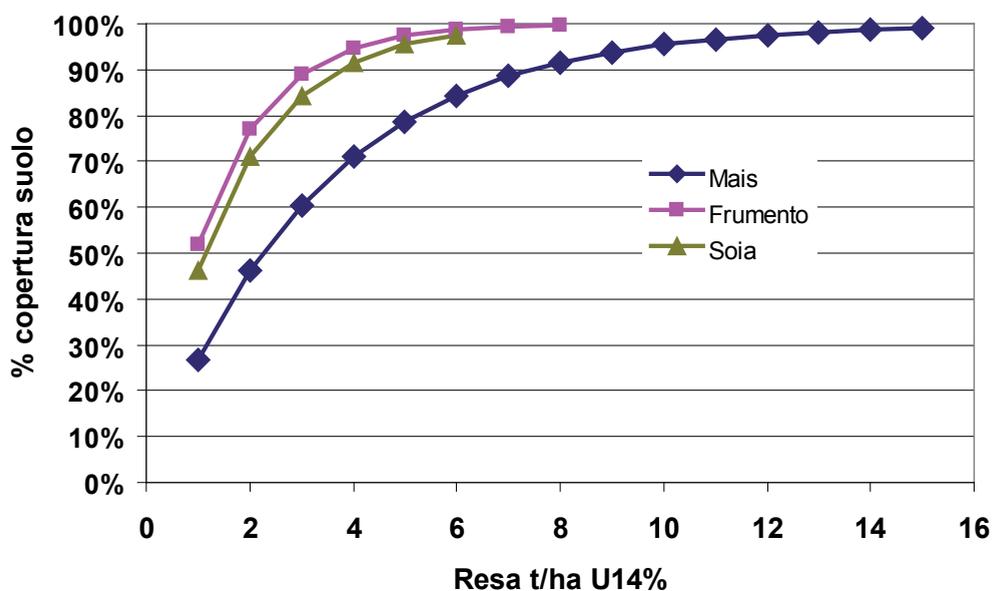
Nella tabella il valore inferiore è utilizzato nel caso si tratti di residui fragili ad es. soia, colza, paglie di orzo e cover autunnali e quello maggiore per residui più robusti ad es. mais e girasole, avena, segale e frumento).

Se per esempio ipotizziamo una coltura di mais che produca 100 q/ha di granella al 14 % e seminiamo subito dopo una cover di orzo con semina diretta (ad es. strigliatore) ed in primavera dopo il diserbo della coltura seminiamo la soia a 5 cm di profondità e distanza tra le file di 30 cm, con seminatrice a coltro allettato sottosuperficiale, la copertura attesa dopo la semina della soia sarà:

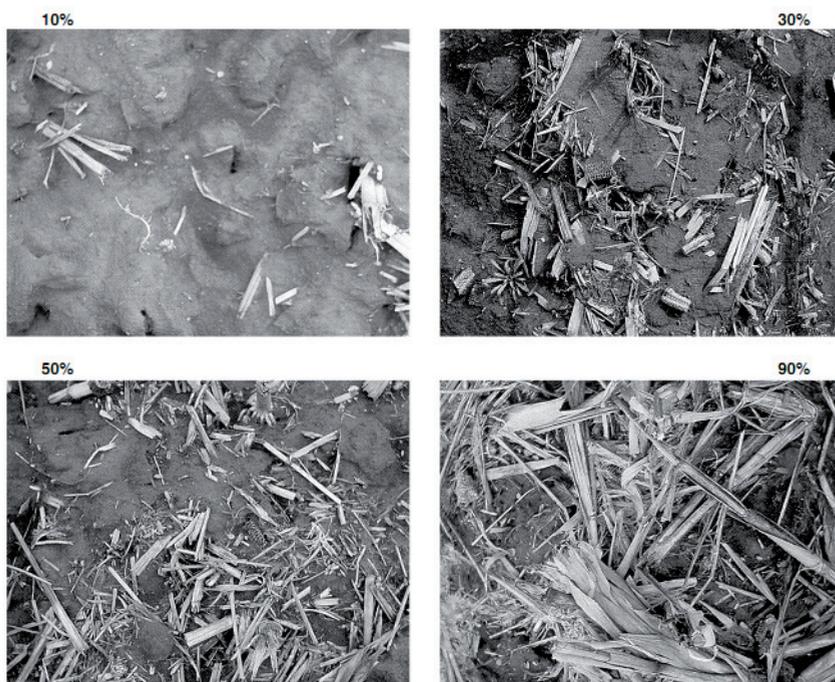
- ✓ Copertura residui del mais (v. figura) : 95%
- ✓ Semina cover autunnale semina diretta (v. tabella): 95%
- ✓ Decomposizione invernale (v. tabella): 75%
- ✓ Semina soia a 30cm (v. tabella): 80%

Moltiplicando questi valori stimiamo la copertura suolo dopo la semina della soia: $95\% \times 95\% \times 75\% \times 80\% = 49\%$

La copertura finale del suolo dopo la semina ha allora un valore del 50% che risulta accettabile per i fini di protezione del suolo stimando una riduzione media dei fenomeni



Basandosi sulle caratteristiche dei residui e sul rapporto tra granella e residui, è possibile stimare la % di copertura del suolo ottenibile con i residui a partire dalla produzione.



Visualizzazione di diversi indici di copertura per residui di mais. Si ricorda che Valori superiori al 50% riducono l'erosione idrica del 80% (tratto da Agronomy Guide della Purdue University Coop Extension Service doc. AY-269-W)

erosivi superiore all'80% (v. figura erosione vs copertura suolo cap. 2.2 tratto da Merrill SD.2002)

Tale calcolo potrebbe essere affinato adottando le equazioni RUSLE 2 che utilizzano indici più accurati di valutazione della protezione del suolo come l'indice di intensità delle lavorazioni (Soil Tillage Intensity Rating STIR).

Tabella 4.1 Effetto di alcune operazioni colturali sull'indice di copertura dei residui dopo l'intervento. Valore minore per residui fragili come soia, cover autunnali, colza, valore maggiore per altre colture più resistenti alla decomposizione come mais, avena, psegale. (Tratto da Kenneth J.E.. 2004)

Operazione	Indice di copertura dopo intervento
aratura profonda	0%
aratura 25 cm	3-5%
ancore dritte	50-60%
combinata ancora e dischi	30-60%
dischi 7.5 cm	40-80%
dischi 15 cm	30-60%
seminatrice a falciatore	90-95%
aggiunta di un coltro a 4 cm	85-90%
semina sotto-superficiale	60-80%
seminatrice a disco	90-95%
Lavorazione sulla fila (Strip Till) a 75cm	70-80%
stagione invernale	75-85%

Bibliografia

- AA.VV. 2009. Glyphosate Interactions with Physiology, Nutrition, and Diseases of Plants: Threat to Agricultural Sustainability? Mineral Nutrition and Disease Problems in Modern Agriculture: Threats to Sustainability? *European Journal of Agronomy*, 31 (3), 111-176.
- ARPA FVG (LaRea). 2012. Rapporto sullo stato dell'Ambiente 2012, Forum Udine
- Baldini M., Petris R. 2009. Le lavorazioni meccaniche conservative e le cover crop in una rotazione triennale ad indirizzo biologico. *Ricerca e innovazione - numero 2 del 2009 - pagina 43-49.* (v. <http://www.ersa.fvg.it/informativa/notiziario-ersa/autore>)
- Blandino M., Reyneri A., Scudeleri D. 2009. Residui colturali e pioggia binomio rischioso per la fusariosi. *L'Informatore Agrario*, 32,44-46
- Blandino, M., Haidukowski, M., Pascale, M., Plizzari, L., Scudellari, D., Reyneri A. 2012a. Controllare il DON nel tenero è una questione agronomica. *L'Informatore Agrario*, 31, 42-45.
- Blandino, M., Haidukowski, M., Pascale, M., Plizzari, L., Scudellari, D., Reyneri, A. 2012b. Integrated strategies for the control of Fusarium head blight and deoxynivalenol contamination in winter wheat. *Field Crops Research*, 133,139-149.
- Blandino M., Reyneri A., Scarpino V., Sovrani V., Vanara F., Povero S., Tamietti G. 2012c. Mais e fumonisine: dalla piralide la prima via d'infezione. *L'Informatore Agrario*, 9 Suppl., 10-14.
- Kenneth J. E.. 2004 Managing Crop Residue with Farm Machinery. *Agronomy Guide della Purdue University Coop Extension Service doc. AY-280-W*
- PAMI, 2010, Direct seeding Manual. <http://pami.ca/crops/agronomy/direct-seeding/>
- Weiach K., Bristow K.L. 1992. Preemergent shoot growth of maize under different drying conditions. *Soil Sc. Soc. Am. J.*. 56, 1272-1278.
- Zanin, G., Otto, S., Riello, L., Borin, M.. 1997. Ecological interpretation of weed flora dynamics under different tillage systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 66 (3), pp. 177-188.
- Zucaro R., Cesaro L.. 2007. Rapporto sullo stato dell'irrigazione nel FVG. INEA www.inea.it/public/pdf_articoli/1889.pdf

Intervista a Denis Paron

Denis Paron è un agricoltore di Rivignano che dal 1990 gestisce una azienda agricola con orientamento produttivo cerealicolo. Ha iniziato la gestione conservativa in modo graduale a partire dalla fine degli anni '90 quando le lavorazioni convenzionali del suolo sono state sostituite con lavorazioni minime ed infine con la semina su sodo. Questo ultimo passaggio è stato favorito dalla presenza sul mercato della seminatrice CERERE® ideata e realizzata da due suoi colleghi e compaesani Mauro e Giuseppe Collovati.

D: Quali sono i requisiti per un successo del sistema NT?

Innanzitutto bisogna avere voglia e coraggio di provare, con l'idea che il sistema può funzionare. Coraggio sia perché gli amici del bar ti possono prendere in giro, sia perché senza esperienza si possono fare più errori e quindi avere più perdite del previsto. Poi devi imparare a capire il comportamento del suolo e delle colture. Se si decide di non lavorare devi pensare che è possibile, in teoria avere un suolo fertile come quello del bosco, soffice non compattato. Tieni presente che tutti i terreni presenti qui in zona possono essere gestiti in NT ma non con tutti devi usare gli stessi modi di operare.

D Quali sono i consigli che ti senti di dare a chi inizia con questo metodo di fare agricoltura?

Direi che non puoi pensare di entrare nei campi come vuoi e quando vuoi, questo vuol dire che anche se hai le gomme a bassa pressione, nel campo non si entra mai in condizioni di suolo bagnato, e meno che meno nel sistema NT. Si entra quando ci sono le condizioni di umidità e temperatura del suolo adatte, questo vale soprattutto per il mais.

Questo sistema non ti dà la possibilità di recuperare un compattamento con un energico rivoltamento o lavorazione del suolo compattato, che poi anche questo recupero è spesso apparente in superficie ma non subito sotto il piano di semina; la mia esperienza dice che un suolo lavorato e quindi calpestato umido, porta conseguenze negative per anni anche in regime di lavorazioni convenzionali. Lo osservo dove si fanno insilati e dove il carico delle macchine si fa sentire.

Senz'altro i periodi utili, soprattutto per la semina del mais con le lavorazioni tradizionali, sono maggiori di quelli delle semine conservative; in sistema tradizionale puoi cominciare a seminare prima il mais e quindi hai un periodo di semina più lungo ed una macchina semina quindi più ettari di mais nel convenzionale che nel conservativo. Bisogna anche ribadire che il convenzionale magari si presenta asciutto in superficie e questo, erroneamente, viene ritenuto sufficiente per l'inizio della semina, e quindi succede che fai dei compattamenti sotto superficiali dove il terreno è ancora troppo umido e non drenato.

Le considerazioni fatte ci inducono quindi a modificare molti aspetti operativi e fare altre scelte: il ciclo delle colture a semina primaverile, per esempio, deve chiudere prima che il tempo si guasti e che il terreno sia impraticabile con le mietitrebbie. Per questo io preferisco le varietà di mais precoce (classe 400 500) che raccolgo da

fine agosto alla prima decade di settembre. Così spesso intercetto un buon prezzo di mercato, e risparmio ulteriormente, rispetto alla tecnica tradizionale basata su lavorazioni e cicli lunghi del mais, sulle spese ed i tempi di irrigazione. Certo nel 50% dei casi ti può andare bene anche con le varietà tardive, ma il restante 50% che ti va male potrebbe annullare i vantaggi.

Con le varietà di mais tardivo, inoltre, diventa difficile la gestione dei residui, problema specifico per il mais, per cui è bene che i residui si prendano alcune giornate di sole di settembre, si asciughino bene e possano essere meglio ridotti ed imbrattati di terra con lo strigliatore. Inoltre, molto importante, se raccogli tardi il mais o la soia non hai buone crescite autunnali delle colture di copertura successive e ti perdi parte dei loro benefici sulla copertura del suolo e sul loro apporto di nutrienti alla coltura successiva.

D quali sono le macchine che servono?

Una dotazione di gomme a bassa pressione, una larga barra da diserbo, un buon spandiconcime e la seminatrice. Tutto questo per ridurre i calpestamenti in campo. Se puoi dotarti di un sistema a guida parallela, con il GPS, è ancora meglio.

Quale seminatrice? Sicuramente io preferisco un elemento di semina con il dente; un elemento di semina con il disco può dare l'impressione di una migliore vigoria all'emergenza e di maggiore uniformità; nelle condizioni ottimali tutte le seminatrici registrano buone emergenze, ma con sassi per esempio già ci possono essere problemi utilizzando i dischi, e non parliamo dei terreni a tessitura più fine e più umidi, nei quali come detto non si dovrebbe seminare in queste condizioni, e dove comunque il disco ha difficoltà spesso di garantire una buona copertura del seme ed un buon contatto con il suolo. La condizione di umidità del suolo giusta non sempre è possibile ma con il dente ho una piccola maggiore flessibilità. Poi vai alla raccolta e la differenza può essere notevole tra disco e dente. La pressione del disco sulle pareti del solco di semina secondo me riduce la crescita radicale. Poi se il dente riesce a tenere pulito dai residui il solco di semina, e nello stesso tempo i residui vengono imbrattati di suolo, per accelerare la loro decomposizione, allora va anche meglio.

I residui servono perché proteggono il suolo, ma non devono accumularsi nel corso degli anni. La struttura del suolo viene favorita dai lombrichi, dalle radici delle colture, ed i residui proteggono o incentivano questi processi di strutturazione del suolo. Questo mi fa ricordare poi l'importanza della rotazione e delle colture di copertura sui processi di formazione della struttura. Per esempio alcune situazioni pedologiche permettono una rotazione soddisfacente mais-soia, però stai attento che se non acceleri la decomposizione dei residui dopo 4-5 anni questi possono diventare eccessivi. In questo caso anche la coltura di copertura, aiuta indirettamente la decomposizione del mais, sia quando semini la cover sia quando la cover mantiene un maggiore livello di umidità dei residui.

D Cosa pensi della lavorazione sulla fila di semina (Strip Till)?

Penso che sia adatta per i terreni con scheletro o che si strutturano con difficoltà come certe situazioni di suoli sabbiosi o limo argillosi. Questi tendono a impaccarsi

perché hanno troppo limo e sabbia ma troppo poca argilla o argilla non adatta. In questi casi si può avere un eccessivo compattamento, favorito dalle irrigazioni frequenti, dalle rotazioni troppo semplificate sul mais e la presenza dei sassi complica il tutto. In ogni caso il terreno diventa troppo duro.

Si è visto che, usando un treno di utensili che puliscono e decompattano la fila come nello Strip-Till (a 10-15 cm massimo, anche al momento della semina, ha un effetto buono di decompattamento su questi terreni, e la coltura di mais ha ottime risposte. Ma la lavorazione sulla fila di semina (Strip-Till) in suoli a tessitura più fine può non essere sempre la soluzione. Miei parenti australiani hanno abbandonato lo Strip-Till perché hanno osservato che l'acqua delle piogge, non abbondanti ma intense tipo 30 mm in 10 minuti, scorre dalla interfila di 55 cm e si viene a raccogliere tutta sulla fila lavorata e qui si forma crosta e si compatta il suolo; la coltura rimane stoppata all'emergenza. Questo mi fa pensare che bisogna stare all'occhio. Io non ho provato questa esperienza, ma mi fa riflettere che siano passati alla semina diretta o alla minima lavorazione (10-12 cm non di più) su tutta la superficie. Penso che quindi vada valutato lo ST anche in relazione alla capacità di infiltrazione dell'acqua nella parte non lavorata. Penso che se dopo una pioggia intensa l'acqua ristagna sulla fila lavorata dello ST bisogna tornare indietro alle tecniche di semina diretta o di minima molto superficiale su tutta la superficie del campo come quella operata dalla Cerere.

D Premesso che per tanti motivi non è fattibile il mais continuo, premesso che la macchina da strip-till dà la possibilità di liberare abbastanza bene la fila dai residui, secondo te una rotazione al 60-80% di mais (ad es. mais- mais-soia) si può fare?

Premetto che non adotto questa rotazione nella mia azienda ma qualche volta l'ho utilizzata presso le aziende dei clienti. Con l'esperienza acquisita direi che si può fare ma con cautela, bisogna provare. Come dicevo prima, bisogna senz'altro curare la gestione dei residui del mais passando con lo strigliatore e seminando le cover. Direi che la vera semina diretta non è possibile con tutti quei residui, per cui un corretto uso dello Strip-Till o una minima lavorazione possono migliorare la produzione del 2° mais della successione. Attenzione massima quindi anche ai parassiti come le limacee che vanno sempre monitorate o prevenute spargendo i limacidi. La soia non ha grossi problemi di emergenza e sviluppo nei residui del mais, per cui potrebbe essere adatta anche una semina diretta nei residui del mais precedente, sempre con un utensile a dente.

Io preferisco continuare con la rotazione che faccio da anni: Mais- Soia- Frumento perché la trovo adatta alle mie condizioni aziendali, e penso che sia la migliore tenendo conto di tutti gli aspetti di gestione dei parassiti, dei patogeni delle concimazioni e dell'uso dell'irrigazione.

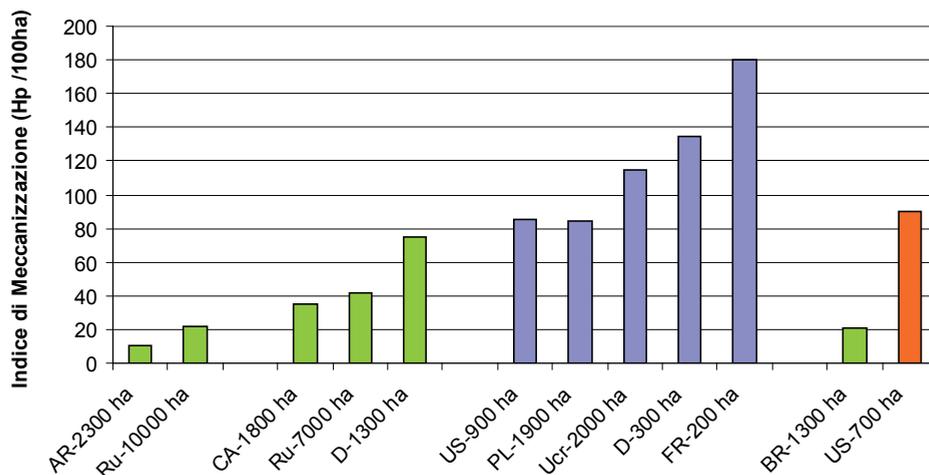


5 - Aspetti economici

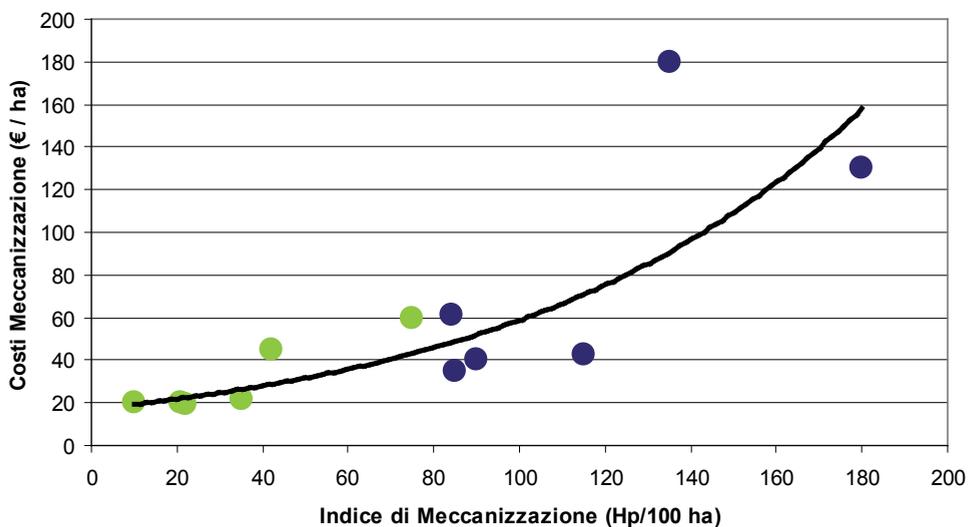
Gemini Delle Vedove, Mario Taverna

5.1 I motivi economici per cambiare (Gemini delle Vedove)

La meccanizzazione è cresciuta e di conseguenza anche i consumi energetici ed i costi economici. Da una analisi condotta da Agri Benchmark – D, si dimostra che nelle aziende europee di dimensione di 200÷300 ha abbiamo un investimento di 1.80-1.3 HP/



Intensità di meccanizzazione delle aziende agricole di diversi paesi. Adattato da Agri Benchmark Report 2007.

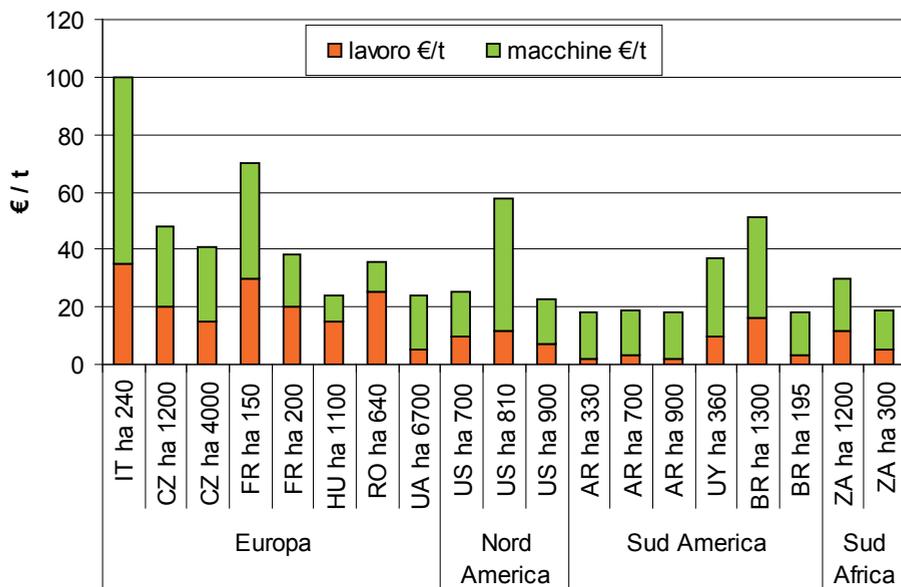


Valore della meccanizzazione in diverse situazioni produttive mondiali. In verde i paesi in cui maggiore è la diffusione delle tecniche di Agricoltura Conservativa. Adattato da Agri Benchmark Report 2007.

ha che sono di un ordine di grandezza superiori a quelli registrati in Brasile ed Argentina (.2 e 0.12 HP/ha rispettivamente). In USA tali dati si pongono a livelli intermedi di 0.90 HP/ha. Questi valori sono influenzati sia da un fattore di scala aziendale ma anche e soprattutto dal tipo di gestione del suolo, che vede la prevalenza in Brasile ed Argentina della lavorazione conservativa (semina diretta) mentre negli USA tale tipologia si colloca tra il 30 ed il 50% della superficie. In Europa le percentuali di superfici in semina diretta sono irrisorie (2-3%).

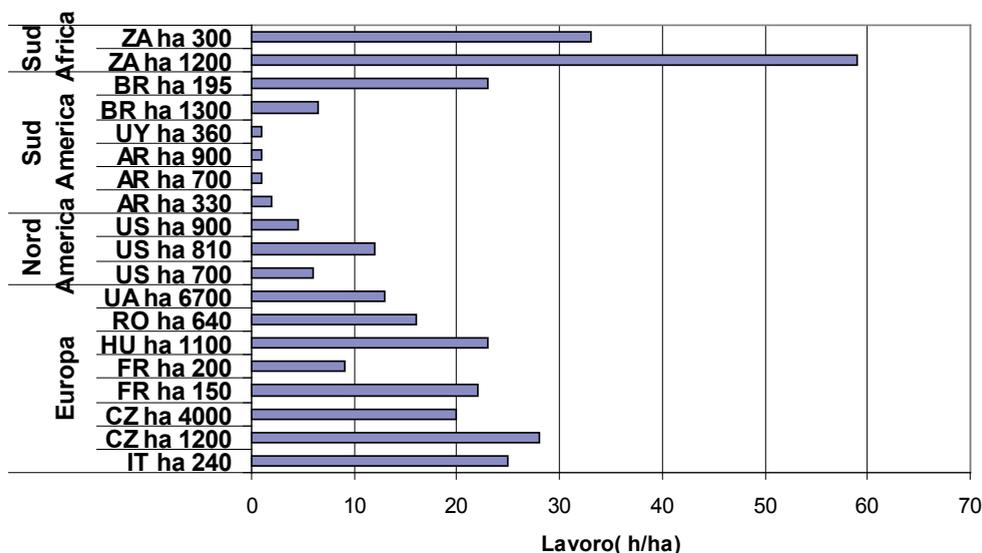
Il Centro di Ricerche delle Produzioni Vegetali ha elaborato per il 2010 (Altamura, 2011) dati sulla intensità di meccanizzazione e di lavoro per diversi areali di produzione del mais nel mondo. Come si vede dal grafico, l'Italia ha i maggiori costi di meccanizzazione pari a circa 65 €/t di mais (produzione 2010 di una azienda dell'Emilia Romagna di 240 ha con resa media di 11.3 t/ha commerciale). Questo indice colloca le maiscolture delle agricolture estensive in un contesto favorevole di minori costi. La meccanizzazione quindi in questo caso italiano viene ad incidere per il 65% sul totale dei costi a cui si devono aggiungere ammortamenti (10 €/t) e costi di altri input (30 €/t). Si osserva poi come nell'azienda italiana le ore di manodopera impiegate per ettaro risultino tra le più elevate dopo quelle totalizzate nelle aziende sudafricane ed in una delle aziende della Repubblica Ceca.

Se si dovessero contabilizzare i costi di opportunità (Beneficio fondiario, manodopera familiare, ecc) nel 2010 si sarebbe arrivati a circa 190 €/t, il più alto costo del campione esaminato. Basti pensare che gli altri paesi europei hanno un costo totale tra 100 e 150 €/t, mentre Nord America tra 100 e 140 €/t e sud America tra 70 e 120 €/t. Quindi questi numeri pongono l'Europa e soprattutto l'Italia in una condizione di avere ampie possibilità di risparmio anche e forse soprattutto grazie alle lavorazioni conservative.



Costi unitari (€/t) di produzione del mais nel mondo, distinti per costi di meccanizzazione e di manodopera. Evidente la differenza tra la azienda italiana del campione e le altre aziende. (Tratto da Altamura V. 2011)

rielaborato da CRPV -Rivista di Agricoltura 2011 Agosto



Confronto tra diverse aziende per la intensità d'uso della manodopera ($h \cdot ha^{-1}$) nella coltura del mais. (Tratto da Altamura V. 2011)

5.2 Continuare a produrre spendendo, consumando ed inquinando meno: alcuni risultati regionali (Mario Taverna)

La transizione da un sistema di coltivazione tradizionale ad un sistema conservativo non è solamente un percorso tecnico-economico che si giustifica con la sola diminuzione dei costi variabili ma innanzitutto è un percorso culturale. Non effettuare alcune pratiche agronomiche che fino a ieri erano considerate fondamentali porta l'agricoltore a porsi alcuni interrogativi, vuoi in merito agli investimenti che comunque vanno intrapresi vuoi per la diffidenza verso una pratica che non è immediatamente fruibile. Infatti il percorso di transizione, per essere affinato, necessita di tempi di rodaggio che possono disaffezionare l'imprenditore nel praticare questo percorso.

In regione l'agricoltura conservativa non ha ancora avuto modo di affermarsi e poche sono le realtà che la praticano: il confronto si è limitato a due aziende "conservative" ormai mature e a quattro aziende "convenzionali"¹.

L'analisi dei costi di produzione per colture tipiche della nostra regione, (dall'ultima rilevazione Censuaria risulta che Frumento, Soia e Mais rappresentano rispettivamente il 5,19%, il 24,87% e il 45,52% dei 162.237 ettari coltivati a seminativo) anche se non esaustivi delle peculiarità produttive degli areali colturali e con tutti i loro limiti, servono a stimolare un confronto fra i fattori dei due sistemi (Tab. 1).

¹ Dati rilevati anche dalle interviste del progetto MultiFarm.

Tabella 1. Costi di produzione nei due sistemi di gestione (2011)

	Mais	Mais NT	Soia	Soia NT	Frumento tenero	Frumento tenero NT
Lavorazioni meccaniche						
preparazione letto di semina	200	-	200	-	150	-
<i>semina cover</i>	-	60	-	-	-	60
diserbo cover	-	20	-	-	-	20
semina	40	80	30	80	30	80
distribuzione concime	20	20	-	-	40	60
distrib. diserbo pre-emergenza	25	25	-	-	-	-
distrib. diserbo post-emergenza	20	20	40	40	-	-
distrib. fungicida/insetticida/limacida	30	30	-	-	40	20
irrigazione	148	148	148	148	148	148
raccolta	100	100	100	100	100	100
trasporto	50	50	20	20	25	25
Costo lavorazioni €/ha	633	553	538	388	533	513
Fattori produttivi						
concimi fosfatici	157	131	-	-	61	-
concimi potassici	108	83	-	-	40	-
concimi azotati	195	203	-	-	118	96
<i>seme cover</i>	-	50	-	-	-	50
<i>diserbante cover</i>	-	15	-	-	-	15
seme	180	180	120	120	153	153
geodisinfestante	50	50	-	-	-	-
diserbante	110	110	60	80	-	-
insetticidi/limacidi	25	10	20	10	-	-
fungicidi	-	-	-	-	90	40
Costo fattori produttivi €/ha	825	832	200	210	462	354
Totale costi	1.458	1.385	738	598	995	867
Differenza percentuali	-	0,05		0,19	-	0,13

Fonte: Nostre elaborazioni da interviste aziendali

Infatti, per la contabilizzazione delle operazioni meccaniche sono stati considerati i prezzi al netto di IVA praticati dai contoterzisti, mentre per quanto concerne i “fattori produttivi” si è ricorso alle informazioni fornite dagli agricoltori. Caso a parte l’irrigazione dove è stato contabilizzato il prezzo per gli interventi irrigui praticato dal Consorzio Bonifica Ledra Tagliamento.

Da questa prima analisi le differenze fra i due sistemi di coltivazione sono tutte a favore dell’agricoltura conservativa, ma tale indicazione non può essere ritenuta esaustiva in quanto il presupposto su cui si basa il sistema della non lavorazione è la rotazione. Pertanto per meglio confrontare i risultati economici delle due gestioni e verificare le criticità nei processi produttivi sono state analizzate due rotazioni rappresentative e dell’agricoltura conservativa (AC) e dell’agricoltura convenzionale (CT):

AC: **mais – cover crop - soia – frumento – cover crop**

CT: **mais – mais – soia**

L’analisi ha preso in esame, per il periodo 2009-2011, aziende in una fase di tecnica matura, sia per CT che per AC dove la tecnica di lavorazione è quella del “no till”, (non lavorazione con semina su sodo). Attraverso la somministrazione di questionari aziendali si sono rilevati i tempi di lavorazione, i consumi di gasolio, gli apporti di elementi nutritivi e i costi per agrofarmaci e sementi. Non sono stati considerati i costi relativi alle operazioni di raccolta, ipotizzandoli uguali nei due sistemi in esame.

Partendo dai dati raccolti sono stati calcolati:

1. tempi di lavoro e consumi di carburante
2. costo mezzi tecnici impiegati
3. produzione lorda vendibile.

1) Tempi e consumi di carburante

Al fine di mettere in risalto le differenze nei tempi e nei consumi di carburante tra i due sistemi di gestione i relativi cicli produttivi triennali sono stati suddivisi in tre fasi operative: pre-semina, semina e post-semina (Tab. 2).

Tab. 2 Tempi di lavorazione, consumi di gasolio e loro rapporto nei due sistemi (Ciclo triennale 2009-2011)

Sistemi	pre semina		semina		post semina		totale litri/ora lavoro
	tempi	consumi	tempi	consumi	tempi	consumi	
	ore	litri	ore	litri	ore	litri	
Convenzionale	8,83	258,00	1,67	26,00	15,00	242,00	20,63
Conservativo	1,25	17,00	3,00	54,00	8,60	116,00	14,55

Fonte: Nostre elaborazioni da interviste aziendali

L’alto consumo di carburante per il sistema CT nella fase pre-semina è dovuto all’energia e ai tempi impiegati dalle operazioni di aratura e dalle erpicature (tempi che possono ridursi o aumentare a seconda della tipologia di terreno).

La fase di semina prevede invece maggiori consumi di tempo e carburante per la rotazione AC in ragione anche della semina delle colture di copertura, non previste nella rotazione CT e della tipologia di semina.

Anche nella terza fase riscontriamo una consistente differenza nei consumi energetici e di tempo dovuti principalmente agli interventi irrigui alla coltura del mais, presente due anni nella rotazione CT.

Complessivamente le operazioni colturali del sistema convenzionale utilizzano 526 litri di gasolio e 25,50 ore macchina, mentre quelle dell'agricoltura conservativa si limitano a 187 litri e 12,85 ore.

Da questi dati ricaviamo che complessivamente per il sistema CT il fabbisogno energetico unitario, dato dal rapporto tra consumo di carburante e ore lavorate, è superiore del 42% rispetto a quello riscontrato per il sistema della non lavorazione.

Il minor consumo di carburante ed il suo aumento di prezzo, ha fatto sì che nel triennio vi sia stata una minor spesa per 264 €. Il prezzo al litro del gasolio agricolo, rilevato dalla Camera di Commercio di Udine per le consegne da 2mila a 5mila litri IVA esclusa, è stato di € 0,66 per il 2009, di € 0,7454 per il 2010 e di € 0,9454 per il 2011. (Tab. 3 e Graf. 1).

Tab. 3 Consumi e costo del carburante nei due sistemi (2009-2011)

Sistemi	Litri			€
	2009	2010	2011	Totale
Convenzionale	209,00	209,00	108,00	395,83
Conservativo	145,50	17,50	24,00	131,76

Fonte: Nostre elaborazioni da interviste aziendali e dati CCIAA Udine

Le ore macchina “risparmiate” nel sistema AC possono essere monetizzate prendendo come riferimento operazioni colturali medie effettuate da contoterzisti. Se ipoteticamente prendiamo un costo orario medio di 50,00 € per le 12,65 ore si verrebbe ad avere un minor esborso di circa 632,50 €.

2) Costo mezzi tecnici impiegati

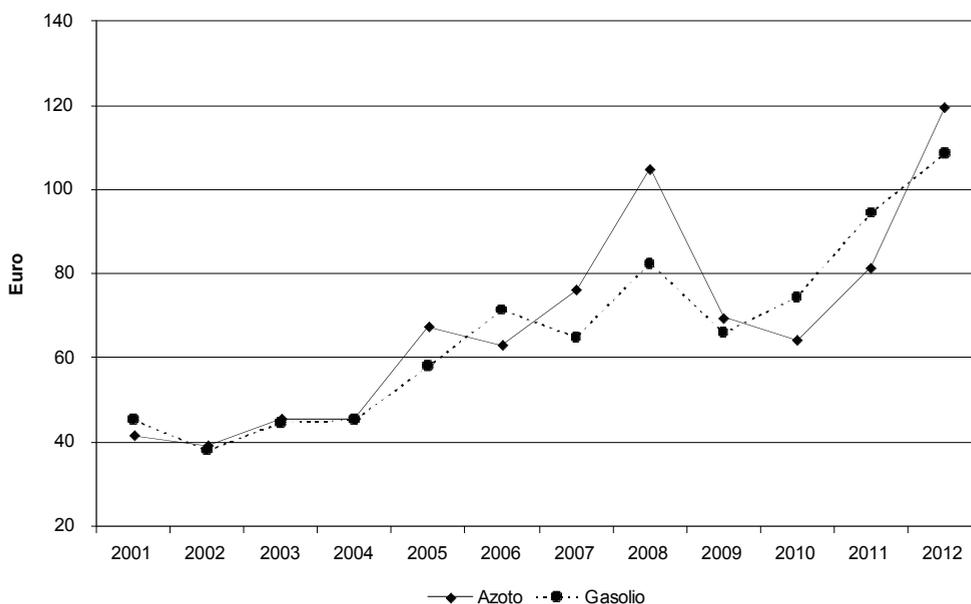
Per quanto riguarda l'acquisto degli altri mezzi tecnici è da notare per il sistema NT il dato relativo alla spesa per i fertilizzanti, che evidenzia un minor consumo dovuto all'apporto di nutrienti dalle cover crops e dalla rotazione e quello per le sementi dove vanno a sommarsi i costi per la gestione delle cover (Tab. 4).

Tab. 4 Spese triennali per l'acquisto di mezzi tecnici

Sistemi	Euro				Totale
	Sementi	Fertilizzanti	Diserbanti	Insetticidi/ fungicidi/ molluschicidi	
Convenzionale	450,00	735,87	224,00	102,00	1.511,87
Conservativo	542,00	432,89	207,00	104,00	1.285,89

Fonte: Nostre elaborazioni da interviste aziendali

Grafico 1. Andamento dei prezzi dei fertilizzanti azotati (100 UF N) e del gasolio (100 litri) nel periodo 2001-2012.



Fonte: Nostre elaborazioni su dati CCIAA

3) Produzione lorda vendibile

L'analisi dei risultati produttivi non hanno evidenziato, a parità di coltura, grandi differenze tra i due sistemi, infatti il differenziale produttivo registrato dell'anno 2009, è associato ad un risultato economico che può essere compensato dal minor consumo di gasolio (Tab. 5).

Dal 2010 il sistema della rotazione implica il confronto tra colture diverse, con risultati produttivi e prezzi di liquidazione differenti. Il risultato economico del secondo anno è conseguenza dell'impennata del prezzo di liquidazione del mais (+76% rispetto al 2009) che così porta il differenziale a circa 1.450 €, che nel triennio si consolida con un + 1.665,78 €. (Graf. 1).

I risultati economici del terzo anno evidenziano un differenziale di 146,49 €.

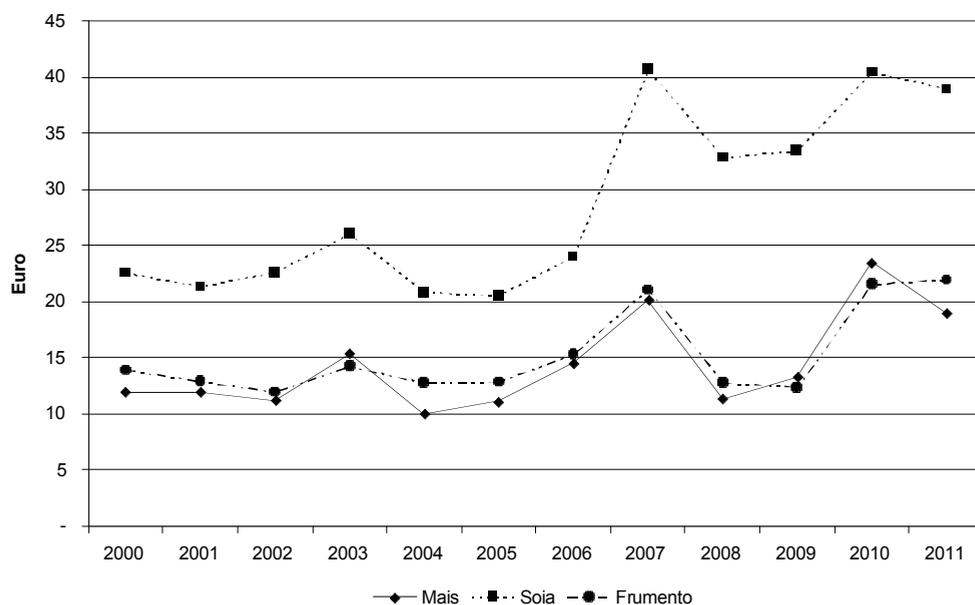
Tali importanti risultati evidenziano anche le scelte produttive degli agricoltori volte ad un'affezione verso la coltura del mais.

Tabella 5. Produzione lorda vendibile e colture nel triennio

Sistemi	Ricavi €			
	2009	2010	2011	Totale
Convenzionale	1.608,21	2.709,84	1.456,15	5.774,20
<i>Colture</i>	<i>mais</i>	<i>mais</i>	<i>soia</i>	
Conservativo	1.543,26	1.255,50	1.309,66	4.108,42
<i>Colture</i>	<i>mais</i>	<i>soia</i>	<i>frumento</i>	
<i>Differenze</i>	<i>64,95</i>	<i>1.454,34</i>	<i>146,49</i>	<i>1.665,78</i>

Fonte: Nostre elaborazioni da interviste aziendali e prezzi di liquidazione centro raccolta

Grafico 2. Andamento del prezzo di liquidazione (€/q al 14% di Umidità relativa) di mais soia e frumento nel periodo 2000-2011.



Fonte: Nostre elaborazioni

Nel triennio i risparmi dovuti a minori consumi energetici, sia in termini di gasolio che di fertilizzanti, ed ai minori tempi/macchina del sistema conservativo compenserebbero il 67,38% del differenziale dei ricavi (Tab. 6).

Tabella 6. Differenziale tra i due sistemi produttivi (euro nel triennio)

	Euro			
	Gasolio	Lavoro	Altre spese	Totale
Convenzionale	264,07	632,50	225,98	1.122,55

Fonte: nostre elaborazioni

Naturalmente queste analisi fatte a “consuntivo” fotografano quello che già si è verificato.

Tuttavia va segnalata l’alta aleatorietà dei mercati dei prodotti agricoli, se per il secondo anno (2010) invece di considerare il prezzo di liquidazione del mais a 23,54 €/q utilizziamo quello che la coltura aveva a inizio raccolta, 17,00 €/q.le, il differenziale tra i due sistemi in termini di ricavi si riduce drasticamente portandosi a 913 €. Con questa “operazione” i minori ricavi vengano completamente compensati dalle minori spese.

Un discorso a parte, ma fondamentale per l’economia aziendale, va posto in relazione ai prezzi delle granaglie. Infatti nel triennio considerato l’andamento dei prezzi si è spinto in un marcato aumento tale da giustificare per alcune colture la monosuccessione.

Le differenze economiche che abbiamo rilevato non sono esaustive nella scelta dell’una o dell’altra tecnica ma anche altri aspetti, per altro non quantificati in questo lavoro, vanno tenuti in debito conto:

- ✓ Diminuzione del consumo di acqua.
Con il sistema delle rotazioni avremo una riduzione del numero delle adacquate, infatti accanto a colture che abbisognano di cospicui interventi ne abbiamo altre che non ne necessitano.
- ✓ Riduzione parco macchine
La riduzione delle lavorazioni e nel contempo la diminuzione della potenza necessaria per le operazioni colturali porta via via ad una riduzione della potenza dei mezzi ed a una riduzione delle attrezzature. Di conseguenza una riduzione degli ammortamenti dovuta al minor costo delle trattrici e al minor capitale in attrezzature. Di pari passo si avrà anche una diminuzione delle quote di manutenzione.
- ✓ Aumento del tempo disponibile
L’indagine dell’ISMEA sulle famiglie rurali ha rilevato che il tempo libero da sempre è un problema da risolvere per chi gestisce un’azienda agricola. Il tempo di svago è ritenuto dal 40% degli intervistati (conduttore, coniuge, figli over 18) insufficiente, dal 27% appena sufficiente, mentre dal 33% viene considerato adeguato. In vacanza va solo il 34% dei conduttori.

5.2.1 L’agricoltura regionale e il ruolo del contoterzismo

Da poco sono stati diffusi i dati definitivi del 6° censimento dell’Agricoltura 2010 e ci pare doveroso focalizzare alcune peculiarità dell’agricoltura regionale.

Tali dati pongono in evidenza un comparto fortemente polverizzato dove complessivamente la media aziendale è di soli 9,7 ha, mentre ben il 25% della superficie agricola utilizzata (SAU) è gestita da una miriade di aziende (78 %) che non superano i 10 ha (Tab. 7).

L'elevata polverizzazione delle aziende agricole regionali, può rappresentare un punto di debolezza verso lo sviluppo dell'agricoltura conservativa, poiché solo con una dimensione aziendale adeguata sono possibili investimenti per una meccanizzazione dedicata.

Tab. 7. Distribuzione delle aziende agricole regionali per Classe di superficie agricola utilizzata

Territorio	0-9,99 ha		10-49,99 ha		>49,99 ha		Totale	
	Aziende	ha	Aziende	ha	Aziende	ha	Aziende	ha
Udine	9.780	32.007	2.485	52.236	415	44.894	12.680	129.138
Gorizia	983	3.318	257	5.191	45	5.155	1.285	13.664
Trieste	409	746	32	607	9	910	450	2.263
Pordenone	6.231	18.894	1.352	28.253	228	26.132	7.901	73.379
FVG	17.493	55.065	4.126	86.286	697	77.092	22.316	218.443

Fonte: ISTAT 6° Censimento dell'agricoltura – nostre elaborazioni

Tuttavia già da tempo le piccole aziende agricole, e non solo, si avvalgono del contoterzista per la gestione in toto delle lavorazioni o di specifiche operazioni colturali.

In particolare la gestione del 10% della SAU regionale viene affidata completamente ai contoterzisti fondamentali figure che, se saranno motivate, avranno energie per operare i necessari investimenti culturali ed economici, potranno far pendere l'ago della bilancia verso questo “epocale” cambiamento (Tab. 8).

Tabella 8. Superfici affidate al contoterzismo passivo

Territorio	Affidamento completo delle operazioni realizzate per una o più coltivazioni	Affidamento parziale delle operazioni realizzate				
		Aratura	Fertilizzazione	Semina	Raccolta meccanica e prima lavorazione dei vegetali	Altre operazioni per le coltivazioni
Udine	12.308,57	4.817,30	3.171,32	13.360,88	55.699,65	5.535,85
Gorizia	699,13	477,42	724,51	2.188,51	5.583,53	792,40
Trieste	0,73	0,35	-	1,80	3,46	-
Pordenone	7.783,52	2.999,48	1.827,50	10.004,35	30.187,83	3.997,50
FVG	20.791,95	8.294,55	5.723,33	25.555,54	91.474,47	10.325,75

Fonte: ISTAT 6° Censimento dell'agricoltura – nostre elaborazioni

Bibliografia

- Agri Benchmark Report 2007. http://www.agribenchmark.org/cc_download.html
- Altamura V. 2011. Mais da granella: costi e redditività a confronto. Rivista di Agricoltura Luglio-Agosto , 59-61. www.ermesagricoltura.it
- Consorzio Bonifica Ledra Tagliamento (2011), Prospetto aliquote e concessioni ruolo anno 2012.
- ISMEA (2009), Report del 1° Focus Group sulle famiglie rurali.
- ISTAT (2012), 6° Censimento Agricoltura 2010, <http://dati-censimentoagricoltura.istat.it/>

6 - Agricoltura conservativa, territorio e nuova programmazione comunitaria

Lucia Piani

L'utilizzo di tecniche di Agricoltura Conservativa (AC) ha un impatto su differenti aspetti sia da un punto di vista strettamente agronomico e produttivo sia da un punto di vista economico, ambientale, sociale.

Queste tecniche infatti vanno ad impattare sul sistema aziendale e sull'ambiente perché il loro effetto non è limitato alla sola lavorazione dei terreni ma interessa anche la pianificazione delle produzioni attraverso l'obbligo di avvicendamento, il mantenimento dei residui colturali e la pianificazione delle colture di copertura (cover crops).

La valutazione dell'agricoltura conservativa va affrontata sia nella prospettiva del singolo agricoltore sia in una prospettiva che tenga conto degli effetti che la applicazione di queste tecniche può avere sull'ambiente.

6.1 Impatto economico

L'adozione dell'agricoltura conservativa in Europa è stata guidata in prevalenza da considerazioni economiche (Lahmar, 2010). La valutazione economica dei risultati che si possono ottenere attraverso questa scelta necessita di fare bilanci economici per comparare aziende "convenzionali" e aziende "a agricoltura conservativa" integrati da una valutazione delle esternalità positive (benefici) e negative (costi) prodotte. La necessità di utilizzare il bilancio aziendale deriva dal fatto che la scelta di applicare l'agricoltura conservativa impone un cambiamento non solo nelle tecniche di lavorazione meccanica del terreno ma a livello di sistema agricolo in generale (Coughenour, 2003), cioè nella programmazione delle coltivazioni e delle rotazioni, nell'utilizzo del parco macchine, nel controllo delle malerbe e i risultati dipendono da diversi aspetti tra cui le condizioni climatiche e la tessitura del suolo coltivato (Lahmar, 2010). Il bilancio economico dell'azienda va a rappresentare, in termini monetari, tutti questi aspetti valutati in un'ottica di medio-lungo periodo.

Come emerge da quanto riportato nel capitolo riguardante gli aspetti economici la convenienza dal punto di vista dell'imprenditore viene valutata attraverso l'analisi dei costi e dei ricavi e la definizione del reddito netto aziendale per il periodo di durata della rotazione delle colture. Per quanto riguarda i costi gli elementi che differenziano l'agricoltura conservativa sono:

- ✓ costi variabili: sementi; consumi di carburante; manodopera; prodotti antiparassitari e diserbanti; costi per l'approvvigionamento idrico;

- ✓ costi fissi che riguardano in particolare il parco macchine (ridotto nel numero di macchine necessarie e in potenza delle stesse) che deve essere riconvertito attraverso un piano di investimenti che deve coinvolgere l'intera struttura aziendale. Differente il caso di aziende che utilizzano il lavoro conto terzi per quasi tutte le lavorazioni.

Per quanto riguarda i ricavi, la differenza riguarda la produzione lorda vendibile che si ottiene in sistemi che utilizzano tecniche di agricoltura conservativa e in sistemi coltivati in maniera convenzionale, ricavi valutati considerando il necessario avvicendamento delle colture e quindi i diversi risultati in termini di PLV nell'arco dei tre anni previsti nella rotazione. Come in precedenza ricordato la valutazione della convenienza economica necessita di porre a confronto aziende omogenee per dimensione aziendale e per condizioni pedoclimatiche per un periodo di tempo che comprenda per lo meno il ciclo della rotazione colturale. Ciò vale anche nella valutazione delle esternalità positive e negative e nella valutazione dell'impatto ambientale di queste tecniche.

Assieme all'analisi dei risultati economici aziendali riportati in altre parti del volume (cap. 5) ci sono altri aspetti che vanno presi in considerazione e in particolare l'effetto che questo sistema di gestione dei terreni può avere sul sistema ambientale nel suo complesso.

6.2 Impatto sul sistema ambientale

Gli studi presentati in questo volume sull'impatto dell'agricoltura conservativa pongono l'accento sul fatto che gli effetti sull'ambiente derivano dall'insieme delle operazioni colturali connesse fra di loro e che operano in maniera sinergica. La rilevanza degli effetti dipende inoltre dalle caratteristiche dell'ambiente ed in particolare dal clima (temperatura e piovosità) e dal tipo di suolo interessato.

6.2.1 Il sistema ambientale della regione Friuli Venezia Giulia

La recente pubblicazione del Rapporto sullo Stato dell'Ambiente prodotto dall'ARPA Friuli Venezia Giulia (RSA FVG, 2012) pone in evidenza una serie di criticità ambientali che interessano gran parte del pianeta ma che, in un prossimo futuro, potranno avere effetti molto importanti sulla economia della regione e in particolare sulla agricoltura.

I risultati del settore agricolo infatti sono strettamente legati alle condizioni ambientali del territorio e le tecniche produttive devono da un lato adeguarsi costantemente alle mutate situazioni, dall'altro portare un contributo alla riduzione degli impatti attraverso l'utilizzo di pratiche che ottimizzano il consumo di risorse e contengono gli output inquinanti.

Per questo motivo è interessante riportare una serie di valutazioni contenute nell'ultimo rapporto sullo stato dell'ambiente della regione FVG (ARPA FVG, 2012), che segnalano una situazione preoccupante per quanto riguarda i cambiamenti climatici espressi analizzando l'andamento della temperatura media annua e i trend relativi alle precipitazioni annue.

Il rapporto analizza le serie temporali dell'andamento delle temperature nelle stazioni di Udine e Trieste e mostra come dal 1990 ad oggi c'è stato un incremento progressivo delle temperature di circa 0,7°C, rispetto al periodo precedente *“Dal 1990 la temperatura media annuale di Udine (rappresentativa per l'area di alta e media pianura friulana) oscilla tra 12,5 e 14 °C, mentre dal 1840 al 1990 l'oscillazione era grossomodo compresa tra 11 e 13 °C; un andamento simile si presenta anche a Trieste (rappresentativa per l'area di bassa pianura e costa), con un aumento da 12,5-14,5 °C nel periodo 1840-1990 a 13,5-15,5 °C dal 1990 ad oggi”* (ARPA, 2012).

Passando ai dati relativi alle precipitazioni l'analisi mensile dei dati pluviometrici di cinque stazioni rappresentative (Trieste, Fossalon, Cividale, Udine e Tarvisio), mostra come nel ventennio 1991-2010 si sia avuta una diminuzione delle precipitazioni mensili nei primi 6 mesi dell'anno rispetto al periodo di riferimento 1961-1990. Nel complesso si parla di una costanza nella precipitazione annuale con una maggior variabilità nei mesi dell'anno: diminuzione nei primi 6 mesi, aumento negli ultimi 4 mesi. Il RSA FVG 2012 segnala come *“Questa redistribuzione nell'anno va tenuta in particolare considerazione in quanto l'abbondanza/scarsità di precipitazioni nei singoli mesi ha immediate ripercussioni sul territorio (agricoltura, turismo, ecc.)*.

Le variazioni climatiche, prendendo come riferimento i trend sopradescritti, potranno avere una serie d'impatti su varie componenti dell'ambiente che hanno una influenza sulle attività umane. In particolare nel rapporto Stato Ambiente (ARPA, 2012) viene posto l'accento tra gli altri sugli impatti relativi alla gestione delle acque e del suolo in termini di richiesta di acqua e di pericolo per l'instabilità dei suoli, sul tema della agricoltura come riduzione delle produzioni nelle aree non irrigue, possibile aumento delle invasioni di insetti e in alcune zone degrado dei suoli, infine sul tema della biodiversità come scomparsa di alcune specie e aumento delle specie termofile. Lo stesso rapporto evidenzia anche alcuni aspetti positivi che potrebbero derivare da un incremento delle temperature: *“Nel settore agricolo l'aumento della temperatura media potrebbe avere effetti positivi sulla produzione, purché non si manifesti una contemporanea carenza idrica. Una modificazione del regime pluviometrico in giugno, invece, può richiedere un anticipo dell'inizio della stagione irrigua (effetto negativo), con un innalzamento dei costi di produzione. Gli effetti negativi possono essere compensati o mitigati adottando sistemi di coltivazione o tecniche colturali a basso input energetico e a maggior efficienza, come, ad esempio, l'anticipo delle semine, la scelta di varietà più o meno tardive o resistenti alla siccità, la micro-irrigazione”* (ARPA, 2012).

Altro aspetto su cui il Rapporto sullo Stato dell'Ambiente (ARPA, 2012) pone attenzione è il rischio di compattazione del suolo che è definita, nel documento, come la *“compressione del suolo in un volume minore a seguito della diminuzione degli spazi esistenti tra le particelle che lo costituiscono”*. Le zone che nella regione FVG vengono indicate a maggior rischio di compattazione sono quelle della bassa pianura e del settore costiero e perlagunare, della pianura del torrente Torre, delle aree pedecollinari e di quelle interessate dalla deposizione e rielaborazione di sedimenti di suolo da parte dei corsi d'acqua che incidono i rilievi prealpini, delle bassure comprese tra le cerchie dell'anfiteatro morenico tilaventino (Michelutti, Barbieri, Bianco, 2008).

Nello stesso rapporto si attribuisce gran parte del rischio di compattazione dei suoli all'utilizzo di pratiche agricole non corrette rispetto alle caratteristiche dei suoli e del clima della regione segnalando com'è possibile prevenire efficacemente o almeno mitigare il processo di compattazione del suolo attraverso l'attuazione di buone pratiche agricole¹.

Infine il rapporto segnala il problema di inquinamento delle acque sotterranee derivato dall'utilizzo di concimi, fitofarmaci e diserbanti indicando la necessità di *“ridurre a monte i quantitativi di fertilizzanti chimici e di prodotti fitosanitari non biologici introdotti annualmente negli agro-ecosistemi”*. (Brandolin e Toffolutti, 2012)

Gli aspetti ambientali, evidenziati dal Rapporto sullo Stato dell'Ambiente (AR-PA, 2012) sono strettamente collegati al settore agricolo che **subisce** l'impatto (cambiamento climatico, incremento della temperatura e variabili delle precipitazioni) ed è **causa** dell'impatto (cambiamento climatico, compattazione del suolo e contaminazione delle acque) e richiamano la necessità di introdurre/sperimentare tecniche di produzione adatte alle mutate condizioni.

6.2.2 Emergenze ambientali e agricoltura conservativa

Tra i modelli per fronteggiare in agricoltura alcuni dei cambiamenti ambientali, sopra descritti, che si prospettano per il futuro c'è anche l'agricoltura conservativa. Molti studi sono presenti in letteratura sugli effetti che queste tecniche di coltivazione hanno sull'ambiente soprattutto in termini di conservazione del suolo e di risparmio idrico. Gli aspetti che vengono considerati nella maggior parte degli studi riguardano l'influenza che hanno le ridotte lavorazioni del terreno, la copertura del suolo con i residui e con cover crops, l'avvicendamento colturale (Lahmar R. 2010). Quasi tutti questi studi segnalano come le valutazioni degli effetti ambientali richiedano un periodo medio-lungo di tempo per garantire il raggiungimento di un nuovo equilibrio nel sistema agricolo-ambientale.

Come già precedentemente riportato in altre parti di questo lavoro l'agricoltura conservativa nel suo complesso contribuisce al mantenimento della struttura del suolo e della sostanza organica (Hernanz et al., 2002) contribuendo ad un miglioramento della fertilità, ad una maggior capacità di trattenere l'acqua, ad una maggior stabilità idrogeologica del terreno, ad una diminuzione della erosione. Tutto ciò può portare in alcuni ambienti anche a un incremento delle produzioni e a un notevole risparmio di fattori produttivi rispetto a sistemi di lavorazione intensivi, così come contribuire con una maggior capacità di sequestro del carbonio all'impatto sui cambiamenti climatici così come viene riportato nel PSR (2007-2013) della regione Lombardia “Un

¹ Si richiama la necessità di porre attenzione alle condizioni di umidità del suolo al momento della lavorazione; ridurre il numero di passaggi delle macchine operatrici; allo scopo di diminuire la pressione per unità di suolo, utilizzare pneumatici a sezione larga e a bassa pressione, impiegare trattrici munite di cingoli o con gemellatura delle ruote), avvalersi di macchine agricole meno pesanti; usare specifiche attrezzature per la decompattazione; adottare sistemi di lavorazione del suolo finalizzati a ridurre la formazione della caratteristica suola d'aratura ovvero di uno strato compatto e impermeabile al limite inferiore della coltivazione (30-40 cm) (Sartori, 2008) RSA FVG 2012 pag 161-174

miglioramento della struttura del suolo attraverso l'agricoltura conservativa o zero lavorazione, l'introduzione di colture da sovescio e la diversificazione delle colture contribuisce, infatti, al mantenimento e all'aumento della quantità di carbonio organico nei terreni, contribuendo allo stoccaggio dello stesso e quindi al contenimento dei cambiamenti climatici.

Il problema della protezione del suolo è rilevato anche da numerosi studi di carattere economico (Groupe de Bruges, 2012) che pongono il suolo come uno dei "maggiori capitali per il futuro della nostra fornitura di alimenti così come per la capacità di sequestro dell'ossido di carbonio" rimarcando la necessità di porsi in un'ottica di lungo periodo quando si tratta di questioni quali il ripristino della fertilità dei suoli che negli ultimi decenni è diminuita in Europa così come in molte altre parti del mondo. Questa necessità viene amplificata dai cambiamenti climatici che hanno ulteriori conseguenze negative sulla fertilità del suolo, aumento della temperatura, variazione nelle precipitazioni.

La copertura del suolo attraverso i residui colturali e le colture di copertura hanno una evidente influenza sul bilancio idrico contribuendo alla conservazione di una maggior quantità di acqua negli strati del suolo.

L'agricoltura conservativa ha inoltre un notevole effetto sulla diversità biologica dovuto al limitato disturbo nelle lavorazioni, all'avvicendamento colturale e alla copertura del suolo, come mostrato dall'indagine sulla biodiversità attraverso un cambiamento nella componente biologica. L'indagine (cap. 3) sottolinea come più che di colture si deve parlare di "*sistema coltivato formato dalla coltura più le aree di margine immediatamente esterne (scoline, capezzagne, tare) che devono essere considerati elementi di servizio alla coltura stessa, quindi alla biodiversità e naturalità del sistema*".

La non lavorazione contribuisce anche a una riduzione delle emissioni di gas climalteranti e a un contenimento nell'utilizzo di risorse non rinnovabili (combustibili fossili) derivati da una riduzione del numero delle operazioni colturali in campo e della riduzione nei tempi di lavorazione dei terreni.

Gli effetti dell'agricoltura conservativa sono per alcuni aspetti in linea con gli obiettivi dichiarati nella programmazione della Politica Agricola Comunitaria per il nuovo periodo 2014-2020, che traspongono direttamente la strategia Europa 2020² nelle zone rurali d'Europa, e in particolare a quelli richiamati all'interno delle scelte riguardanti il secondo pilastro della politica agricola comunitaria quello sullo sviluppo rurale.

6.3 PAC 2014 – 2020: la nuova programmazione

La nuova Politica Agricola Comunitaria per il periodo 2014 – 2020, ancora oggetto di discussione a livello europeo, che vuole essere una politica di importanza strategica per la sicurezza alimentare, l'ambiente e l'equilibrio del territorio, mantiene a grandi linee la struttura della precedente programmazione basata su due pilastri: il primo pilastro che comprende l'organizzazione comune dei mercati dei prodotti agricoli e il regime di pagamenti diretti agli agricoltori; il secondo pilastro con lo sviluppo rurale.

² COM(2010) 2020 COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE EUROPA 2020 Una strategia per una crescita intelligente, sostenibile

I principali **obiettivi strategici** della nuova programmazione sono (COM(2010) 672/5):

1. Efficienza: una produzione alimentare efficiente attraverso il sostegno al reddito agricolo, alla competitività del settore mediante l'incremento della percentuale di valore nella filiera alimentare, alla compensazione dei vincoli naturali;
2. Sostenibilità: una gestione sostenibile delle risorse naturali e un'azione per il clima attraverso pratiche di produzione sostenibili e di maggiore offerta di beni pubblici ambientali, attraverso l'innovazione per una crescita verde e attraverso interventi di mitigazione e di adattamento al cambiamento climatico;
3. Sviluppo territoriale equilibrato: attraverso la diversificazione a livello territoriale e strutturale.

Per quanto riguarda il primo pilastro³ e in particolare i pagamenti diretti, una delle novità maggiori, nella nuova programmazione, è costituita dal greening (inverdimento) che obbliga i beneficiari di questa parte del sostegno a attuare comportamenti a livello aziendale indirizzati ad una maggiore sostenibilità ambientale (oltre la condizionalità). Il 30% della dotazione finanziaria relativa ai pagamenti diretti sarà indirizzato a queste misure obbligatorie a favore del clima e dell'ambiente.

Questa proposta deriva dalla volontà, a livello europeo, di aumentare in modo significativo il numero di aree agricole in cui si applicano pratiche utili dal punto di vista della tutela dell'ambiente e della lotta contro il cambiamento climatico lasciando disponibili fondi per l'adozione da parte degli Stati membri e degli agricoltori, di misure agroambientali più pressanti.

La nuova proposta di regolamento per il primo pilastro infatti vuole dare un segnale forte rispetto al tema ambientale legando una parte dei pagamenti diretti a pratiche ecologiche. Le pratiche che dovranno essere rispettate, secondo le indicazioni della proposta di regolamento, sono le seguenti:

- ✓ avere almeno tre colture diverse sulle loro superfici a seminativo se queste ultime occupano oltre 3 ettari e non sono interamente utilizzate per la produzione di erba (seminata o spontanea) o interamente lasciate a riposo o interamente investite a colture sommerse per una parte significativa dell'anno. Ciascuna coltura non può essere superiore al 70% e inferiore al 5%;
- ✓ mantenere il prato permanente esistente nella azienda;
- ✓ avere un'area di interesse ecologico sulla superficie agricola.

L'obbligo di mantenere tre colture differenti sulle superfici a seminativo deriva dalla importanza ambientale che ha la conservazione di livelli di diversificazione colturale a livello aziendale. Rispetto a questa indicazione la rotazione, che è elemento centrale nella pratica di agricoltura conservativa, non garantisce la differenziazione negli schemi colturali aziendali annuali anche se è pratica riconosciuta importante non solo per la differenziazione negli schemi colturali aziendali pluriennali ma anche per il mantenimento della sostanza organica nel suolo e per la salvaguardia della struttura⁴.

³ Proposta di REGOLAMENTO DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO recante norme sui pagamenti diretti agli agricoltori nell'ambito dei regimi di sostegno COM(2011) 625 definitivo 2011/0280 (COD,), previsti dalla politica agricola comune

⁴ Elenco delle norme e degli standard per il mantenimento dei terreni in buone condizioni agronomiche e ambientali (art6 e allegato III del reg. (CE) n.73/09)

L'obbligo di mantenere aree di interesse ecologico sulla superficie agricola viene richiamato anche dagli esiti dell'indagine sulla biodiversità (cap.3) in cui viene sottolineata l'importanza del mantenimento di margini naturali lungo il perimetro delle superfici coltivate.

Il secondo pilastro della PAC fa riferimento alla recente Proposta di Regolamento del Parlamento Europeo e del Consiglio sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale⁵ che contiene gli indirizzi del futuro periodo di programmazione 2014-2020 per quanto riguarda lo sviluppo rurale.

Analizzando la proposta di regolamento si possono individuare gli obiettivi e le priorità di questa parte della futura politica agricola comunitaria.

La proposta di regolamento richiama gli obiettivi strategici della nuova programmazione (articolo 4):

- ✓ la competitività nel settore agricolo;
- ✓ la gestione sostenibile delle risorse naturali e l'azione per il clima;
- ✓ lo sviluppo equilibrato delle zone rurali.

Su questi obiettivi si innestano una serie (6) di priorità che riguardano alcuni temi importanti della Strategia Europa 2020 (QSC-2012)⁶ e in particolare:

1. promuovere il trasferimento di conoscenze e l'innovazione nel settore agricolo;
2. potenziare la competitività dell'agricoltura e la redditività delle aziende;
3. incentivare la filiera agroalimentare;
4. preservare rivalorizzare e ripristinare gli ecosistemi;
5. incoraggiare l'uso efficiente delle risorse e il passaggio ad una economia a basse emissioni di carbonio resiliente al clima nel settore agroalimentare e forestale;
6. promuovere l'inclusione sociale, la riduzione della povertà e lo sviluppo economico nelle zone rurali.

Rispetto a queste priorità sono interessanti, per quanto riguarda l'agricoltura conservativa, le priorità 1, 2, 4 e 5 e alcuni dei pertinenti obiettivi tematici (di seguito indicati con il grassetto):

- ✓ (1) promuovere il trasferimento di conoscenze e l'innovazione nel settore agricolo e forestale e nelle zone rurali, con particolare riguardo ai seguenti aspetti:
 - (a) stimolare l'innovazione e la base di conoscenze nelle zone rurali;**
 - (b) rinsaldare i nessi tra agricoltura e silvicoltura, da un lato, e ricerca e innovazione, dall'altro;
 - (c) incoraggiare l'apprendimento lungo tutto l'arco della vita e la formazione professionale nel settore agricolo e forestale;
- ✓ (2) potenziare la competitività dell'agricoltura in tutte le sue forme e la redditività delle aziende agricole, con particolare riguardo ai seguenti aspetti:
 - (a) incoraggiare la ristrutturazione delle aziende agricole con problemi strutturali considerevoli, in particolare di quelle che detengono una quota di mercato esigua, delle aziende orientate al mercato in particolari settori e delle aziende che richiedono una diversificazione dell'attività;
 - (b) favorire il ricambio generazionale nel settore agricolo;
- ✓ (4) preservare, ripristinare e valorizzare gli ecosistemi dipendenti dall'agricoltura e dalle foreste, con particolare riguardo ai seguenti aspetti:

⁵ FEASR COM(2011) 627 definitivo

⁶ Elementi di un quadro strategico comune 2014 – 2020, SWD(2012) 61 final

- (a) **salvaguardia e ripristino della biodiversità, tra l'altro nelle zone Natura 2000 e nelle zone agricole di alto pregio naturale, nonché dell'assetto paesaggistico dell'Europa;**
- (b) **migliore gestione delle risorse idriche;**
- (c) **migliore gestione del suolo;**
- ✓ (5) incentivare l'uso efficiente delle risorse e il passaggio a un'economia a basse emissioni di carbonio e resiliente al clima nel settore agroalimentare e forestale, con particolare riguardo ai seguenti aspetti:
 - (a) **rendere più efficiente l'uso dell'acqua nell'agricoltura;**
 - (b) **rendere più efficiente l'uso dell'energia nell'agricoltura e nell'industria alimentare;**
 - (c) favorire l'approvvigionamento e l'utilizzo di fonti di energia rinnovabili, sottoprodotti, materiali di scarto, residui e altre materie grezze non alimentari ai fini della bioeconomia;
 - (d) ridurre le emissioni di metano e di protossido di azoto a carico dell'agricoltura;
 - (e) **promuovere il sequestro del carbonio nel settore agricolo e forestale.**

6.3.1 L'agricoltura conservativa e la futura PAC

L'adozione di tecniche di agricoltura conservativa permette di contribuire ad alcuni degli obiettivi posti nella nuova programmazione comunitaria. Attraverso una lettura incrociata degli obiettivi comunitari con i potenziali impatti di queste tecniche di conduzione dei suoli agricoli, si possono richiamare alcuni importanti elementi che in alcuni casi vanno valutati in termini di breve e lungo termine. Bisogna ricordare, che l'effetto di queste tecniche dipende molto dalle condizioni climatiche e ambientali dell'area in cui vengono utilizzate (FOX et al. 1991).

La matrice presentata riporta in maniera sintetica una serie di indicazioni, riprese dagli studi presentati in questo lavoro, sui possibili impatti delle tecniche di agricoltura conservativa, impatti che vanno a interessare alcuni degli obiettivi indicati come prioritari nella futura programmazione agricola comunitaria.

La matrice riporta:

- ✓ nella prima colonna l'ambito di riferimento: ambientale, economico e sociale;
- ✓ nella seconda colonna vengono riportati le azioni rilevanti dell'agricoltura conservativa;
- ✓ nella terza colonna viene riportato il criterio/obiettivo di valutazione, indicando la corrispondenza con gli obiettivi della nuova programmazione agricola comunitaria: tra parentesi vengono indicati sia gli obiettivi strategici che quelli che si riferiscono ai due pilastri della nuova programmazione richiamandoli attraverso il numero di riferimento così come precedentemente descritto (SR sviluppo rurale obiettivi tematici, PD pagamenti diretti pratiche ecologiche);
- ✓ nella quarta colonna sono puntualizzate le componenti interessate e, dove possibile, l'indicatore utilizzato;
- ✓ nelle successive tre colonne si indica la rilevanza in termini economici, ambientali e sociali, ove possibile segnalando anche la direzione del possibile impatto: + positivo, - negativo per quanto riguarda la componente ambientale; ↓ probabile diminuzione dei costi o dei ricavi, ↑ probabile aumento dei costi o dei ricavi; o il dato quantitativo relativo all'impatto;
- ✓ nell'ultima colonna viene indicato se il tema è stato affrontato attraverso indagini dirette durante la presente ricerca e viene indicato il capitolo in cui è stato trattato.

Matrice di sintesi per la valutazione dell'agricoltura conservativa sul sistema economico, ambientale, sociale

Ambito	Fattori agricoltura conservativa	Criterio/obiettivo (comunitario)	Componenti/indicatori	Rilevanza			Rif.
				Economica	Ambientale	Sociale	
AMB	Riduzione lavorazioni Copertura del suolo Rotazione	Protezione del suolo (SR 4c)	Sostanza Organica Struttura Erosione Compattazione superficiale e profonda		Miglioramento con effetti indiretti su altre componenti (acqua, bilancio dei nutrienti) +		Cap.2
AMB	Riduzione lavorazioni Copertura suolo Gestione dei margini	Biodiversità (SR 4a)	Indici per l'analisi di biodiversità e disturbo		Il sistema è trasformato negli indici di biodiversità Attività biologica +		Cap.3
AMB ECON	Riduzione lavorazioni Mantenimento copertura del terreno	Gestione risorse idriche (SR 5a e 4b)	Acqua utilizzata	3% di acqua irrigua in meno nel triennio rotazione Riduzione evaporazione ↓	Riduzione utilizzo risorsa +	Disponibilità risorsa per altri usi Diminuzione consumi energetici	Cap.2
AMB	Mantenimento della copertura del terreno	Qualità delle acque (SR 4b)	Inquinamento delle acque	Costi potabilizzazione o attingimento acque di falda	Riduzione nitrati e fitofarmaci, Suolo riduzione torbidità acque superficiali	Salute	Cap 2
AMB	Copertura del suolo Limitate lavorazioni Rotazione	Cambiamento climatico (SR 5) Capacità di sequestro carbonio (SR 5e)	Bilancio CO ₂ ed N ₂ O sequestro carbonio	Crediti di Carbonio ?	Stratificato nello strato attivo + Complessivo = nel 70% dei casi		Cap.2
ECON	Rotazione, copertura del suolo	Consumo Fertilizzanti Obiettivo strategico 1 competitività dell'agricoltura redditività delle aziende	q.tà fertilizzante, bilancio dei nutrienti	costi per consumo di fertilizzanti ↓ Scarsità fertilizzanti	Riduzione consumo di risorse per la produzione fertilizzanti + Riduzione perdite fertilizzanti +	Emissioni e consumi energetici	Cap.4 Cap.5

ECON	Copertura del suolo con cover crops	Consumo Diserbanti Obiettivo strategico 1 competitività dell'agricoltura, redditività delle aziende	q.tà diserbanti tipo diserbanti	costo diserbanti aumento numero interventi ↑	breve periodo - lungo periodo		Cap.4 Cap.5
ECON	Riduzione lavorazioni Copertura suolo Rotazione	Consumo pesticidi	q.tà pesticidi	costo pesticidi ↑↓	+ -		Cap.4 Cap.5
ECON	Riduzione lavorazioni	Combustibili Obiettivo strategico 1 Competitività dell'agricoltura (SR 5b)	q.tà combustibile	Riduzione litri/ha per lavorazioni Risparmio per riduzione irrigazione ↓	Riduzione consumo combustibili fossili e emissioni in atmosfera +		Cap.5
ECON	Rotazione Colture	Quantità di prodotto Obiettivo strategico 1 competitività settore agricolo PD greening	Produzione per ettaro Sostegno greening	PLV Stabile per coltura Variabile periodo della rotazione Dipende dalle colture in rotazione andamento climatico ↑↓	Diversità +	Diminuzione rischio per fluttuazioni dei prezzi Diminuzione +	Cap.5
ECON	Riduzione lavorazioni	Parco macchine Obiettivo strategico 1 competitività settore agricolo	Valore parco macchine	Valore parco macchine ↓ Investimenti per parco macchine			Cap.5
ECON	Riduzione lavorazioni	Durata parco macchine/usura	Tempo di durata delle macchine	Quota di ammortamento ↓			Cap.5
SOC	Riduzione lavorazioni Avvicendamento colturale Copertura del suolo	Miglioramento delle capacità imprenditoriali aziendali Promuovere il trasferimento di conoscenze e l'innovazione nel settore agricolo (SR 1)		Competitività		Miglioramento capacità gestionali a livello aziendale +	
SOC ECON	Riduzione delle lavorazioni	Tempo Obiettivo strategico 1 Competitività settore agricolo	Manodopera utilizzata	ore uomomacchina /ha Media annua rotazione ↓		Tempo libero +	Cap.5

L'agricoltura conservativa come emerge dalla sintesi dei risultati riportata in tabella, produce una serie di effetti, tra loro connessi, sul sistema economico, sull'ambiente e sugli agricoltori.

Come in precedenza già descritto fare agricoltura conservativa significa non solo ridurre le lavorazioni ma impostare in modo differente la gestione dell'azienda, significa riappropriarsi del ruolo dell' "agricoltore" nella capacità di mantenere i "sistemi" in equilibrio.

L'analisi effettuata mostra come ci siano molti aspetti da considerare in questa scelta. In particolare gli elementi economici mostrano come la rotazione colturale possa incidere sul bilancio dell'azienda in relazione alla differente produttività, prezzo e redditività delle colture. Da un punto di vista ambientale l'agricoltura conservativa sembra, in generale, apportare notevoli vantaggi sia a livello di singolo produttore sia per quanto riguarda gli effetti sull'ambiente, con una riserva dovuta all'incremento nel breve periodo nel numero di trattamenti per il diserbo delle colture di copertura. Dall'analisi delle correlazioni indicate nella matrice, si possono inoltre sottolineare alcuni elementi importanti soprattutto in relazione ai futuri indirizzi della Politica Comunitaria ponendo in primo piano i possibili contributi che questa tecnica di coltivazione può dare rispetto alle politiche indirizzate al cambiamento climatico, al miglioramento dei suoli e delle acque, alla riduzione dei consumi di combustibili fossili, al mantenimento della biodiversità. L'agricoltura conservativa inoltre in un'ottica di lungo periodo potrebbe dimostrarsi competitiva anche da un punto di vista economico rispetto all'agricoltura convenzionale come dimostrato dal contenimento dei costi per i fattori produttivi e dalla possibilità di mantenere livelli produttivi anche in presenza di condizioni ambientali sfavorevoli.

Per quanto riguarda la nuova programmazione comunitaria, l'agricoltura conservativa potrebbe trovare spazio nei futuri piani di sviluppo rurale, così come già previsto da alcune regioni italiane (es. Lombardia e Veneto) nel precedente periodo di programmazione 2007-2013. In particolare per uno sviluppo di questo sistema produttivo è importante partire da azioni d'informazione, formazione e assistenza tecnica che potrebbero essere sostenute dalle misure riguardanti il Trasferimento di conoscenze e azioni di informazione, i Servizi di consulenza, di sostituzione e di assistenza alla gestione delle aziende agricole contenute negli artt.15 e 16 della Proposta di regolamento sullo sviluppo rurale⁷. Così come si potrebbe individuare all'interno delle misure riguardanti i pagamenti agro-climatico-ambientali (art.29 della Proposta) la possibilità di sostenere in parte i costi della transizione da agricoltura convenzionale ad agricoltura conservativa in relazione agli effetti che queste tecniche hanno sulla gestione del suolo e delle risorse idriche, e sui cambiamenti climatici.

⁷ COM(2011) 627 definitivo

Bibliografia

- ARPA FVG (LaRea) 2012 Rapporto sullo stato dell'Ambiente 2012, Forum Udine
- Blasi E., Franco S., Passeri N., 2012 Da Kyoto alla Pac: come calcolare le emissioni di gas serra del settore agricolo? Anno 8, Numero 29 agriregione europa
- COM(2010) 672/5, , La PAC verso il 2020: rispondere alle future sfide dell'alimentazione, delle risorse naturali e del territorio
- Conservation Technology Information Center , 2002 Economic Benefits with Environmental Protection
- Coughenour C. Milton 2003, Innovating Conservation Agriculture: The Case of No-Till Cropping, Rural Sociology 68(2), pp. 278–304
- Direct seeding manual, PAMI, Saskarchewan Soil Conservation Association
- Fawcett R., Consulting F., Caruana S., 2001, Better Soil Better Yields Conservation Technology Information Center
- Frascarelli A., 2012, Sviluppo Rurale: più innovazione. Terra e Vita n.4
- Groupe de Bruges, 2012, Una PAC per il futuro!/? Perché abbiamo bisogno di una Pac migliore per affrontare le sfide per il futuro Agriregione europa, Anno 8, Numero 28.
- Hernanz J.L., López R., Navarrete L., Girón V. S. 2002 Long-term effects of tillage systems and rotations on soil structural stability and organic carbon stratification in semiarid central Spain Soil & Tillage Research 66 129–141
- Knowler D., Bradshaw B. 2007, Farmers' adoption of conservation agriculture: A review and synthesis of recent research Food Policy 32 25–48
- Lahmar R., 2010 Adoption of conservation agriculture in Europe Lessons of the KASSA project Land Use Policy 27 (2010) 4–10*.
- Mupangwa W.,*, Twomlow S., Walker S., Hove L., 2007 Effect of minimum tillage and mulching on maize (*Zea mays* L.) yield and water content of clayey and sandy soils Physics and Chemistry of the Earth 32 (2007) 1127–1134
- Proposta di REGOLAMENTO DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO recante norme sui pagamenti diretti agli agricoltori nell'ambito dei regimi di sostegno COM(2011) 625 definitivo 2011/0280 (COD,), previsti dalla politica agricola comune
- Proposta di REGOLAMENTO DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO sul sostegno allo sviluppo rurale da parte del Fondo europeo agricolo per lo sviluppo rurale ((FEASR) COM(2011) 627 definitivo)
- PSR regione Lombardia 2007-2013 Rev. 6 del 24/11/2011
- Richard Fawcett, Fawcett Consulting and Steve Caruana (2001) Better Soil Better Yields CTIC Conservation Technology Information Center 1220 Potter Drive, Suite 170 West Lafayette, Indiana 47906-1383 Phone (765) 494-9555 FAX: (765) 494-5969 E-mail: ctic@ctic.purdue.edu
- Sotte F., 2009 LA POLITICA DI SVILUPPO RURALE 2007-2013 Un primo bilancio per l'Italia. Quaderni gruppo 2013

7 - Conclusioni

La funzione primaria dell'agricoltura è di continuare a garantire cibo. Per farlo deve poter contare su una adeguata superficie coltivabile e deve adottare pratiche sostenibili per preservare la fertilità dei suoli e la salubrità dell'ambiente. La sfida per il futuro sarà la crescita sostenibile attraverso l'utilizzo efficiente delle risorse, l'economia verde, la riduzione delle emissioni di carbonio e delle perdite di biodiversità, rafforzando la coesione economica e sociale delle regioni (COM (2010) 2020).

Eppure si sta osservando la continua e inesorabile perdita di terreni agricoli: quasi 19.700 ettari di superficie agricola utilizzabile negli ultimi 10 anni nella regione Friuli Venezia Giulia (censimenti agricoltura, Istat, 2000-2010). Sembra che la società pensi di produrre la stessa quantità di alimenti con sempre meno terreno agricolo. Questo non è possibile, la resa per ettaro ha già raggiunto livelli difficilmente superabili.

La produzione agricola è subordinata e continuerà a dipendere per larga parte dalla fertilità dei suoli, dalla disponibilità di acqua, di energia solare e di un ambiente equilibrato. Acqua e suolo non sono risorse scontate, entrambe sono limitate in quantità, accessibilità e qualità.

In Friuli Venezia Giulia, una delle regioni più piovose d'Italia, sembra che l'acqua non sia percepita come una risorsa limitata ed ancora molto va fatto per migliorare la sua efficacia ed efficienza d'uso. Anche il suolo viene visto come una risorsa infinita e quindi di scarso valore. Si dimentica che mentre l'acqua impiega pochi giorni per ritornare ad essere disponibile, il suolo una volta occupato da strade o manufatti, difficilmente ritornerà terreno agricolo in tempi e con costi ragionevoli.

Ci troviamo di fronte agli effetti di processi globali, ma interconnessi con quelli locali, quali i cambiamenti climatici, la crescita demografica e le bizzarrie dei mercati finanziari. In questo contesto terreni agricoli e non agricoli, così come le risorse idriche sono e saranno sempre più al centro degli interessi sia economici e speculativi di privati, sia delle strategie politiche di medio e lungo termine degli stati.

Ci sono forti evidenze che la qualità dei suoli agricoli, in generale, e la loro capacità di sostenere la produzione di cibo, in particolare, è venuta a diminuire nell'epoca della cosiddetta "rivoluzione verde". Anche i prati magri convertiti all'agricoltura erano un tempo molto più produttivi, ora invece senza concimi sarebbero sterili pietraie.

Va detto che le aspettative della società nei confronti dell'agricoltura sono notevoli, all'agricoltore viene chiesto di essere multifunzionale, produttivo, economico, ambientale, tutto insieme per essere sostenibile ed infine anche burocrate.

Le attuali pratiche agricole convenzionali mostrano deboli giustificazioni economiche, sono dipendenti dal mercato e dalla disponibilità energetica, in più rischiano di degradare il suolo e componenti importanti dell'ambiente e del paesaggio pregiudicando la produttività futura. E' tempo di promuovere metodi produttivi alternativi che arrestino i processi di degrado del suolo e, al contempo, abbiano una fondata prospettiva applicativa ed una giustificazione economica.

L'impovertimento del suolo (per riduzione del contenuto di sostanza organica) e il compattamento sono tra i più importanti effetti dell'agricoltura intensiva sulla fertilità

dei suoli oltre che sull'ambiente. In alternativa l'agricoltura conservativa rappresenta uno strumento adeguato per garantire il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità previsti per lo sviluppo europeo, di produzione alimentare e per risollevare un comparto produttivo essenziale per il benessere e la sicurezza della società.

Attraverso il lavoro svolto si è potuto verificare che nella nostra Regione l'AC può essere praticata per perseguire i seguenti obiettivi generali:

- ✓ a livello territoriale, promuovere una migliore gestione delle risorse naturali quali acqua e suolo;
- ✓ a livello aziendale, garantire la salvaguardia del reddito tramite la riduzione degli "sprechi" ed il mantenimento del livello produttivo delle colture.

In riferimento ai seminativi, si è constatato che i principi dell'AC possono essere applicati con successo nella nostra regione, non avendo individuato limiti all'adozione né nella dimensione aziendale, né nelle tipologie di suolo che caratterizzano la pianura regionale.

Tuttavia, va segnalato che il maggiore ostacolo può essere rappresentato dalla resistenza culturale al cambiamento; la convinzione che l'aratura esalti le funzioni produttive del suolo è ancora fortemente radicata. Questo poteva essere vero 50-60 anni or sono, ma ora non è così.

Il progetto MultiFarm è stato prima richiesto e poi supportato da agricoltori che già da tempo utilizzano questi metodi ed hanno condotto negli anni una importantissima sperimentazione in campo. Tale condizione ha favorito lo scambio di esperienze tra questi agricoltori ed agricoltori interessati ad iniziarla. Forse la coincidenza del progetto con un periodo di criticità economica per l'agricoltura, ha determinato un interesse crescente per le attività svolte ed un clima di fattiva collaborazione da parte degli agricoltori.

Sicuramente la diffusione dei principi del AC sarà favorita se il territorio potrà contare su un piccolo gruppo di tecnici con il compito di coordinare attività sperimentali in aziende agricole pilota di proprietà degli agricoltori (non aziende sperimentali) e di trasferire sul territorio le esperienze acquisite.

Sempre nell'ambito del progetto MultiFarm è stata messa a punto una struttura dati atta a raccogliere le informazioni rilevanti delle principali attività aziendali e della sperimentazione. L'inserimento dei dati ha fino ad oggi riguardato i risultati delle ricerche sviluppate nell'ambito del progetto, condotte nelle aziende partecipanti ed i dati delle attività economico-produttive di alcune di esse. Se tale strumento continuerà ad essere aggiornato potrà risultare di valido supporto alla programmazione aziendale e territoriale.

Un elemento peculiare dell'approccio utilizzato nello studio dell'applicabilità delle AC è stato accompagnare la verifica dei principi fondamentali della AC con i corrispondenti metodi di riscontro in campo.

Tali principi, per altro imprescindibili sono:

- ✓ lavorazioni del suolo limitate a quelle verticali e superficiali;
- ✓ avvicendamento culturale adeguato tenendo conto della situazione di non lavorazione;
- ✓ mantenimento della copertura del suolo anche dopo la semina della coltura ed uso delle colture di copertura in avvicendamento.

Riteniamo che tali principi ed i metodi operativi richiesti rispondano con efficacia ad esigenze di comprensibilità, applicabilità e verificabilità.

Sono comprensibili nella loro interdipendenza e non lasciano spazio ad interpretazioni di comodo.

Sono applicabili, infatti gli agricoltori stessi hanno inventato ed applicato soluzioni meccaniche e scelte agronomiche che funzionano in termini produttivi, sono economicamente giustificate ed adattabili a diverse condizioni pedo-climatiche.

Sono verificabili perchè basati su elementi visibili e facilmente misurabili in campo.

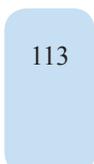
Va considerato che se l'efficacia di tali metodi rispetto a parametri ambientali (quali erosione, compattamento, uso di risorse idriche ed altri) è facilmente verificabile, il supporto alla diffusione della pratica agricola con misure di sviluppo rurale può risultare critico. Infatti, dalle specifiche disposizioni tecniche ed amministrative dipendono le modalità di adozione da parte delle aziende agricole ed i relativi risultati.

Infine, si vuole rimarcare che il punto di forza per il cambiamento è rappresentato dal ruolo degli agricoltori. Nel caso dell'AC regionale essi si sono fatti promotori di una tecnica innovativa e del relativo cambio di mentalità. Infatti, l'abbandono di tecniche considerate imprescindibili come l'aratura ed il recupero di pratiche mal interpretate come gli avvicendamenti colturali ha richiesto coraggio e visione del futuro.



Indice

Premessa	7
1. Che cosa è l’Agricoltura Conservativa	9
1.1 La diffusione della Agricoltura e delle Lavorazioni Conservative	13
2 Ruolo dell’Agricoltura Conservativa nella protezione del suolo	19
2.1 Effetti sul contenuto di sostanza organica.....	25
2.2 Erosione e compattamento.....	29
2.3 Bilancio idrico.....	32
3. Agricoltura conservativa, biodiversità e naturalità dell’ambiente coltivato .	37
3.1 Suolo	40
3.2 Colture e margini	42
3.3 Paesaggio agricolo	45
4. Aspetti applicativi dell’Agricoltura Conservativa	53
4.1 La rotazione colturale	53
4.2 Controllo delle infestanti.....	56
4.3 Controllo dei parassiti e dei patogeni.....	58
4.4 Fertilizzazione.....	60
4.5 Colture di copertura	61
4.6 La adattabilità delle colture alle lavorazioni conservative.....	64
4.7 Meccanizzazione.....	70
Gestione residui colturali	70
Lavorazioni del terreno	72
Semina.....	73
Traffico negli appezzamenti.....	76
Considerazioni sull’irrigazione.....	77
4.8 Come calcolare la copertura dei residui al suolo ?	78



5. Aspetti economici	85
5.1 I motivi economici per cambiare	85
5.2 Alcuni risultati regionali	87
6. Ambiente, economia e nuova programmazione comunitaria	97
6.1 Impatto economico.....	97
6.2 Impatto sul sistema ambientale.....	98
6.2.1 Il sistema ambientale della regione Friuli Venezia Giulia	98
6.2.2 Emergenze ambientali e agricoltura conservativa	100
6.3 PAC 2014 – 2020: la nuova programmazione	101
6.3.1 L'agricoltura conservativa e la futura PAC	104
7. Conclusioni	109

Finito di stampare
nel mese di settembre 2012
Nuove Arti Grafiche - Trento

risultati diversi in maniera significativa. Ciò ad eccezione della flora nei margini per le commensali della gestione conservativa che risulta maggiore.

Flora	Colture			Margini		
	LC	LCo	Sign.	LC	LCo	Sign.
n. specie totali	61	88		110	115	
S	4.19 ± 0.17	4.95 ± 0.32		9.70 ± 0.46	9.90 ± 0.43	
H'	0.85 ± 0.04	0.97 ± 0.05	*	1.60 ± 0.06	1.59 ± 0.06	
J'	0.58 ± 0.02	0.62 ± 0.02		0.73 ± 0.02	0.70 ± 0.02	
A%	36.05 ± 2.13	23.20 ± 1.85	***	19.96 ± 2.18	12.88 ± 1.46	**
N%	24.51 ± 1.81	0.22 ± 2.15		14.96 ± 1.26	14.20 ± 1.10	
HI	0.77 ± 0.02	0.77 ± 0.02		0.46 ± 0.03	0.41 ± 0.03	*

Tabella 2: numero di specie, valori medi di S, H', J', HI, n. specie Archeofite (A) e Neofite (N) rilevati all'interno delle colture e nei margini per i due sistemi di coltivazione LC e LCo. Errore standard (± s.e.) differenze significative (** 0.001 < p < 0.01, * 0.01 < p < 0.05).

Carabidi	LC	LCo
n. specie totali	45	45
S	4.96 ± 0.29	5.69 ± 0.42
H'	1.06 ± 0.06	1.18 ± 0.06
J'	0.69 ± 0.03	0.75 ± 0.03

Tabella 3: numero di specie, valori medi di S, H', in colture gestite con LC e LCo. Errore standard (± s.e.) differenze tra i valori non significative

Se si passa ad analizzare il grado di disturbo dell'agroecosistema (misurato con l'emerobia per la vegetazione) vediamo che questo risulta più basso nei margini rispetto alla vegetazione che accompagna le colture (Tab.2), ma maggiore nei margini associati all'agricoltura conservativa.

Le distribuzioni di specie Neofite e Archeofite, utilizzate come indicatori del grado di invasività delle specie aliene (Jauni e Hyvönen, 2010), confermano la tendenza all'aumento del disturbo nelle fitocenosi gestite in modo conservativo, sia per le commensali delle colture che per i margini. La ricerca non ha avuto come obiettivo l'analisi di relazioni causa ed effetto, tuttavia i risultati sono in linea con quanto emerso in altri studi (Cortet et al., 2002; De Snoo, 1997). Pratiche gestionali come trattamenti di diserbo o caratteristiche delle comunità di avventizie del campo coltivato possono essere ritenute causa dell'incremento del valore di emerobia in questi ambienti (Hald, 1997; Marshall & Moonen, 2002; Hovd & Skogen, 2005; Aavik & Liira, 2010; Deckers et al., 2004). I risultati sottolineano l'importanza di una adeguata gestione dei margini per favorire specie erbacee perenni, la formazione di ambienti con maggior stabilità e ridurre le fonti di disseminazione per le malerbe.