

Efficacia ambientale dello Standard BCAA di condizionalità 3.1 “Lavorazioni in tempera” e valutazione economica del differenziale di competitività a carico delle aziende agricole

Rosa Francaviglia,¹ Antonio Melchiorre Carroni,² Paola Ruda,² Mauro Salis,² Paolo Bazzoffi,³ Silvia Carnevale,³ Andrea Rocchini,³ Antonio Troccoli,⁴ Mario Russo,⁴ Marisanna Speroni,⁵ Lamberto Borrelli,⁵ Giovanni Cabassi,⁵ Ulderico Neri,¹ Rosario Napoli,¹ Margherita Falcucci,¹ Bruno Pennelli,¹ Giampiero Simonetti,¹ Melania Migliore,¹ Chiara Piccini,¹ Domenico Ventrella,⁶ Alessandro Vittorio Vonella,⁶ Luisa Giglio,⁶ Francesco Fornaro,⁶ Mirko Castellini,⁶ Francesca Modugno,⁶ Francesco Montemurro,⁷ Angelo Fiore,⁷ Mariangela Diacono,⁷ Lorenzo Furlan,⁸ Francesca Chiarini,⁸ Michele Colauzzi,⁸ Antonio Barbieri,⁸ Francesco Fagotto,⁸ Marco Fedrizzi,⁹ Roberto Fanigliulo,⁹ Mauro Pagano,⁹ Giulio Sperandio,⁹ Mirko Guerrieri,⁹ Daniele Puri⁹

¹CREA-RPS, Centro di Ricerca per lo studio delle Relazioni tra Pianta e Suolo, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Roma

²CREA-AAM, Unità di Ricerca per i sistemi Agropastorali in Ambiente Mediterraneo, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Sanluri (VS)

³CREA-ABP, Centro di Ricerca per l'Agrobiologia e la Pedologia, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Firenze

⁴CREA-CER, Centro di Ricerca per la Cerealcoltura, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Foggia

⁵CREA-FLC, Centro di Ricerca per le produzioni Foraggere e Lattiero-Casearie, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Lodi

⁶CREA-SCA, Unità di ricerca per i Sistemi Colturali degli Ambienti caldo-aridi, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Bari

⁷CREA-SSC, Unità di ricerca per lo Studio dei Sistemi Colturali, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Metaponto (MT)

⁸Veneto Agricoltura, Azienda Regionale per i settori Agricolo, Forestale e Agro-Alimentare, Legnaro (PD)

⁹CREA-ING, Unità di Ricerca per l'Ingegneria Agraria, Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, Monterotondo (RM), Italia

Autore corrispondente: Rosa Francaviglia
E-mail: rosa.francaviglia@crea.gov.it

Parole chiave: Condizionalità; sviluppo rurale; Standard 3.1; lavorazioni in tempera; competitività.

Lavoro svolto nell'ambito del Progetto MO.NA.CO. (Rete di monitoraggio nazionale dell'efficacia ambientale della condizionalità e del differenziale di competitività da essa indotto a carico delle imprese agricole) finanziato dal Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali (MiPAAF) nell'ambito del Programma Rete Rurale Nazionale nel contesto dell'Azione 1.2.2 "Laboratori interregionali per lo sviluppo" del Programma Operativo denominato "Rete Rurale Nazionale 2007-2013", Coord. Paolo Bazzoffi.

Contributi: CREA-RPS: Rosa Francaviglia, stesura testo, coordinatore UO, elaborazione dati. Ulderico Neri, allestimento prove sperimentali, rilievi di campo e differenziale competitività, stesura testo ed elaborazione dati. Rosario Napoli, rilievi di campo analisi fisico-idrologiche. Margherita Falcucci, analisi parametri chimici suolo e vegetali. Bruno Pennelli, rilievi di campo e analisi fisico-idrologiche. Giampiero Simonetti, allestimento prove sperimentali, rilievi di campo e differenziale competitività. Melania Migliore, Chiara Piccini, analisi fisico-idrologiche. CREA-AAM. Antonio Melchiorre Carroni, coordinatore UO. Paola Ruda, Mauro Salis, stesura testo ed elaborazione dati, progettazione e allestimento dispositivo sperimentale, conduzione agronomica, rilievi di campo. CREA-ABP. Paolo Bazzoffi, coordinatore del progetto MONACO, sviluppo metodologia innovativa PAP-GIS rugosità, rilievi in campo, stesura del testo, rilievi GPS, elaborazioni GIS, rilievi differenziale competitività. Silvia Carnevale, rilievi in campo e in laboratorio, rilievi differenziale competitività. Andrea Rocchini, rilievi in campo e in laboratorio, rilievi GPS, rilievi differenziale competitività. CREA-CER. Antonio Troccoli, Mario Russo, allestimento delle prove sperimentali, rilievi di campo, stesura testo ed elaborazione dati. CREA-FLC. Marisanna Speroni, coordinatore UO. Lamberto Borrelli, Giovanni Cabassi, allestimento delle prove sperimentali, rilievi di campo, stesura testo ed elaborazione dati. CREA-SCA. Domenico Ventrella, coordinatore UO, stesura

ra testo ed elaborazione dati, progettazione e allestimento dispositivo sperimentale. Vittorio Alessandro Vonella, allestimento dispositivo sperimentale, conduzione agronomica, rilievi di campo. Luisa Giglio, rilievi di campo, analisi fisico-idrologiche, elaborazione dati. Francesco Fornaro, rilievi di campo, analisi fisico-idrologiche, elaborazione e georeferenziazione dati. Mirko Castellini, analisi fisico-idrologiche, elaborazione dati. Francesca Modugno, analisi fisico-idrologiche. CREA-SSC. Francesco Montemurro, coordinatore UO, allestimento delle prove sperimentali, rilievi di campo, stesura testo. Angelo Fiore, allestimento prove sperimentali, rilievi di campo. Mariangela Diacono, allestimento prove sperimentali, stesura testo. Veneto Agricoltura. Lorenzo Furlan, coordinatore UO. Francesca Chiarini, allestimento prove sperimentali, stesura testo ed elaborazione dati. Michele Colauzzi, preparazione protocolli sperimentali, stesura testo ed elaborazione dati. Antonio Barbieri, allestimento prove, coordinamento operazioni culturali. Francesco Fagotto, rilievi di campo, stesura relazioni. CREA-ING. Marco Fedrizzi, coordinatore UO, Roberto Fanigliulo, Mauro Pagano, Giulio Sperandio, Mirko Guerrieri, Daniele Puri. Gli autori hanno contribuito in misura paritaria all'esecuzione dei rilievi e all'elaborazione dei dati e dei calcoli necessari alla determinazione del differenziale economico di competitività.

Ringraziamenti: Veneto Agricoltura. Francesco Fracasso, allestimento prove, rilievi di campo, raccolta documentazione foto e video. Erica Sartori, rilievi di campo, stesura relazioni.

©Copyright R. Francaviglia et al., 2015
Licenziatario PAGEPress, Italy
Italian Journal of Agronomy 2015; 10(s1):695
doi:10.4081/ija.2015.695

Questo articolo è distribuito secondo i termini della licenza Noncommercial Creative Commons Attribution (by-nc 3.0) che permette qualsiasi uso non commerciale, la distribuzione e la riproduzione con qualsiasi mezzo, a condizione che l'autore (autori) originale(i) e la fonte siano accreditati.

Riassunto

Nell'ambito del Progetto MO.NA.CO. è stata valutata l'efficacia ambientale dello Standard BCCA di condizionalità 3.1 "Lavorazioni in tempera", nonché la valutazione economica del differenziale di competitività a carico delle aziende agricole che aderiscono o non aderiscono al regime di condizionalità. Il monitoraggio è stato eseguito in nove aziende sperimentali con caratteristiche pedoclimatiche differenziate, dove sono stati valutati alcuni indicatori di degradazione della struttura del suolo, quali la densità apparente, la packing density e la rugosità del suolo, i parametri produttivi e qualitativi delle colture. In ogni azienda di monitoraggio sono state realizzate due parcelle sperimentali: fattuale con lavorazione "in tempera", controfattuale con lavorazione "fuori tempera". Il monitoraggio non ha prodotto risultati univoci per i differenti parametri valutati, quindi l'efficacia dello Standard 3.1 è "contrastante" (classe di merito B) ed è risultata evidente la difficoltà pratica di effettuare lavorazioni in condizioni ottimali di umidità, anche in condizioni sperimentali controllate. Per la densità apparente, la parcella fattuale ha mostrato valori inferiori su suoli con caratteristiche tessiturali contrastanti (franco-sabbiosa e argillosa). La packing density (PD) ha indicato un rischio elevato di compattazione nei suoli con PD bassa e tessitura media. Per l'indice di tortuosità del terreno, che indica il grado di affinamento del letto di semina, i valori sono inferiori e generalmente significativi nel trattamento fattuale. I risultati indicano che l'aratura eseguita in un terreno in condizioni di fuori tempera è economicamente più onerosa per il maggiore sforzo di trazione, che provoca un aumento dello slittamento degli organi di trazione della trattore, con riduzione della velocità di avanzamento ed dei tempi di lavoro e dei consumi di combustibile. Inoltre, le produzioni si riducono in maniera anche sensibile secondo la specie coltivata.

Introduzione

L'intervallo di valori di umidità del terreno in cui si verificano le migliori condizioni di lavorabilità viene definito stato di "tempera", mentre la condizione di "fuori tempera" è empiricamente attribuita al contenuto di acqua al di sopra o al di sotto a tale intervallo. Nella letteratura scientifica lo stato di tempera è stato definito con il contenuto di acqua ottimale, identificato con la sigla θ_{OPT} , dalla definizione inglese di "Optimum water content for Tillage", cioè il "contenuto di acqua al quale le lavorazioni producono il più alto numero di piccoli aggregati, ovvero il più piccolo numero di aggregati di grosse dimensioni e zolle (Dexter e Bird, 2001). Il contenuto idrico corrispondente a θ_{OPT} può essere determinato dalla curva di ritenzione idrica, ottenuta interpolando i valori misurati con opportune Pedofunzioni di trasferimento (PTF), come l'equazione di Van Genuchten (1980), con le restrizioni, $m = (1-1/n)$, previste da Mualem (1976):

$$\theta = (\theta_{SAT} - \theta_{RES})[1 + (zh)^n]^{-m} + \theta_{RES} \quad (1)$$

L' θ_{OPT} corrisponde al contenuto corrispondente al punto di flesso della curva ($\theta_{OPT} = \theta_{INFL}$) che può essere ricavato dall'equazione (1):

$$\theta_{INFL} = (\theta_{SAT} - \theta_{RES}) \left[1 + \frac{1}{m} \right]^{-m} + \theta_{RES} \quad (2)$$

Esiste un range di contenuti idrici nell'intorno di θ_{OPT} delimitato dal Limite superiore di Lavorabilità θ_{UTL} (Upper Tillage Limit), ed uno infe-

riore (Lower Tillage Limit) θ_{LTL} . La loro differenza è una stima dell'intervallo di valori di umidità in cui la lavorazione può essere effettuata con risultati soddisfacenti. Il limite superiore θ_{UTL} , viene calcolato secondo la formula proposta da Dexter e Bird (2001):

$$\theta_{UTL} = \theta_{INFL} + 0.4(\theta_{SAT} - \theta_{INFL}) \quad (3)$$

Gli Standard per il mantenimento dei terreni in Buone Condizioni Agronomiche ed Ambientali (BCAA) si applicano a qualsiasi superficie agricola dell'azienda beneficiaria dei pagamenti diretti di cui al Regolamento CE n. 73/2009. L'Obiettivo 3 delle BCCA prevede di mantenere la struttura mediante misure adeguate, regolate dallo Standard È prevista l'esecuzione delle lavorazioni del terreno in condizioni di umidità appropriate (stato di tempera) e con modalità d'uso delle macchine tali da evitare il deterioramento della struttura del suolo. Nel Progetto MO.NA.CO. il monitoraggio ha valutato alcuni parametri da utilizzare quali indicatori di struttura del suolo, come la densità apparente, la packing density e la rugosità del suolo.

Materiali e metodi

Il monitoraggio ha interessato nove aziende sperimentali con caratteristiche pedoclimatiche differenziate, due al nord in pianura (Lombardia e Veneto), tre al centro in collina (Toscana e Lazio), tre al sud in pianura (Puglia e Basilicata) e una in pianura in Sardegna:

1. Azienda di Monitoraggio CREA-AAM, Unità di Ricerca per i sistemi Agropastorali in Ambiente Mediterraneo, Podere "Ortigara", Località Sanluri Stato (Medio Campidano);
2. Azienda di Monitoraggio CREA-ABP, Centro di Ricerca per l'Agrobiologia e la Pedologia, Fagna (Scarperia, Firenze);
3. Azienda di Monitoraggio CREA-ABP, Centro di Ricerca per l'Agrobiologia e la Pedologia, Azienda Santa Elisabetta, Località Vicarello (Volterra, Pisa);
4. Azienda di Monitoraggio CREA-CER, Centro di Ricerca per la Cerealicoltura, Località Manfredini, Foggia;
5. Azienda di Monitoraggio Arcagna, CREA-FLC, Centro di Ricerca per le produzioni Foraggere e Lattiero-Casearie, Montanaso Lombardo (Lodi);
6. Azienda di Monitoraggio CREA-RPS, Centro di Ricerca per lo studio delle Relazioni tra Pianta e Suolo, Tormancina (Roma);
7. Azienda di Monitoraggio CREA-SCA, Unità di ricerca per i Sistemi Colturali degli Ambienti caldo-aridi, Podere 124, Foggia;
8. Azienda di Monitoraggio CREA-SSC, Unità di ricerca per lo Studio dei Sistemi Colturali, Campo7, Metaponto (Matera);
9. Azienda Pilota e Dimostrativa "Vallevecchia" Veneto Agricoltura (Caorle, Venezia).

In ogni azienda di monitoraggio sono state realizzate due parcelle di dimensioni adeguate ed omogenee per tipo di suolo, giacitura, principali caratteristiche chimico-fisiche, uso del suolo (gestione culturale progressa):

- A. Parcella Fattuale (F), con lavorazione in condizioni appropriate di umidità (in tempera);
- B. Parcella Controfattuale (CF), con lavorazione in condizioni di umidità non appropriate (fuori tempera), ovvero ad umidità superiore all'Upper Tillage Limit (UTL).

Per valutare l'efficacia dello Standard 3.1 "Lavorazioni in tempera" è stato prescelto il parametro ambientale prioritario "degradazione della struttura del suolo" valutato mediante:

- compattazione, data dalla misura della densità apparente (effettuata su campione in cilindro a volume noto usato anche per la determi-

- nazione della curva di ritenzione idrica su campione indisturbato);
- suscettibilità alla compattazione, valutata mediante la packing density considerando la densità apparente ed il contenuto di argilla del suolo;
- valutazione del letto di semina, ovvero stima della zollosità e rugosità superficiale (metodo della catenella).

Quest'ultimo metodo, adottato nel Progetto MO.NA.CO., consente di calcolare l'indice di tortuosità T (Bertuzzi *et al.*, 1990) utilizzando una "roller chain" (catena da bicicletta) della lunghezza di 100 cm. In pratica la catenella viene poggiata sul suolo, seguendo tutte le zollosità, misurando poi la lunghezza effettiva della catenella. Il rilievo viene eseguito su 10 sezioni perpendicolari alla direzione della lavorazione e su 10 sezioni nel verso della lavorazione (Figura 1). L'indice di tortuosità T viene espresso dalla seguente equazione:

$$T = \frac{100 \text{ cm (lunghezza catena distesa)}}{X \text{ cm (misurati fra le due estremità della catena appoggiata al suolo)}} \quad (4)$$

Il CREA-ABP ha rilevato la rugosità superficiale attraverso un'analisi micromorfologica da fotografie zenitali e successive elaborazioni. Il metodo è descritto nella nota tecnica di Bazzoffi *et al.*, (2015) "Metodologia di rilievo della rugosità superficiale del suolo con Pole Aerial Photography (PAP)". Se la zollosità (tortuosità) è identica per le due tesi, la condizione di tempera o fuori tempera non ha influenza al momento della semina.

Contenuto idrico del suolo

Campioni di suolo indisturbati sono stati prelevati mediante cilindri di acciaio in 3/5 repliche ad una profondità di 10-20 cm. In laboratorio sono stati saturati in acqua deionizzata e posti all'interno di un apparato di tipo Special Sampling Vacuum Plate n. 1725D22 (Soilmoisture Equipment Corp., Santa Barbara, CA, USA), per ottenere il contenuto di acqua gravimetrico a tensioni pari a 0, 10, 33 e 85 kPa. Raggiunto l'equilibrio e terminati i punti di analisi, i campioni sono stati pesati e seccati a 105°C. Ottenuto il peso a 105°C per 24h e la tara per ogni punto è stato ricavato il contenuto d'acqua gravimetrico e la densità apparente. Il contenuto d'acqua a 1500 kPa (Solone *et al.*, 2012) è stato ottenuto mediante analisi del suolo disturbato con potenziometro WP4C Dewpoint Potential Meter (Decagon Devices Inc., Pullman, WA, USA). Sui valori ottenuti è stato effettuato un fitting per calcolare i parametri della funzione di Van Genuchten con il software SWRC Fit <http://seki.webmasters.gr.jp/swrc/> (Seki, 2007), utilizzati per calcolare OTL ed UTL (vedi equazioni 1, 2, 3).

Densità apparente

La densità apparente è stata misurata con campionatori cilindrici di acciaio su campione indisturbato a 20-30 cm (Metodi Ufficiali di Analisi Fisica del Suolo, 1997). I campioni sono stati seccati a 105°C e pesati. La densità apparente si ottiene dividendo il volume del suolo per il peso secco del campione ed è espressa in grammi per centimetro cubico.

Descrizione dei siti di monitoraggio

CREA-AAM. L'azienda di monitoraggio è situata in pianura a 50 m s.l.m.. I suoli, di origine alluvionale, classificabili come Typic Fluvaquents (Soil Survey Staff, 2014) e Stagnic Fluvisol (WRB, 2014), sono franco-argillosi (S=43%, L=26%, A=31%), subcalcini (pH 8.0), con sostanza organica 1.7%. La piovosità e la temperatura annuale sono 450 mm e 18°C. Sulle parcelle, delle dimensioni di 1500 m² (100

m x 15 m), precedentemente coltivate a frumento duro, è stato effettuato un avvicendamento biennale frumento duro - trifoglio alessandrino, con densità di semina di 200 e 40 kg ha⁻¹ rispettivamente. Sono state determinate la resa in granella del frumento e la produzione di fieno del trifoglio alessandrino.

CREA-ABP. Il monitoraggio è stato effettuato in Toscana, presso le Aziende di Fagna e Vicarello. A Fagna (225 m s.l.m.) i suoli hanno tessitura argillosa (S=6%, L=50%, A=44%), con spiccati caratteri vertici, debolmente alcalini (pH 8.3), sostanza organica 1.6%, pendenza 6-13%. Sono classificati come Typic Udorthents fine, vermiculitic, calcareous, mesic (Soil Survey Staff, 2014) e Calcic Regosols (WRB, 2014). La temperatura e le precipitazioni medie annuali sono 12.6°C e 1178 mm. A Vicarello (200 m s.l.m.), con pendenza da debole a moderata (6-20%), i suoli sono classificati come Vertic Haploxerepts, fine, mixed, thermic (Soil Survey Staff, 2014) e Vertic Cambisols (WRB, 2014). Hanno tessitura argillo-limoso (S=20%, L=38%, A=42%), pH debolmente alcalino (7.6), sostanza organica 1.6%. La temperatura e le precipitazioni medie annue sono 14.2°C e 833 mm. La semina del frumento tenero era programmata nel 2011-12 e 2012-13, ma nel secondo anno non si è potuto seminare a causa di condizioni climatiche avverse. Le parcelle sono state seminate con 350 semi/m², con dimensioni sono 4605 m² e 6874 m² a Fagna, per il trattamento CF e F rispettivamente, 5259 m² e 4036 m² a Vicarello.

CREA-CER. La prova è localizzata a Foggia presso l'Azienda Manfredini il suolo è di origine alluvionale, pianeggiante e con caratteristiche vertiche, classificato come Chromic Calcixerert (Soil Survey Staff, 2014) e Chromi-Calcic Vertisol (WRB, 2014), con tessitura franco argillosa (S=19%, L=43%, A=38%), pH fortemente alcalino (8.8), sostanza organica 2.4%. Le precipitazioni e la temperatura media annuali sono 526.4 mm e 15.8°C. Su un terreno precedentemente coltivato a frumento duro sono state allestite due parcelle di 5.000 m² ciascuna (100 m x 50 m) con monocoltura di frumento duro, bruciatura delle stoppie e lavorazione fuori tempera e in tempera. La semina è stata eseguita con 350 semi/m². Sono stati determinati la resa di granella e gli altri parametri biometrici.

CREA-FLC. La prova è stata eseguita per due anni su frumento tenero presso l'azienda Arcagna, su parcelle di 3500 m² ciascuna. L'ambiente è della Pianura Padana pedemontana alluvionale terrazzata, con tessitura franco-sabbiosa (S=64%, L=2%, A=12%), pH moderatamente acido (5.2), sostanza organica 0.9%. Le precipitazioni e la temperatura media annuale sono 800 mm e 12.2°C. Il frumento tenero è stato seminato alla dose di 180 kg ha⁻¹; Sono stati misurati la resa in granella e gli altri parametri produttivi.

CREA-RPS. La prova è localizzata a Tormancina (Roma) in area collinare (43 m s.l.m.) Il terreno è in pendenza (2-10%), è classificato come Typic Argixeroll (Soil Survey Staff, 2014) e Luvic Phaeozem (WRB, 2014), con tessitura franca/franco-limoso (S=30-36%, L=44-49%, A=20-21%), pH neutro (6.8), sostanza organica 2.5-2.7%. La temperatura media e le precipitazioni annuali sono 15.2°C e 800 mm. Nel 2012, su un terreno precedentemente coltivato a frumento duro, sono state allestite due parcelle di 1680 m² ognuna (120 m x 14 m) seminate a frumento duro alla dose di 220 kg ha⁻¹. Nel 2013 è stata seminata una coltura di frumento tenero alla dose di 240 kg ha⁻¹. Sono state determinate la resa di granella e gli altri parametri biometrici.

CREA-SCA. La prova è localizzata a Foggia presso l'Azienda Sperimentale "Podere 124". Il suolo, pianeggiante e con tessitura argillosa (S=20%, L=31%, A=49%), pH moderatamente alcalino (8.3), sostanza organica 2.1%, alluvionale e classificato come Chromic Haploxerert fine, mesic (Soil Survey Staff, 2014) e Chromic Vertisol (WRB, 2014). Il clima è del tipo termomediterraneo accentuato con temperature estive che superano i 40°C e piogge concentrate nei mesi autunno-invernali. Su terreno precedentemente coltivato a pomodoro, nel primo anno sono state allestite due parcelle di 5.000 m² ognuna (100 m x 50 m), F con frumento duro (180 kg ha⁻¹ di seme), CF con

cece (137 kg ha⁻¹ di seme). Nella seconda annata è stato seminato frumento duro in entrambe le parcelle. Alla raccolta è stata determinata la produzione di granella e gli altri parametri biometrici.

CREA-SSC. La prova è stata condotta a Metaponto (Matera) presso l'azienda sperimentale "Campo 7" (10 m s.l.m.). Il suolo è pianeggiante, classificato come Typic Epiaquert (Soil Survey Staff, 2014) e Stagnic Vertisol (WRB, 2014), pH debolmente alcalino (7.8), con 2.6% di sostanza organica, tessitura argillosa (S=19%, L=39%, A=42%). La pioggia e la temperatura media annuale sono 500 mm e 16°C. In entrambi gli anni è stato seminato frumento duro distribuendo 220 kg ha⁻¹ di seme. In ogni parcella, con dimensione 1270 m² (20 x 63.5 m), sono state determinate la resa di granella e gli altri parametri biometrici.

Veneto Agricoltura. L'Azienda Sperimentale Vallevecchia è situata a Caorle (Venezia) sulla costa nord-orientale dell'Italia (0-1 m s.l.m.). I suoli, classificati come Fluvaquentic Eutrudept, fine-silty, carbonatic, mesic (Soil Survey Staff, 2014) e Gley-Fluvis Cambisol (WRB, 2014), hanno tessitura limosa (S=18%, L=51%, A=31%), sostanza organica 2%, reazione debolmente alcalina (7.7). Le precipitazioni e la temperatura media annuali sono 970 mm e 13.7 °C. Le dimensioni delle parcelle per le tesi F e CF erano, rispettivamente, di 3206 e 2902 m². Sono stati determinati la resa di granella, l'umidità e il peso ettolitrico.

Elaborazione statistica dei risultati

Su tutti i dati è stata eseguita l'ANOVA a una o due vie, utilizzando il software Statistica (versioni varie, StatSoft Italia srl), mentre per la

separazione delle medie è stato utilizzato il test della Minima Differenza Significativa (LSD) a p<0.05.

Risultati e discussione

Contenuto idrico del suolo

Per quanto riguarda il contenuto idrico del suolo al momento delle arature sui trattamenti "Fattuale" e "Controfattuale", i dati sono riportati nella Tabella 1. CREA-AAM. Le lavorazioni del trattamento CF nelle tre annate sono state eseguite al di sopra dell'UTL. Nel F nel 2012 e 2014 la lavorazione è stata eseguita al di sopra dell'UTL, quindi fuori tempera, nel 2013 ad un contenuto idrico medio di poco inferiore all'OTL (0.38 contro 0.41 m³ m⁻³). CREA-ABP. A Fagna le lavorazioni dei due trattamenti sono state effettuate a contenuti idrici inferiori all'OTL. Per il trattamento F la lavorazione è stata eseguita in condizioni di "tempera asciutta". La lavorazione CF a Vicarello è stata eseguita ad un contenuto idrico superiore all'UTL (0.34 contro 0.30 m³ m⁻³), la lavorazione F a valori inferiori all'OTL, quindi in condizioni di "tempera asciutta" anche in questo caso. CREA-CER e CREA-RPS. Le lavorazioni dei due trattamenti sono state eseguite a contenuti idrici inferiori all'OTL. Anche in questo caso nel trattamento F la lavorazione è stata eseguita in condizioni di "tempera asciutta". CREA-SCA. Le lavorazioni del trattamento CF sono state eseguite a contenuti idrici superiori UTL. Inoltre, la parcella F nel 2012 è stata arata in condizioni di fuori tempe-

Tabella 1. Principali caratteristiche del suolo, contenuti idrici volumetrici di riferimento e all'aratura.

Sito	Parcella/anno	Densità apparente (g cm ⁻³)	Packing density (g cm ⁻³)	Packing density classe	Tessitura FAO	Suscettibilità alla compattazione	θ OTL (m ³ m ⁻³)	θUTL (m ³ m ⁻³)	θ Aratura (m ³ m ⁻³)
CREA-AAM	F 2012	1,24	1,52	Media	Media	Moderata	0,38	0,41	0,45
	CF 2012	1,31	1,59				0,41	0,44	0,48
	F 2013	1,28	1,56				0,41	0,46	0,38
	CF 2013	1,42	1,70				0,42	0,47	0,52
	F 2014	1,40	1,68				0,36	0,41	0,46
	CF 2014	1,30	1,58				0,39	0,44	0,48
CREA-ABP Fagna	F 2011-2012	1,16	1,56	Media	Fine	Bassa	0,37	0,41	0,15
	CF 2011-2012	1,22	1,62				0,41	0,47	0,33
CREA-ABP Vicarello	F 2011-2012	1,61	1,99	Alta	Fine	Bassa	0,21	0,25	0,19
	CF 2011-2012	1,43	1,81				0,26	0,30	0,34
CREA-CER	F 2011	1,21	1,55	Media	Fine	Bassa	0,46	0,49	0,29
	CF 2011	1,21	1,55				0,49	0,52	0,38
	F 2012	1,39	1,73				0,43	0,46	0,35
	CF 2012	1,37	1,71				0,44	0,47	0,43
CREA-FLC	F 2012	1,22	1,33	Media	Media	Moderata	0,25	0,29	0,19
	CF 2012	1,57	1,68				0,23	0,27	0,32
	F 2013	1,36	1,47				0,25	0,29	0,21
	CF 2013	1,70	1,81				0,23	0,27	0,31
CREA-RPS	F 2012	1,24	1,43	Bassa	Media	Elevata	0,40	0,44	0,36
	CF 2012	1,13	1,32				0,40	0,43	0,38
	F 2013	1,08	1,27				0,40	0,44	0,34
	CF 2013	0,98	1,17				0,40	0,43	0,36
CREA-SCA	F 2011	1,14	1,58	Media	Fine	Bassa	0,32	0,34	0,30
	CF 2011	1,34	1,78				0,29	0,34	0,45
	F 2012	1,04	1,48				0,17	0,22	0,34
	CF 2012	1,07	1,51				0,22	0,26	0,36
CREA-SSC	CF 2011 (t0)	1,28	1,66	Media	Fine	Bassa	0,56	0,63	-
	CF (2012) (t1)	1,32	1,70				0,51	0,57	-
Veneto Agricoltura	CF 2013-2014	1,32	1,59	Media	Media	Moderata	0,24	0,28	0,33
	F 2013-2014	1,30	1,57				0,22	0,26	0,26

F, fattuale; CF, controfattuale,

ra, nel 2011 al valore di $0.30 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ molto prossimo all'OTL. Veneto Agricoltura. Nel 2013 la lavorazione nel trattamento CF è avvenuta ad umidità superiore all'UTL. Nel trattamento F l'umidità al momento dell'aratura era uguale all'UTL.

Densità apparente e packing density

Relativamente alla densità apparente (BD) i risultati sono riportati nella Tabella 2. Sono state riscontrate differenze statisticamente significative per i valori di densità apparente delle parcelle di CREA-FLC con tessitura franco-sabbiosa e CREA-SCA con tessitura argillosa, con valori rispettivamente inferiori del 26.4% e dell'11.0% nel trattamento F. Valori inferiori ma non significativi sono stati rilevati anche nelle parcelle del CREA-AAM con tessitura franco-argillosa (-7.9%). Nelle parcelle del CREA-CER, CREA-RPS e Veneto Agricoltura la densità apparente non ha mostrato differenze significative. I dati delle parcelle del CREA-ABP (Fagna) non sono statisticamente differenti, ma non sono confrontabili perché i prelievi dei campioni non sono stati eseguiti in date contemporanee. Per le parcelle del CREA-ABP di Vicarello la densità apparente del trattamento F è significativamente superiore, con una differenza percentuale pari a +6.4%. Sono stati poi calcolati la Packing density, la classe di Packing density e la suscettibilità alla compattazione (Tabella 1), con la procedura proposta da Jones *et al.*, (2003). L'equazione utilizzata è la seguente:

$$PD = BD + 0.009 C \quad (5)$$

dove BD è la densità apparente in g cm^{-3} , PD è la packing density in g cm^{-3} , C il contenuto di argilla in %. I valori di PD sono suddivisi in tre classi: bassa <1.40, media 1.40–1.75 e alta >1.75 g cm^{-3} . Incrociando la classe di tessitura FAO con i valori di PD, si ricava la suscettibilità intrinseca alla compattazione (Tabella 1). I risultati mostrano che suoli con PD media e tessitura media hanno una suscettibilità moderata alla compattazione (AAM, FLC e Veneto Agricoltura); suoli con PD bassa e tessitura media, hanno una suscettibilità elevata alla compattazione (RPS).

Indice di tortuosità

I dati per l'indice di tortuosità sono riportati nella tabella 3. CREA-AAM: l'indice è stato significativamente inferiore nel trattamento F (-5.5%). CREA-ABP: l'ANOVA ha evidenziato, sia a Fagna sia a Vicarello, un indice più basso e statisticamente significativo nel trattamento F (-0.8 e -2.1% rispettivamente). CREA-CER: l'indice come valore medio è significativamente più basso nella tesi F (-3,5%). CREA-FLC: l'indice è stato significativamente inferiore nella tesi F come valore medio (-1.4%). CREA-RPS l'indice è stato significativamente inferiore nel trattamento F (-9.5%). CREA-SCA, CREA-SSC: l'indice non ha mostrato differenze significative per le abbondanti piogge precedenti. Veneto Agricoltura l'indice non ha mostrato differenze significative tra le due tesi (-0.1%).

Risultati produttivi e qualitativi

CREA-AAM. Dato l'avvicendamento biennale si riportano i dati delle due colture e dei due anni (Tabella 4). Tutti i parametri del frumento sono significativamente differenti nella parcella F: +51% per la resa di granella, +34.6% per il n° di piante all'emergenza, -48% per la percentuale di infestanti totali. Nel trifoglio la parcella F è stata penalizzata dalla bassa emergenza (-54.6%) e dalle infestanti. CREA-ABP. Dalla Tabella 5 si notano maggiori rese nelle tesi F sia a Fagna (+33.7%) sia a Vicarello (+28.6%). CREA-CER. I dati del biennio di monitoraggio sono riassunti nella Tabella 6. L'ANOVA ha mostrato un effetto significativo dell'anno per quasi tutti i parametri. In media, la tesi F ha mostrato una maggiore resa di granella (16.5%), proteine (+2.2%) e glutine (1.9%). CREA-FLC. L'effetto dell'anno è stato significativo per quasi tutti i parametri (Tabella 7). La tesi F ha mostrato valori più elevati di resa di granella (+14.5%), harvest index (+7.7%), peso di 1000 semi (+1.6%) e piante all'emergenza (+19.3%). CREA-RPS. Nessuno dei parametri è stato significativamente differente, esclusa la percentuale di infestanti monocotiledoni, maggiore nella parcella F (Tabella 8). CREA-SCA. La resa del cece (+49.7%) e l'harvest index (+7.6%) sono stati significativamente maggiori nella tesi F. Sul frumento non ci sono state differenze significative per la maggior parte dei parametri (Tabella 9). CREA-SSC. L'ANOVA indica che l'effetto dell'annata è stato

Tabella 2. Valori di densità apparente delle parcelle fattuali (F) e controfattuali (CF).

Sito	Parcelle/anno	BD (g cm^{-3})	Sito	Parcelle/anno	BD (g cm^{-3})
CREA-AAM	F 2011	1,24	CREA-FLC	F 2012	1,22
	CF 2011	1,31		CF 2012	1,57
	F 2012	1,28		F 2013	1,36
	CF 2012	1,42		CF 2013	1,70
F = 1,26 ns	CF = 1,36 ns	-7,9%	F = 1,29 a	CF = 1,64 b	-26,4%
CREA-ABP Fagna	F 2011	1,16	CREA-RPS	F 2012	1,24
	CF 2012	-		CF 2012	1,13
	F 2012	1,22		F 2013	1,08
	CF 2013	1,22		CF 2013	0,98
F = 1,20 ns	CF = 1,22 ns	-1,3%	F = 1,16 ns	CF = 1,05 ns	+ 9,5%
CREA-ABP Vicarello	F 2011 (t0)	1,37	CREA-CER	F 2012	1,21
	CF 2011 (t0)	1,37		CF 2012	1,21
	F 2012	1,61		F 2012	1,39
	CF 2012	1,43		CF 2012	1,37
F = 1,49 b	CF = 1,40 a	+6,4 %	F = 1,30 ns	CF = 1,29 ns	+0,8%
CREA-SCA	F 2011	1,14	Veneto Agricoltura	F 2013-2014	1,30
	CF 2011	1,34		CF 2013-2014	1,32
	F 2012	1,04			CF 2013-2014
	CF 2012	1,07		F = 1,30	
F = 1,09 a	CF = 1,21 b	-11,0%			

ns, non significativo.

significativo su quasi tutti i parametri (Tabella 10). Solo la resa di granella (+12.4%) è stata significativamente differente nella tesi F. Veneto Agricoltura. I dati non sono stati significativamente differenti (Tabella 11), ma la resa di granella (9%) e il peso ettolitrico (6.4%) sono stati superiori nella tesi F.

Valutazione economica del differenziale di competitività dello Standard 3.1

Per valutare il differenziale economico di competitività sono stati utilizzati i dati dei rilievi in campo. I tempi di lavoro sono stati definiti attraverso le indicazioni riportate nella raccomandazione dell'Associazione Italiana di Genio Rurale (A.I.G.R.) III^a R.1 (Manfredi, 1971), che considera la metodologia ufficiale della Commission Internationale de l'Organisation Scientifique du Travail en Agriculture (C.I.O.S.T.A.). I rilievi effettuati in campo sono stati relativi al tempo effettivo di lavoro (TE) e al tempo accessorio per voltare (TAV), la cui somma rappresenta il tempo netto di lavoro (TN). Per la definizione del costo orario e del costo per unità di superficie di ogni lavorazione è stato necessario determinare il costo di esercizio delle macchine motrici e operatrici, tramite una specifica metodologia (Biondi, 1999) e le norme tecniche cui questa fa riferimento (ASAE, 2003a, b). Il dato relativo alla retribuzione dei lavoratori agricoli, utilizzato nella suddetta metodologia, corrisponde alla media dei valori riconosciuti dalla Confederazione Italiana Agricoltori nel contratto collettivo nazionale vigente per la qualifica di operaio specializzato super, livello A, area 1, riferiti alle province dei casi studio monitorati. Sono state considerate le colture frumento duro, frumento tenero e mais da granella. I dati relativi ai fattori produttivi dei cereali sono stati ricavati da pubblicazioni del Centro Ricerche Produzioni Vegetali (CRPV, 2014), i valori medi dei prezzi di vendita della granella, rilevati sul mercato nazionale negli ultimi 12 mesi, sono stati acquisiti dall'Istituto di Servizi per il Mercato agricolo Alimentare (Tabella 12) (ISMEA, 2014). Per ogni tipologia di operazione è stato calcolato sia il valore medio del costo sia i valori ottenuti sottraendo e aggiungendo alla media la deviazione standard. Dato che sono stati utilizzati mezzi e tecniche di lavorazione differenti, i dati delle arature mostrano un'elevata deviazione standard, pari a 126.78 € nell'aratura CF (caso A) ed a 92.05 € in quella F (caso B). Per semplicità di calcolo il numero e il costo delle operazioni colturali che seguono l'aratura sono stati considerati identici nelle due tesi di ciascuna coltura. I dati produttivi sono stati ricavati dal monitoraggio. È stato calcolato il margine operativo lordo delle colture nelle condizioni di terreno per le ipotesi F e CF. Poiché l'impegno di questo Standard consiste nell'attendere le condizioni di tempera del terreno per eseguire l'aratura, si può verificare che tale attesa si protragga nel tempo fino ad impedire lo svolgimento del normale ciclo colturale. Poiché la lavorazione nel caso A dipende da condizioni climatiche imprevedibili e produce una variazione dei valori del differenziale di competitività, è stato supposto che possa manifestarsi da una a sei volte in un sessennio (probabilità dal 16,7% al 100%). Si è ipotizzato che gli agricoltori che non aderiscono allo Standard lavorino il terreno normalmente nel caso B e solo occasionalmente procedano comunque alla sua lavorazione nel caso A, sia pure con costi e ricavi differenti, ottenendo, di conseguenza, un margine lordo che, in funzione della coltura praticata, potrà essere positivo o negativo. I valori ottenuti dal margine lordo cumulato nel suddetto sessennio (€ ha⁻¹) sono stati riportati all'attualità tramite l'utilizzo della funzione finanziaria VAN (Valore Attuale Netto). Per differenza tra il margine lordo cumulato attualizzato del periodo considerato, nel caso A e nel caso B, sono stati ottenuti i valori cumulati del differenziale di competitività (€ ha⁻¹) di tutti gli scenari ipotizzati. Calcolando l'annualità costante è stato ottenuto il valore del differenziale di competitività annuale espresso in € ha⁻¹ anno⁻¹ per le varie condizioni e colture considerate (Tabella 13).

Tabella 3. Valori dell'indice di tortuosità del trattamento controtattuale (CF) e fattuale (F).

Parcella	CREA-AAM		
	Lungo lavorazione	Perpendicolare lavorazione	Media
CF	1,218	1,249	1,233 b
F	1,159	1,179	1,169 a
F-CF (%)	-5,1	-5,9	-5,5
Parcella	CREA-ABP Fagna		
	Lungo lavorazione	Perpendicolare lavorazione	Media
CF	1,016 b	1,019	1,017 b
F	1,010 a	1,008	1,009 a
F-CF (%)	-0,6	-1,1	-0,8
Parcella	CREA-ABP Vicarello		
	Lungo lavorazione	Perpendicolare lavorazione	Media
CF	1,041 b	1,028	1,034 b
F	1,015 a	1,013	1,013 a
F-CF (%)	-2,6	-1,5	-2,1
Parcella	CREA-CER		
	Lungo lavorazione	Perpendicolare lavorazione	Media
CF	1,124 b	1,081	1,102 b
F	1,061 a	1,068	1,065 a
F-CF (%)	-5,9	-1,2	-3,5
Parcella	CREA-FLC		
	Lungo lavorazione	Perpendicolare lavorazione	Media
CF	1,081 a	1,093 b	1,087 b
F	1,055 c	1,090 ab	1,072 a
F-CF (%)	-2,5	-0,3	-1,4
Parcella	CREA-RPS		
	Lungo lavorazione	Perpendicolare lavorazione	Media
CF	1,151 b	1,188 b	1,169 b
F	1,059 a	1,077 a	1,068 a
F-CF (%)	-8,6	-10,4	-9,5
Parcella	CREA-SCA		
	Lungo lavorazione	Perpendicolare lavorazione	Media
CF	1,091	1,072	1,081
F	1,082	1,085	1,084
F-CF (%)	-0,8	+1,2	+0,3
Parcella	CREA-SSC		
	Lungo lavorazione	Perpendicolare lavorazione	Media
CF	1,045	1,061	1,053
F	1,051	1,052	1,052
F-CF (%)	+0,6	-0,9	-0,1
Parcella	Veneto Agricoltura		
	Lungo lavorazione	Perpendicolare lavorazione	Media
CF	1,071	1,097	1,084
F	1,074	1,092	1,083
Media	1,072 a	1,094 b	
F-CF (%)	0,3	-0,5	-0,1

Tabella 4. Rese, emergenze ed infestanti delle parcelle di monitoraggio del CREA-AAM.

Anno	Coltura	Parcelle	Resa granella s.s. (t/ha)	Piante all'emergenza (n/m ²)	Infestanti totali %
2012	Frumento	F	6,06	367	50
2012	Frumento	CF	2,97	240	74
		P value	0,011	0,046	0,018
		F-CF%	51,0	34,6	-48
Anno	Coltura	Plot	Resa fieno s.s. (t/ha)	Piante all'emergenza (n/m ²)	Infestanti totali %
2013	Trifoglio	F	0,00	262	98
2013	Trifoglio	CF	0,54	405	90
		P value	0,002	0,009	0,051
		F-CF%		-54,6	8,2

F, fattuale; CF, controfattuale.

Tabella 5. Dimensioni dei siti di monitoraggio, produzioni (2012) e peso ettolitrico delle parcelle del CREA-ABP.

Sito di monitoraggio	Parcelle	Dimensione m ²	Resa t ha ⁻¹	kg hl ⁻¹
Fagna	Fuori tempera (CF)	4605	4,343	81,19
	Tempera (F)	6874	6,546	82,08
	F-CF %		33,7	1,1
Vicarello	Fuori tempera (CF)	5259	1,274	74,88
	Tempera (F)	4036	1,784	78,54
	F-CF %		28,6	4,7

F, fattuale; CF, controfattuale.

Tabella 6. Parametri produttivi e qualitativi delle parcelle di monitoraggio del CREA-CER.

Anno	Coltura	Parcelle	Resa granella (t/ha)	Peso 1000 semi (g)	Peso ettolitrico (kg)	Proteine (% s.s.)	Glutine (% s.s.)	Piante all'emergenza (n/m ²)	HI	Altezza (cm)	Piante fertili (n/m ²)	Proteine semola (% s.s.)
2012	Frumento	CF	2,75	44,2	85,7	13,4	10,1	243	37,4	65	251	
2012	Frumento	F	2,51	43,9	85,3	13,5	10,1	206	41,5	67	211	
2013	Frumento	CF	3,22	54,7	84,1	12,2	8,6	285	41,9	71	300	10,8
2013	Frumento	F	4,65	50,3	84,3	12,7	9,0	337	41,8	75	351	11,3
Media		CF	2,99 b	49,5 a	84,9	12,8	9,4	264	39,6	68 b	276	10,8
Media		F	3,58 a	47,1 b	84,8	13,1	9,5	272	41,7	71 a	281	11,3
Anno		P value	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	ns	0,000	0,002	
Parcelle		P value	0,002	0,004	ns	ns	ns	ns	ns	0,045	ns	ns
Anno x Parcelle		P value	0,001	0,010	ns	ns	ns	0,047	ns	ns	ns	ns
2012		F-CF (%)	-9,6	-0,8	-0,4	0,7	-0,7	-18,0	10,0	2,5	-18,9	
2013		F-CF (%)	30,7	-8,9	0,3	3,7	4,8	15,5	-0,2	5,3	14,6	4,0
Media		F-CF (%)	16,5	-5,1	-0,1	2,2	1,9	2,8	4,9	4,2	2,0	

F, fattuale; CF, controfattuale.

Tabella 7. Parametri produttivi e qualitativi delle parcelle di monitoraggio del CREA-FLC.

Anno	Coltura	Parcelle	Resa granella s.s. (t/ha)	Resa paglia s.s. (t/ha)	HI	Peso 1000 semi (g)	Peso ettolitrico (kg)	Piante all'emergenza (n/m ²)	Infestanti (%) monocotiledoni	dicotiledoni
2012	Frumento	CF	7,37	5,60	0,57	38,8	73,9	306	1,0	2,3
2012	Frumento	F	8,75	5,00	0,64	39,3	75,6	384	1,0	1,0
2013	Frumento	CF	3,02	4,75	0,39	35,0	52,0	264	1,0	5,3
2013	Frumento	F	3,41	5,00	0,41	35,7	52,1	321	0,7	3,7
Media		CF	5,20 a	5,00	0,48 a	36,9 a	63,0	285 a	1,0	3,8
Media		F	6,08 b	5,18	0,52 b	37,5 b	63,9	353 b	0,8	2,3
Anno		P value	0,000	0,253	0,000	0,000	0,000	0,020	0,347	0,075
Parcelle		P value	0,003	0,621	0,021	0,048	0,155	0,006	0,347	0,310
Anno x Parcelle		P value	0,042	0,253	0,123	0,747	0,219	0,584	0,347	0,907
F-CF %										
2012		F-CF (%)	15,8	-12,0	10,7	1,3	2,2	20,3	0,0	-130,0
2013		F-CF (%)	11,4	5,0	4,1	2,0	0,2	17,8	-42,9	-43,2
Media		F-CF (%)	14,5	3,5	7,7	1,6	1,4	19,3	-25,0	-65,2

F, fattuale; CF, controfattuale.

Tabella 8. Parametri produttivi e qualitativi delle parcelle di monitoraggio del CREA-RPS.

Parcelle	Piante all'emergenza (n/m ²)	Culmi (n/m ²)	Resa granella s.f. (t/ha)	Resa paglia e pula (t/ha)	Resa granella al 13% (t/ha)	HI	Peso ettolitrico (kg)	Peso 1000 semi al 13% (g)	Proteine (%)	Infestanti monoc. (%)	Infestanti dicot. (%)	Infestanti totali (%)	Classe Braun-Blanquet
CF	201	267	3,50	6,12	3,56	0,36	76,9	52,94	10,71	0,1a	11,5	11,6	2
F	231	304	2,83	6,16	2,90	0,31	71,0	50,71	11,93	2,2b	12,7	14,8	2
F-CF %	13,0	12,2	-23,7	0,6	-22,8	-16,1	-8,3	-4,4	10,2	95,5	9,4	21,6	-

Tabella 9. Parametri produttivi e qualitativi delle parcelle di monitoraggio del CREA-SCA.

Anno	Coltura	Parcelle	Resa granella al 14% di umidità (t/ha)	HI	Peso 1000 semi (g)	Anno	Coltura	Parcelle	Resa granella al 13% di umidità (t/ha)	HI	Peso ettolitrico (kg)	Peso 1000 semi (g)	Proteine (%)
2012	Cece	F	2,21	0,68	308,75	2013	Frumento	F	5,74	0,26	81,83	37,80	15,80
2012	Cece	CF	1,11	0,63	297,53	2013	Frumento	CF	5,51	0,27	83,40	41,43	14,77
			***	*	ns				ns	ns	*	***	ns
		F-CF %	49,7	7,6	3,6			F-CF %	4,0	-4,1	-1,9	-9,6	6,5

F, fattuale; CF, controfattuale; *P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001; ns, non significativo.

Tabella 10. Parametri produttivi e qualitativi delle parcelle di monitoraggio del CREA-SSC.

Anno	Coltura	Parcelle	Resa granella al 13 % di umidità (t/ha)	Peso residui s.f. (t/ha)	HI	Altezza (cm)	Coefficiente di accostamento	Culmi (n)	Spighe (n)	Peso ettolitrico (kg)	Peso 1000 semi (g)	Proteine (%)
2012	Frumento	CF	7,19	8,31	0,45	90,6	2,5	34,3	29,7	81,3	43,8	11,2
2012	Frumento	F	7,09	8,14	0,45	92,2	2,1	37,7	33,3	81,8	47,2	11,7
2013	Frumento	CF	3,93	7,54	0,39	70,0	2,5	31,7	29,3	79,9	37,6	9,2
2013	Frumento	F	5,60	5,97	0,41	73,3	2,2	33,0	34,7	78,8	40,1	9,9
Media		CF	5,56 a	7,92 b	0,42	80,3	2,5	33,0	29,5	80,6	40,7	10,2
Media		F	6,35 b	7,06 a	0,43	82,8	2,2	35,3	34,0	80,3	43,7	10,8
Anno		P value	0,000	0,001	0,008	0,000	0,850	0,256	0,873	0,000	0,002	0,006
Parcelle		P value	0,004	0,019	0,346	0,464	0,325	0,459	0,174	0,469	0,072	0,289
Anno x Parcelle		P value	0,002	0,046	0,306	0,804	0,795	0,747	0,789	0,055	0,773	0,795
2012		F-CF (%)	-1,4	-2,1	0,0	1,7	-19,0	8,8	10,8	0,6	7,2	4,3
2013		F-CF (%)	29,8	-26,3	4,9	4,5	-13,6	4,0	15,6	-1,4	6,2	7,1
Media		F-CF (%)	12,4	-12,2	2,3	3,0	-13,6	6,5	13,2	-0,4	6,9	5,6

Tabella 11. Parametri produttivi e qualitativi delle parcelle di monitoraggio di Veneto Agricoltura.

Anno	Coltura	Parcelle	Resa granella s.s. (t/ha)	Resa granella al 15,5% di umidità (t/ha)	Peso ettolitrico (kg)	Piante all'emergenza (n/m ²)
2013	Mais	CF	5,67	6,53	60,9	6,73
2013	Mais	F	6,24	7,17	65,1	6,77
		Parcelle	P value	ns	ns	ns
			F-CF %			
		F vs CF (%)	9,0	8,9	6,4	0,5

Tabella 12. Prezzi medi (ISMEA, 2014).

Prezzo medio	(€ t ⁻¹)
Granella di frumento duro	261,25
Granella di frumento tenero	209,77
Granella di mais	188,88

Tabella 13. Differenziale di competitività annuale ($\text{€ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$).

Scenari	Frumento duro			Frumento tenero			Mais		
	Limite inferiore	Media	Limite superiore	Limite inferiore	Media	Limite superiore	Limite inferiore	Limite superiore	
1 evento ogni 6 anni (probabilità 16,7%)	-44,14	-10,12	23,89	-12,26	21,76	55,78	-42,01	-5,00	32,01
1 evento ogni 5 anni (probabilità 20%)	-52,97	-12,15	28,67	-14,71	26,11	66,93	-50,41	-6,00	38,41
1 evento ogni 4 anni (probabilità 25%)	-66,21	-15,19	35,84	-18,38	32,64	83,67	-63,01	-7,50	48,01
1 evento ogni 3 anni (probabilità 33%)	-88,28	-20,25	47,79	-24,51	43,52	111,56	-84,01	-10,00	64,02
1 evento ogni 2 anni (probabilità 50%)	-132,42	-30,37	71,68	-36,77	65,28	167,34	-126,02	-15,00	96,03
1 evento ogni anno (probabilità 100%)	-264,85	-60,74	143,36	-73,54	130,57	334,67	-252,04	-29,99	192,05

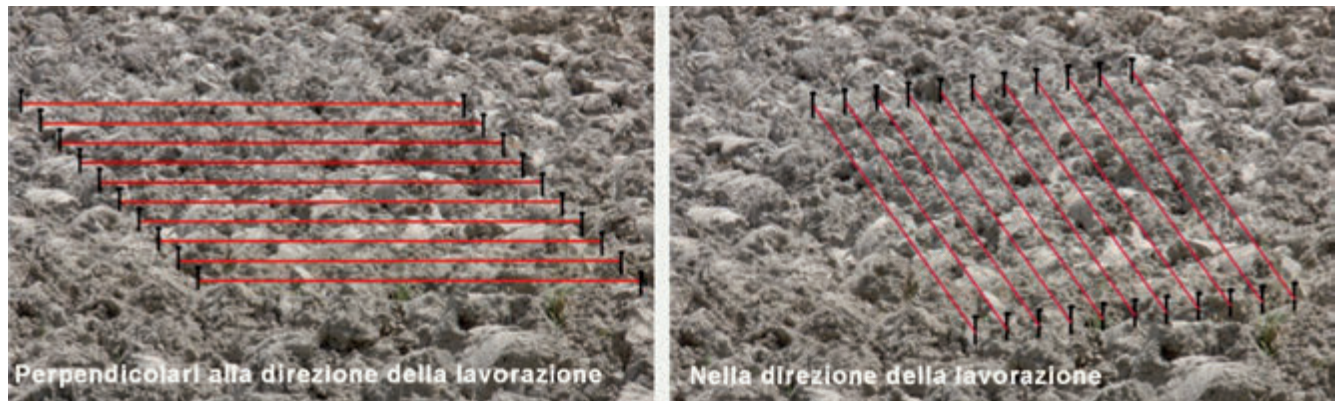


Figura 1. Misure dell'indice di tortuosità con il metodo della catenella.

Conclusioni

Il monitoraggio non ha prodotto risultati univoci per i differenti parametri valutati, quindi la sua efficacia è “contrastante” (classe di merito B). Per quanto riguarda i contenuti idrici all'aratura nei due trattamenti rispetto ai corrispondenti valori UTL e OTL, è risultata evidente la difficoltà pratica di effettuare una lavorazione in condizioni ottimali di umidità considerato che la forbice tra i due valori soglia risulta di $0.02-0.06 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Per la densità apparente, la tesi F ha mostrato valori significativamente inferiori ma su suoli con caratteristiche tessiture contrastanti (franco-sabbiosa e argillosa). La packing density (PD), ha indicato un rischio elevato nei suoli con PD bassa e tessitura media. Sono state evidenziate differenze medie significative per l'indice di tortuosità del terreno. Per i risultati produttivi e qualitativi delle colture studiate, in molti casi è stato evidenziato un effetto prevalente dell'annata a favore della parcella F. Dal monitoraggio è emerso che l'aratura eseguita fuori tempera è economicamente più onerosa di quella eseguita in tempera a causa del maggiore sforzo di trazione che provoca un aumento dello slittamento degli organi di trazione della trattoria, con riduzione della velocità di avanzamento e conseguente incremento dei tempi di lavoro e dei consumi di combustibile. Inoltre, le produzioni ottenute da terreni arati in condizioni di fuori tempera, si riducono in maniera anche sensibile secondo la specie coltivata. In alcuni casi, nel CF, si possono perciò verificare le condizioni che portano a un margine lordo negativo. Tale perdita economica può essere evitata da chi, aderendo allo Standard, è obbligato a non svolgere il ciclo colturale.

Bibliografia

- ASAE, 2003a. Standard EP496.2. American Society of Agricultural Engineers Publ., St. Joseph, MI, USA, pp 367-372.
- ASAE, 2003b. Standard D497.4. American Society of Agricultural Engineers Publ., St. Joseph, MI, USA, pp 373-380.
- Bazzoffi P, Gentile R, Rocchini A, 2015. Metodologia di rilievo della rugosità superficiale del suolo con Pole Aerial Photography (PAP). Ital. J. Agron. 10(s1):722.
- Bertuzzi P, Rauws G, Corraut D, 1990. Testing roughness indices to estimate soil surface roughness changes due to simulated rainfall. Soil Till. Res. 17:87-99.
- Biondi P, 1999. Meccanica agraria. Le macchine agricole. UTET, Torino, Italy.
- CRPV, 2014. Centro Ricerche Produzioni Vegetali. Available from: <http://www.crpv.it>
- Dexter AR, Bird NRA, 2001. Methods for predicting the optimum and the range of soil water contents for tillage based on the water retention curve. Soil Till. Res. 57:203-212.
- ISMEA, 2014. Istituto di Servizi per il Mercato agricolo Alimentare. Available from: <http://www.ismea.it>
- Jones RJA, Spoor G, Thomasson AJ, 2003. Vulnerability of subsoils in Europe to compaction: a preliminary analysis. Soil Till. Res. 73:131-143.
- Manfredi E, 1971. Raccomandazione A.I.G.R. IIIa sezione denominazione, simbolo e unità di misura delle grandezze fondamentali relative all'impiego delle macchine in agricoltura, con particolare riguardo alle colture erbacee. Riv. Ing. Agr. 2:258-260.

- Metodi Ufficiali di Analisi Fisica del Suolo, 1997. Determinazione della massa volumica apparente. Metodo II.1.3.1. del carotaggio. Ministero delle Politiche Agricole Agroalimentari e Forestali. F. Angeli ed., Milano, Italy
- Mualem Y, 1976. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. *Water Resour. Res.* 12:513-522.
- Seki K, 2007. SWRC fit - a nonlinear fitting program with a water retention curve for soils having unimodal and bimodal pore structure. *Hydrol. Earth Syst. Sc.* 4: 407-437.
- Soil Survey Staff, 2014. Keys to soil taxonomy (12th ed.). United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Washington, DC, USA.
- Solone R, Bittelli M, Tomei F, Morari F, 2012. Errors in water retention curves determined with pressure plates: effects on the soil water balance. *J. Hydrol.* 470/471:65-74.
- van Genuchten MTh, 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44:892-898.
- WRB, 2014. World Reference Base for Soil Resources. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. World Soil Resources Reports No. 106. FAO, Roma, Italy.

Non commercial use only