

**Spett. Direzione Generale Competitività del sistema regionale e sviluppo delle competenze
Area coordinamento "sviluppo rurale"**
Settore "Forestazione, promozione dell'innovazione e interventi comunitari per l'agroambiente"

Oggetto: PSR 2007/13 Misura 124 "Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie nei settori agricolo e alimentare e in quello forestale" – Bando PIF fase I
PROGETTO APPcot - Richiesta di integrazione alla relazione conclusiva

Relazione integrativa alla relazione finale del progetto APPCoT

Fertilizzazioni azotate ed aspetti quali-quantitativi del frumento duro

Il livello di fertilizzante azotato apportato alla coltura è stato ampiamente messo in correlazione con la produttività della stessa, anche se le attuali dosi distribuite in copertura sono molto spesso eccedenti rispetto alle necessità della stessa sia in termini quantitativi (produttività) sia in termini qualitativi (percentuale di proteine).

L'incremento della produttività è emerso anche dalle prove svolte nei campi sperimentali della Val d'Orcia ove all'incremento della dose di fertilizzazione azotata (136, 160 e 183 kg di N ad ha), distribuita durante l'intero ciclo, è corrisposto un incremento della produttività (rispettivamente 38,3 - 42,2 - 44,2 q di granella ad ettaro).

L'incremento della percentuale di proteine è risultato, invece, meno correlato alla variazione d'azoto. Nella bibliografia spesso viene messo in evidenza una correlazione positiva fra quantità di azoto e percentuale di proteina nella granella, ma le variazioni del fertilizzante azotato adottate nelle ricerche sono molto spesso ampie, prevedendo livelli base pari da 0 unità. Nelle prove impostate nel progetto APPCoT le dosi distribuite sono invece comprese nel range di quelle realmente utilizzate dalla maggior parte degli agricoltori ed in queste condizioni la percentuale di proteine dipende maggiormente da altri fattori.

Dinamica dell'accumulo di amido e proteine nella granella

Durante la fase vegetativa la pianta assorbe l'azoto e in parte lo utilizza a fini strutturali (crescita) e fisiologici (fotosintesi e sintesi degli amminoacidi) ed in parte lo accumula come riserva.

La quantità dell'azoto contenuto nella canopy in questa fase è correlata allo sviluppo vegetativo ed in annate favorevoli, in cui l'investimento di piante è elevato (oltre 300-400 culmi a m²) e l'andamento meteorologico favorevole si forma una copertura vegetale molto densa, che alla fine della fase di sviluppo vegetativo (spigatura-antesi) porta ad avere indici di LAI (indice di area fogliare m² di foglie per m² di superficie di terreno) superiore a 5-6.

Il successivo riempimento della granella è un bilancio tra la richiesta dei "sink", rappresentata dalle cariossidi e la fornitura di assimilati dai "source" ossia dall'apparato fotosintetizzante presente (foglie, spighe e reste), in cui interviene anche la rimobilitazione degli assimilati stoccati prima e dopo l'antesi (prevalentemente composti azotati e carboidrati quali i fruttani). Le riserve di carboidrati presenti nella pianta nella fase fenologica dell'antesi rappresentano normalmente dal 10 al 40% del peso secco finale della granella.

In particolare **per l'amido** la presenza di un apparato fotosintetizzante ampio e sano rappresenta un presupposto indispensabile per una buona fase di accumulo nella

granella, naturalmente accompagnato da un andamento meteorologico favorevole dell'ultimo periodo (maggio-giugno).

In queste condizioni il tasso di deposizione dei carboidrati nella granella è limitato dal bilancio tra la capacità della pianta di produrre fotosintetati (source limitation) e la capacità della granella di usarli per la sintesi dell'amido (sink limitation). Si ha quindi che in piante con stato di salute ottimale, il tasso di deposizione di amido è solitamente sink-limited, ossia è limitato da fattori che operano nel chicco stesso.

Spesso, però, in molte aree della Toscana l'avvento di ondate di calore precoci, caratterizzate da temperature elevate e scarsi apporti idrici, compromette la funzionalità dell'apparato fotosintetizzante portando ad una rapida e precoce chiusura della fase finale di riempimento e quindi limitando il tempo utile alla produzione e all'accumulo di amido, con gravi ripercussioni nella resa finale.

L'**accumulo delle proteine** (non la percentuale) è invece legato alla quantità di azoto assorbita ed accumulata in tutti gli organi della pianta, fino all'antesi. Dall'antesi in poi si ha prevalentemente la rimobilitazione dell'azoto che viene reindirizzato verso la granella. Per un buon accumulo di proteine l'azoto distribuito ed assorbito dalla coltura non deve essere un fattore limitante.

Il bilancio tra le risorse di assimilati (fotosintetati dalle foglie o re-mobilitati dai culmi) dipende dalle condizioni ambientali e dalla cultivar.

La **percentuale di proteine** della granella è quindi dipendente dalle proteine totali e dalla quantità di amido accumulata. In annate favorevoli per la produzione spesso si ha un lungo periodo di riempimento (non interrotto da ondate di calore), con un contenuto proteico che quindi viene in parte diluito dall'abbondanza di amido. In altre parole la presenza delle proteine nella granella è principalmente legata alla rimobilitazione che avviene dai vari organi nella fase di riempimento, mentre la presenza di amido è condizionata dal perdurare delle condizioni meteorologiche favorevoli e di un buon apparato fotosintetico.

Nelle annate in cui avviene il fenomeno denominato "stretta" si ha una brusca interruzione dell'accumulo di amido per l'avvento di condizioni calde e siccitose che portano a una rapida senescenza della pianta, con conseguente diminuzione di dimensione del chicco. Spesso la stretta è accompagnata da un'elevata percentuale di proteine, legato al mancato effetto diluizione dell'amido.

Se però la "stretta" avviene precocemente e molto rapidamente interrompe anche la rimobilitazione dei composti azotati; in questi casi nella paglia residua si riscontra una maggiore quantità di azoto, indice di una cattiva rimobilitazione e la granella può avere una bassa percentuale di proteine.

Naturalmente la stretta non è l'unico fenomeno che condiziona gli aspetti qualitativi della resa, ma sicuramente nelle aree di studio considerate costituisce uno dei problemi principali.

L'aumento delle dosi di N attraverso un'applicazione tardiva ha mostrato in molti studi un maggiore sviluppo della canopy migliorando la capacità fotosintetica e l'accumulo di

carboidrati nella pianta. Ha inoltre consentito un minore uso delle riserve di carboidrati pre-antesi in favore di una maggiore fotosintesi durante il periodo di riempimento. Nelle prove svolte durante il progetto questo aspetto non è stato evidente.

Aspetti economici della fertilizzazione azotata

Il criterio economico in base al quale si prendono le decisioni di coltivazione è quello del massimo rendimento a parità di rischio. Il rischio dipende dall'incertezza delle rese, della qualità della produzione e del prezzo di mercato.

La coltivazione del frumento duro ha un know how ormai ben defenito e conosciuto, frutto dell'esperienza differenti ambienti pedoclimatici e delle tecniche agronomiche ben consolidate, affinate nel corso degli anni.

In questo contesto il conto economico di coltivazione del frumento mostra evidentemente che a parità di spese sostenute sia per l'effettuazione delle operazioni colturali, sia per l'acquisto di mezzi tecnici i minori "costi equivalenti di produzione" (costo sostenuto per la produzione di un quintale di granella mediamente prodotta) si ottengono con alti input di azoto. In altre parole, considerando gli andamenti produttivi medi e non un'annata specifica, la distribuzione di alti livelli di azoto garantisce nel tempo (annate favorevoli ad alte produttività) e nello spazio (aree del campo in cui il frumento ha obiettivi produttivi più ambiziosi) che questo fattore produttivo così importante non sia limitante e quindi non penalizzi il risultato.

Per determinare i costi di produzione a inizio 2013 sono stati rilevati analiticamente tutte le singole voci di spesa. In particolare per le operazioni colturali non si è ricorso ai prezziari dei contoterzisti, quali quelli UNIMA, ma chiedendo a quattro contoterzisti locali le tariffe applicate. Per alcune operazioni quali il diserbo prelaborazione si è considerato metà del costo in quanto mediamente viene fatto solamente il 50% degli anni.

La pressatura, invece, è stata inserita nella tabella dei costi ma non computata nella somma dei costi e dei ricavi in quanto solamente alcune aziende la fanno e i costi per l'effettuazione dell'operazione equivalgono al valore del sottoprodotto paglia.

| OPERAZIONI COLTURALI | Tipologia operazione (indicare le operazioni in ordine cronologico) | Costo medio ad ha € | az.1 € | az.2 € | az.4 € | az.3 € |
|-----------------------------|---|---------------------|------------|------------|------------|------------|
| | Diserbo prelaborazione (si fa un anno ogni 2) | 16.3 | 50 | 35 | 25 | 20 |
| | Aratura | 131.3 | 160 | 120 | 125 | 120 |
| | Erpicatura | 61.3 | 70 | 80 | 45 | 50 |
| | Concimazione di fondo | 32.5 | 50 | 35 | 25 | 20 |
| | Semina | 60.0 | 80 | 40 | 70 | 50 |
| | 1 ^a concimazione di copertura | 30.0 | 40 | 35 | 25 | 20 |
| | Diserbo in copertura + trattamento fitosanitario | 30.0 | 40 | 35 | 25 | 20 |
| | 2 ^a concimazione di copertura | 30.0 | 40 | 35 | 25 | 20 |
| | Miettrebbiatura | 112.5 | 110 | 120 | 120 | 100 |
| | Trasporto al sito di stoccaggio | 37.8 | 20 | 41.5 | 48 | 41.5 |
| | Pressatura (la fanno un'azienda su 2 ed è in pareggio) | 85.0 | 100 | 80 | 80 | 80 |
| | TOTALE | 542 | 760 | 657 | 613 | 542 |

Costi ad ettaro delle operazioni colturali rilevati in primavera 2013 in 4 aziende contoterziste

Per i mezzi tecnici sono stati presi in considerazione i costi necessari con i tre differenti livelli di fertilizzazione adottati.

| MEZZI TECNICI | Nome commerciale fertilizzante | Costo medio ad ha € | Costo unitario €/litro o €/kg | quantità/ha: udm=kg/ha | Composizione fertilizzante (es. N, P, K) e % contenute | Note |
|---------------|--|---------------------|-------------------------------|------------------------|--|---|
| | Diserbo prelavorazione (si fa un anno ogni 2) | 4.2 | 4.8 | 1.75 | 200 | glifosate 30% |
| | Concimazione di fondo (fosfato biammonico) | 135.0 | 0.54 | 250 | 18% N - 46%P | fosfato biammonico |
| | Seme | 168.0 | 0.56 | 300 | | |
| 1° caso | concimazione di copertura basso azoto (nitrato ammonico) | 113.8 | 0.325 | 350 | 26% N | nitrato ammonico |
| 2° caso | concimazione di copertura medio azoto (nitrato ammonico) | 143.0 | 0.325 | 440 | 26% N | nitrato ammonico |
| 3° caso | concimazione di copertura alto azoto (nitrato ammonico) | 172.3 | 0.325 | 530 | 26% N | nitrato ammonico |
| | Diserbo in copertura graminicida Axial - Syngenta | 54.0 | 54 | 1.00 | | Pinoxaden 5,05%, Cloquintocet-mexyl 1,26% |
| | Disebo in copertura foglia larga Marox SX - Siapa | 17.5 | 350 | 0.05 | | Tifensulfuron metile puro g 33.3 Tribenuron metile puro g 16.7 |
| | Fungicida oidio, rugini Bumper - Siapa | 31.2 | 28.4 | 1.10 | | Procloraz puro 34,8% (400 g/l) Propiconazolo puro 7,8% (90 g/l) |
| | TOTALE basso input N | 524 | | | | |
| | TOTALE medio input N | 553 | | | | |
| | TOTALE alto input N | 582 | | | | |

Costi ad ettaro degli input di coltivazione del frumento rilevati in primavera 2013

Non sono stati conteggiati i costi relativi alla direzione ed agli interessi in quanto gli agricoltori normalmente non li considerano nelle loro valutazioni economiche.

| | |
|--|------------|
| Direzione amministrazione e spese generali | 50.0 |
| Interessi sul capitale d'anticipazione | 12.0 |
| Prezzo d'uso del capitale fondiario | 150.0 |
| TOTALE | 212 |

Costi generali ad ettaro della coltivazione del frumento

In sintesi i costi di produzione ad ha oscillano fra 1065 € e 1124€ a seconda del livello di fertilizzante azotato apportato.

| | |
|---|-------------|
| Totale costi produzione con basso input di N | 1065 |
| Totale costi produzione con medio input di N | 1094 |
| Totale costi produzione con alto input di N | 1124 |

| | |
|---------------------------------------|--------------|
| Costo equivalente per quintale | |
| per basso N e bassa resa | 27.81 |
| per medio N e media resa | 25.93 |
| per alto N ed alta resa | 25.42 |

Costi di produzione del frumento ad ettaro in tre differenti scenari di input azotati

Considerando le differenti rese registrate rispondenti ai vari livelli crescenti di N distribuito i costi equivalenti di produzione per quintale sono stati rispettivamente di 27.81, 25.93 e 25.42 €.

Le strategie di coltivazione mostrano quindi

In termini economici per il quadriennio considerato l'adozione della dose più elevata di fertilizzante azotato ha consentito quindi la riduzione dei costi equivalenti di produzione.

Aspetti biologici e tecnici della fertilizzazione azotata

Occorre però considerare che in ciascun campo si ha una elevata variabilità vegetazionale e produttiva e la dose di fertilizzante più elevata viene normalmente impiegata per far fronte alle esigenze delle aree dell'appezzamento con maggiore ambizione produttiva. Nelle altre aree con minore esigenza la dose adottata risulta eccessiva e molto spesso anche la dose minima sarebbe eccessiva.

Dalla tabella di seguito, frutto dei rilievi effettuati nelle parcelle sperimentali del progetto, si evince che i parametri di crescita e sviluppo (peso seco, LAI e quantità di azoto contenuto in un m² di vegetazione) rilevati nella fase fenologica di fine accostamento (fine febbraio-marzo) sono correlati ai parametri produttivi finali.

| Date | Parameter | Yield (g/m ²) | PC (g/m ²) | PC (mg/g) |
|------|------------------------|---------------------------|------------------------|-----------|
| GS30 | DW (g/m ²) | 0.689 | 0.420 | -0.513 |
| | LAI | 0.749 | 0.577 | -0.365 |
| | N (mg/g) | 0.080 | 0.451 | 0.636 |
| | N (g/m ²) | 0.734 | 0.580 | -0.323 |
| GS65 | DW (g/m ²) | 0.524 | 0.412 | -0.295 |
| | LAI | 0.477 | 0.432 | -0.155 |
| | N (mg/g) | 0.017 | 0.121 | 0.173 |
| | N (g/m ²) | 0.482 | 0.455 | -0.146 |

PC, protein content; DW, dry weight; LAI, leaf area index; N, nitrogen.

Statistical significance: $P \leq 0.05$ for $r \geq 0.4555$, $P \leq 0.01$ for $r \geq 0.571$, $P \leq 0.001$ for $r \geq 0.6932$.

Relazione fra indicatori di crescita e di produttività nelle fasi di inizio levata e di antesi

Tale informazione confuta la necessità di sostenere la produzione con livelli d'azoto proporzionali alle aspettative delle future necessità della pianta.

In questo quadro conoscitivo si inserisce il **modello di fertilizzazione sito specifica**.

Il primo passo necessario per adottare tale tecnica è quello di discriminare le aree con differente rigoglio vegetazionale prima della seconda fertilizzazione di copertura.

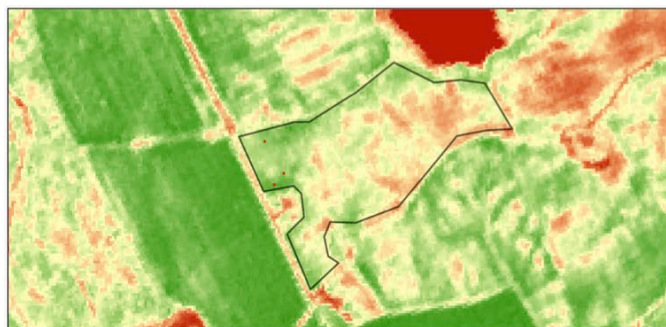
Per svolgere questa attività si è ricorsi al telerilevamento, operando con indici vegetazionali calcolati su immagini acquisite con il satellite Rapid Eye su ordinazione. Gli

indici telerilevati sono stati messi in relazione con indicatori vegetazionali rilevati direttamente sulla coltura (peso secco, LAI, azoto presente sulla biomassa verde) nelle due fasi fenologiche di fine accestimento (GS30) e levata (GS65). L'indice vegetazionale migliore, per il monitoraggio remoto della coltura, è risultato l'NDVI-RE, che ha mostrato le migliori performance alla prima data, mostrando correlazione positiva anche con la resa finale (Yield) e il contenuto proteico della granella (CP).

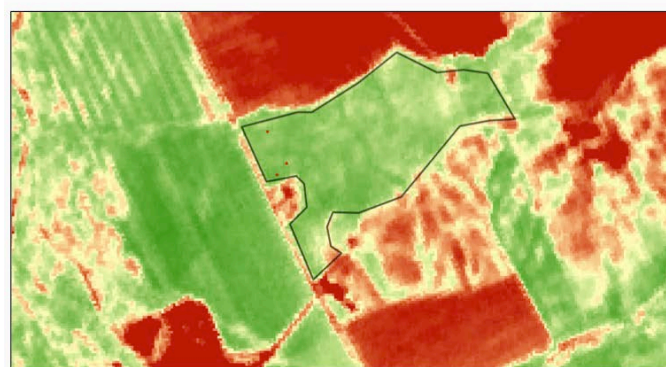
| | Date | Index | SS (g/m ²) | LAI (m ² /m ²) | N (g/m ²) | Yield (g/m ²) | CP g/m ² |
|---------------|------|----------------|---------------------------|--|--------------------------|------------------------------|------------------------|
| LEVATA | | NDVI | 0.806 | 0.848 | 0.839 | 0.681 | 0.516 |
| | DC30 | NDVI RE | 0.906 | 0.942 | 0.935 | 0.767 | 0.598 |
| | | OSAVI | 0.807 | 0.848 | 0.840 | 0.681 | 0.516 |
| ANTESI | | NDVI | -0.001 | 0.417 | 0.145 | 0.385 | 0.327 |
| | DC65 | NDVI RE | 0.008 | 0.330 | 0.135 | 0.293 | 0.314 |
| | | OSAVI | -0.001 | 0.417 | 0.145 | 0.385 | 0.327 |

Relazione fra indicatori di crescita e di produttività nelle fasi di inizio levata e di antesi

Alla seconda data la capacità descrittiva della variabilità di campo viene completamente persa. Questo fenomeno è determinato dall'effetto saturazione degli indici, infatti fino a valori di sostanza secca per m² di 300-400 g e di LAI di circa 3 l'indice tele rilevato riesce a distinguere le differenze fra le varie aree con differente



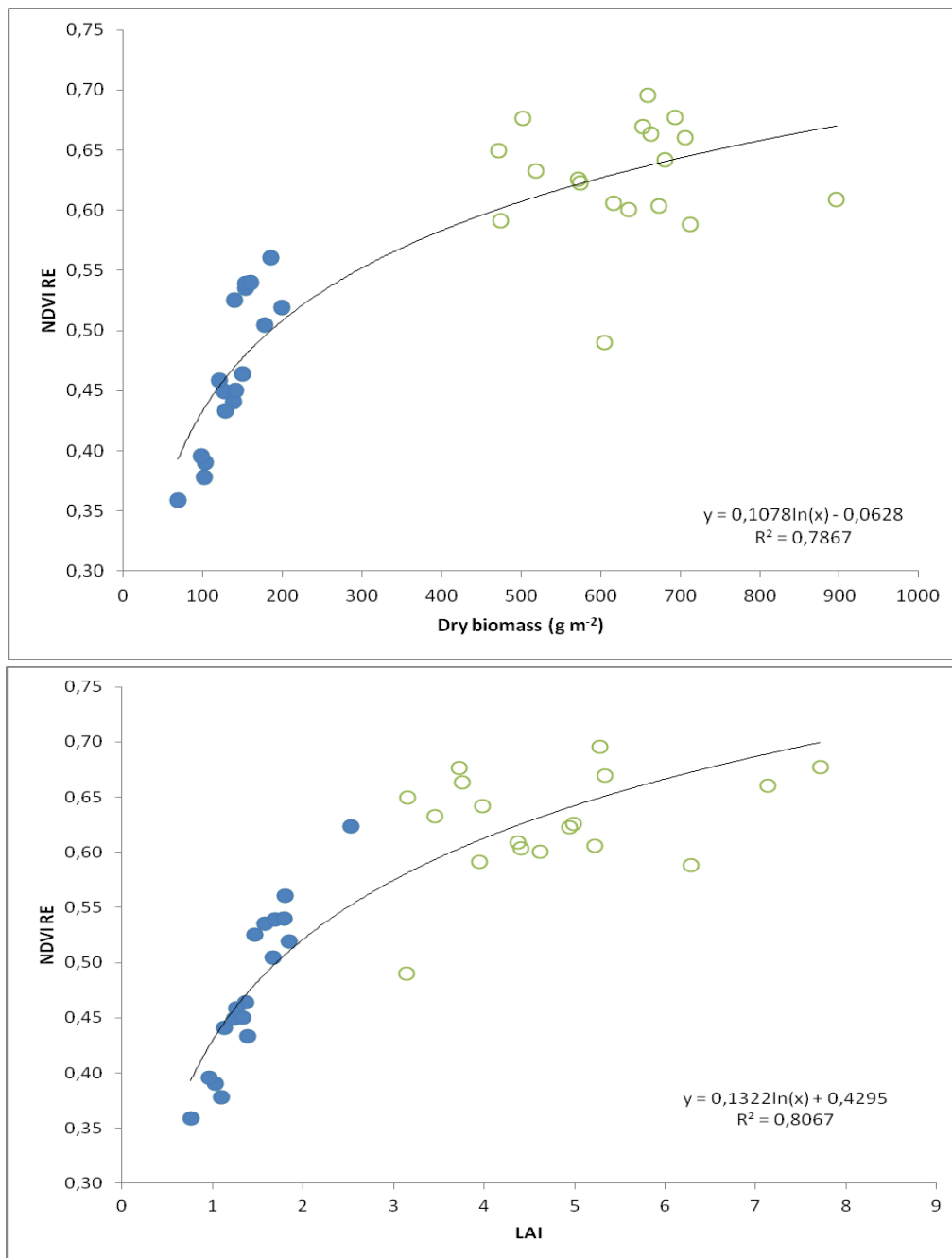
NDVI Aprile 2012
Rappuoli



NDVI Maggio 2012
Rappuoli

rigoglio, mentre al di sopra la risposta radiometrica della coltura si uniforma.

Mappe di NDVI di una parcella sperimentale nelle fasi di inizio levata e di antesi



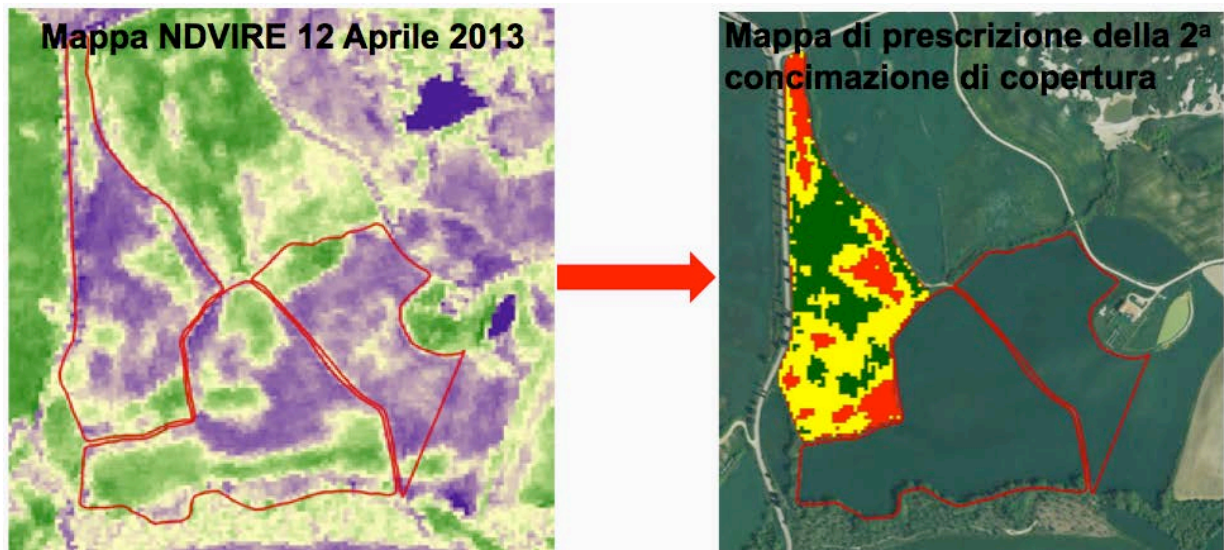
Relazione fra NDVI_RE con la sostanza secca e con il LAI nelle fasi di inizio levata ed antesi

L'immagine satellitare acquisita nella fase di fine accostamento - inizio levata (fine marzo- inizio aprile) può quindi essere utilizzata per produrre mappe di prescrizione della seconda concimazione di copertura.

Dal punto di vista scientifico è, infatti, idonea a descrivere la variabilità di campo ed è associabile alle aspettative di resa finale, mentre dal punto di vista operativo in tutti i casi in cui si è effettuato l'ordine di acquisizione non sono mai passati più di 8 giorni per la fornitura dell'output. Il tempo d'attesa è stato condizionato, in tutti i casi, dalla

trasparenza dell'atmosfera, che nel periodo di marzo può creare problemi, mentre tecnologicamente l'elevata frequenza di rivisitazione del satellite consente l'acquisizione una volta al giorno.

La mappa per motivi di semplicità operativa viene quindi reclassata, suddividendola in tre categorie vegetazionali. L'impiego di sole tre categorie è dettato dalla necessità di operare la distribuzione del concime su aree di campo con superfici minime adeguate alle caratteristiche dello spandiconcime che può distribuire in maniera differenziale sui due lati e che ha una gittata media di circa 9 metri.



Passaggio dalla mappa di NDVI-RE alla mappa di prescrizione della concimazione azotata

Determinazione della dose di fertilizzante azotato

La **dose di fertilizzante media può quindi essere ridotta** entro un range che oscilla fra quella minima (136 kg/ha) e quella media (160 kg/ha) adottate nelle prove sperimentali, senza riduzione della resa. L'efficienza d'uso del fertilizzante viene aumentata in quanto le differenti aree hanno apporti differenziati, ma elevati rispetto ai differenti obiettivi produttivi.

La variazione di azoto somministrato oscilla entro l'intervallo minimo e medio delle dosi adottate sperimentalmente in funzione del peculiare andamento di ogni specifico anno. La produzione elevata di 4420 kg/ha è infatti il risultato di una media di quattro campagne cerealicole (2010-2013) con produzioni molto differenti, oscillanti da 5249 kg/ha del raccolto 2012 a 2288 kg/ha del raccolto 2013. In particolare nel 2013 le parcelle sperimentali con basso quantitativo di fertilizzante hanno avuto una produttività maggiore (2938 kg/ha) di quelle con alta dose di fertilizzante (2288 kg/ha), a causa dell'andamento meteorologico sfavorevole che ha reso eccessiva anche la dose di azoto minima.

Si ha quindi che la dose di fertilizzante che ciascun anno adottiamo è funzione dello stato di salute della coltura e delle previsioni di resa, questa dose media viene poi variata all'interno del campo in funzione della variabilità della vegetazione.

In molti studi di fertilizzazioni sito specifiche proposti la distribuzione variabile viene effettuata sulla base della mappa di resa dell'anno precedente, calcolando le asportazioni occorse. La tecnica non tiene però conto delle differenti situazioni che possono crearsi di anno in anno nelle stesse aree del campo. Per fare un esempio un fondovalle soggetto a ristagno idrico può avere rese molto basse in seguito ad un inverno molto piovoso e avere rese molto alte l'anno successivo in seguito ad un inverno siccitoso. Il monitoraggio vegetazionale remoto ovvia a tale inconveniente in quanto descrive la situazione peculiare del luogo e del momento specifico.

Ricadute economiche nell'area d'intervento

Considerando i 1900 ha di area di coltivazione dedicata alla Pasta dei Coltivatori Toscani e una diminuzione degli apporti di azoto da 183 kg/ha a 136-160 kg/ha, senza variazione di resa, possiamo valutare il **contributo economico apportato dal progetto in un valore oscillante fra 55'575 € e 111'150 €.**

Le superfici coltivate a frumento, avena ed orzo coltivati in toscana, secondo le statistiche delle superfici dichiarate ad ARTEA per la Domanda Unica 2007 risultano essere di 166'708. **Ipotizzando l'estensione del modello proposto a metà delle superfici sopra indicate possiamo stimare il risparmio come oscillante fra circa 2'438'000 € e 4'876'000 €.**

Ricadute ambientali nell'area d'intervento

I calcoli dei bilanci ambientali sono stati effettuati partendo dalla raccolta dei dati nelle tre aziende partner e considerando i tre scenari legati ai tre differenti livelli di azoto impiegati per i campi sperimentali e le tre differenti rese derivanti.

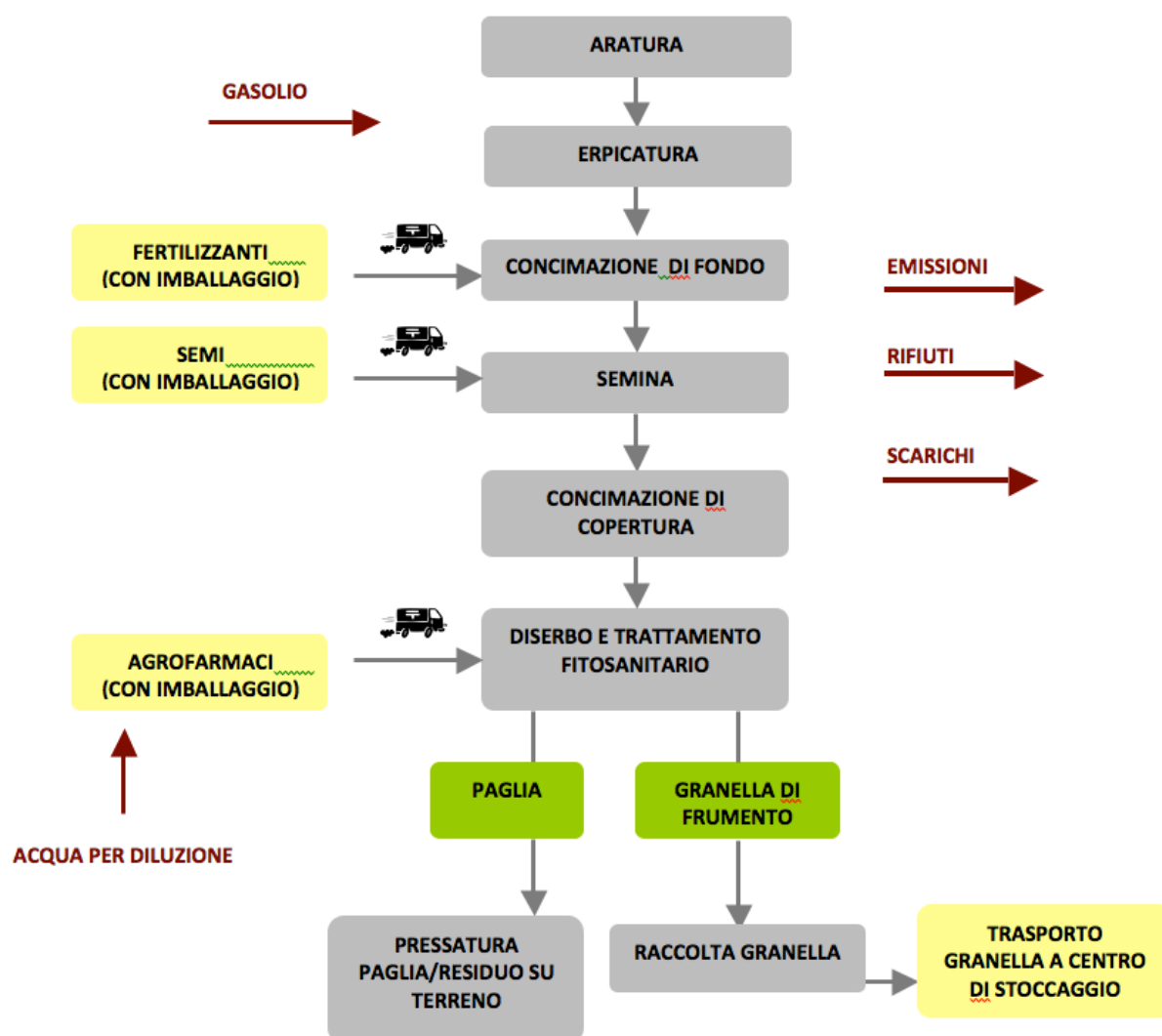


Diagramma di flusso, confini del sistema e schema input/output del ciclo di vita della coltivazione del frumento

Gli impatti sul riscaldamento globale e sul consumo di acqua sono stati calcolati attraverso le metodologie proposte per il water footprint (WFP) ed il carbon footprint (CFP) dal programma SimaPro®. I calcoli sono stati effettuati per l'unità funzionale equivalente ad 1 kg di frumento.

| | | Basso N | Medio N | Alto N |
|-----|----------------------|---------|---------|--------|
| CFP | kg CO _{2eq} | 0.449 | 0.468 | 0.506 |
| WFP | litri | 276.8 | 279.1 | 288.2 |

Potenziali impatti ambientali della coltivazione e della raccolta di frumento, per 1kg di granella, nei tre differenti scenari di fertilizzazione azotata

Dai risultati si nota come gli impatti siano correlati positivamente alla maggiore quantità di concime distribuito, gli impatti maggiori sono infatti quelli dello scenario con concimazione ad alto contenuto di N. Si calcola che, passando dallo scenario a basso contenuto di N a quello ad alto contenuto di N, con un incremento della resa del 15% e dell'azoto del 51%, si ha un aumento degli impatti pari a 13% per il riscaldamento globale e 4% per il consumo di acqua.

L'aumento della resa non compensa l'aumento della dose di azoto, nonostante il resto dei costi ambientali fissi (lavorazione ed input di coltivazione) resti fisso. Questo perché i fertilizzanti azotati hanno un grandissimo impatto sul global warming, in quanto direttamente correlati con la produzione di protossido d'azoto (NO₂), un gas serra 296 volte più climalterante dell'anidride carbonica. Per quanto riguarda l'acqua, l'azoto esercita un forte impatto attraverso l'incremento di concentrazione di nitrati, nei bilanci idrici svolti secondo la metodologia water footprint si considera anche l'"acqua grigia" ossia la quota di acqua necessaria a riportare i valori di inquinanti diluiti ai valori entro i limiti di legge.

Ricadute ambientali nell'ambito del progetto APPCoT

Per calcolare la ricaduta ambientale nell'intera area di 1900 ha coinvolta dalla coltivazione di frumento per il progetto occorre ipotizzare l'estensione delle tecniche di fertilizzazione sito specifica a tutte le aziende, che la produzione media si confermi di 4420 kg/ha in seguito all'utilizzo delle dosi di fertilizzante azotato medio-basse.

In tale situazione **il risparmio di CO₂ equivalente è compreso fra 319'124 e 478'686 kg e la quantità di acqua fra 76'590 e 95'400 tonnellate**

| | | Risparmio minimo | Risparmio massimo |
|-----|----------------------|------------------|-------------------|
| CFP | kg CO _{2eq} | 319124 | 478686 |
| WFP | litri | 76589760 | 95401280 |

Potenziali impatti ambientali della coltivazione e della raccolta di frumento, per 1kg di granella, nei due differenti scenari di risparmio minimo e massimo, per l'intera area coltivata nell'ambito del progetto APPCoT

Ricadute ambientali nell'ipotetico ambito toscano

Per calcolare la ricaduta ambientale nell'intera toscana possiamo ipotizzare di estendere le tecniche proposte a metà delle superfici coltivate a cereali autunno vernini, che dal censimento ARTEA della Domanda Unica 2007 risultano essere di 166'708 ha. Impiegando la produzione media della Val d'Orcia a tutto il territorio considerando con l'utilizzo delle stesse dosi di fertilizzante azotato medio-basse.

In tale situazione **il risparmio di CO₂ equivalente è compreso fra 14'000 e 21'000 tonnellate e la quantità di acqua fra 3'360'033 e 4'185'304 tonnellate**

| | | Risparmio minimo | Risparmio massimo |
|-----|----------------------|------------------|-------------------|
| CFP | kg CO _{2eq} | 14000138 | 21000207 |
| WFP | litri | 3360033082 | 4185304365 |

Potenziati impatti ambientali della coltivazione e della raccolta di frumento, per 1kg di granella, nei due differenti scenari di risparmio minimo e massimo, per l'intera area coltivata nell'ambito di metà dell'area coltivata a cereali autunno vernini in toscana

Malattie e modalità

Il telerilevamento è stato già impiegato per mettere a punto le strategie di difesa del grano rispetto alla **septoriosi** (*Septoria tritici*),

I sintomi iniziali sono piccole macchie gialle sulle foglie che spesso diventano marrone chiaro con il tempo possono estendersi alle resti. Le lesioni sono irregolari e di forma ellittica, lunga o stretta. La bibliografia mette in evidenza che la severità dell'infezione è associata con una diminuzione dell'indice di vegetazione NDVI e ad un aumento della temperatura della superficie fogliare. Lo sviluppo di un agente patogeno su una coltura modifica, quindi, le proprietà radiative della copertura vegetale.

Le espressioni radiometriche della patologia sono legate ai molteplici stress ai quali è sottoposta la coltura e possono essere divise in due principali gruppi:

- una modifica del rapporto pianta-acqua,
- l'espressione di sintomi di senescenza.

A questi si aggiungono cambiamenti morfologici come la presenza di zone necrotiche sulla foglia, la modifica della copertura vegetale dovuti al cambiamento dell'angolo d'inclinazione delle foglie, l'abscissione prematura delle foglie più basse, un'altezza inferiore o densità delle piante minore.

Per queste ragioni, il telerilevamento è uno strumento rilevante nella valutazione delle malattie delle piante.

Il telerilevamento è stato messo in rapporto anche alla **verticillosi** del mais (*Fusarium verticillioides*) impiegando immagini iperspettrali sulle bande del vicino infrarosso (NIR).
Nell'ambito

Negli anni delle prove nei campi sperimentali non si sono registrate infezioni abbastanza severe e diffuse da essere discriminate nelle immagini satellitari acquisite.

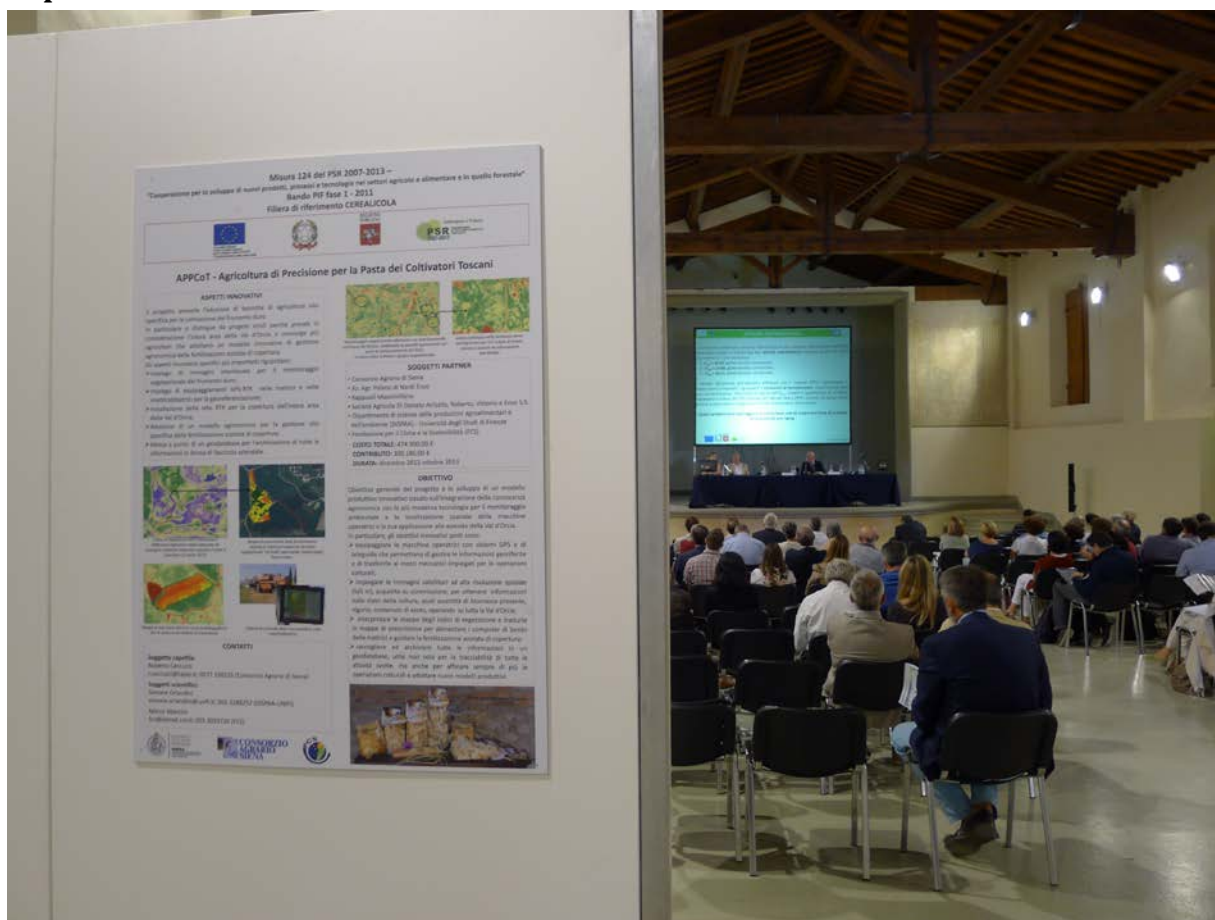
L'interesse per tale tecnica ha portato a proseguire le analisi anche per la campagna cerealicola 2013-2014, ma sempre senza riscontro di infezioni significative nell'area interessata dalle immagini tele rilevare.

Per quanto riguarda l'aspetto della distribuzione dei fitofarmaci e diserbanti i sistemi di precisione impiegati hanno migliorato l'operatività delle aziende. In particolare i sistemi di teleguida e posizionamento consentono la distribuzione senza sovrapposizioni delle applicazioni. Si è inoltre aperta la possibilità di operare anche in situazioni di scarsa visibilità. Questo aspetto è particolarmente apprezzato dagli agricoltori in quanto spesso in primavera si eseguono operazioni tempestive in finestre temporali ristrette a causa delle condizioni meteorologiche. La possibilità di completare i trattamenti dopo il tramonto consente spesso la possibilità stessa di effettuarli nei momenti più idonei del ciclo colturale.

L'entità economica di questi aspetti è difficilmente valutabile in quanto non esistono dati di riferimento in merito.

Attività divulgative (previste nel progetto)

Expo rurale



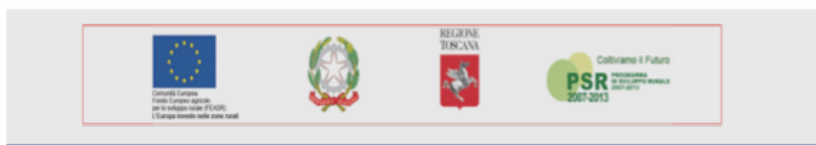
In allegato si trova la presentazione del progetto nell'ambito di Expo rurale.

Visita studenti agronomia

In data 22 ottobre 2013, si è tenuta una esercitazione con gli studenti del corso di Agronomia generale – anno accademico 2013/2014, nell'ambito della quale gran parte del tempo è stato destinato alla visita dell'Az. Agricola Palazzi di Enzo Nardi partecipante al progetto APPcOT con specifico riferimento alle sperimentazioni del progetto.

In allegato inoltriamo la lettera di convocazione dell'esercitazione e i relativi nominativi degli studenti.

Prove di campo



Progetto APPCoT
Agricoltura di Precisione per la Pasta dei Coltivatori Toscani

Prove di fertilizzazione sito specifica

venerdì 11 aprile 2014, alle ore 14:00
presso l'Azienda Agricola Nardi Enzo, Pod. Il Piano, 114 PIENZA,
alle ore 14:00

si svolgeranno le prove di fertilizzazione azotata di precisione su
frumento duro

durante le prove saranno illustrate le tecniche di preparazione
delle mappe di prescrizione ed i principi che guidano le
fertilizzazioni mirate

Coordinate Google Maps 42°59'30.4"N 11°45'44.8"E

CONTATTI

Marco Mancini (DISPAA-UNIFI)
marco.mancini@unifi.it; 335 1025448

Roberto Ceccuzzi (Consorzio Agrario di Siena)
r.ceccuzzi@capsi.it; 335 452369

In caso di condizioni
meteorologiche avverse le prove
saranno rimandate.

Si prega di consultare il sito web
www.climaesostenibilita.it per
avere informazioni aggiornate.



Misura 124 del PSR 2007-2013

"Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie nei settori
agricolo e alimentare e in quello forestale"

Bando PIF fase 1 - 2011

Filiera di riferimento CEREALICOLA

