

FORUM

Agricoltura, Ambiente e salute: le sfide della ricerca per garantire produzione, qualità e proprietà salutistiche degli alimenti



Strategie colturali innovative per coniugare sostenibilità ed efficienza produttiva

Michele Rinaldi

CRA-Centro di Ricerca per la Cerealicoltura, Foggia

Focus principale sulla produttività

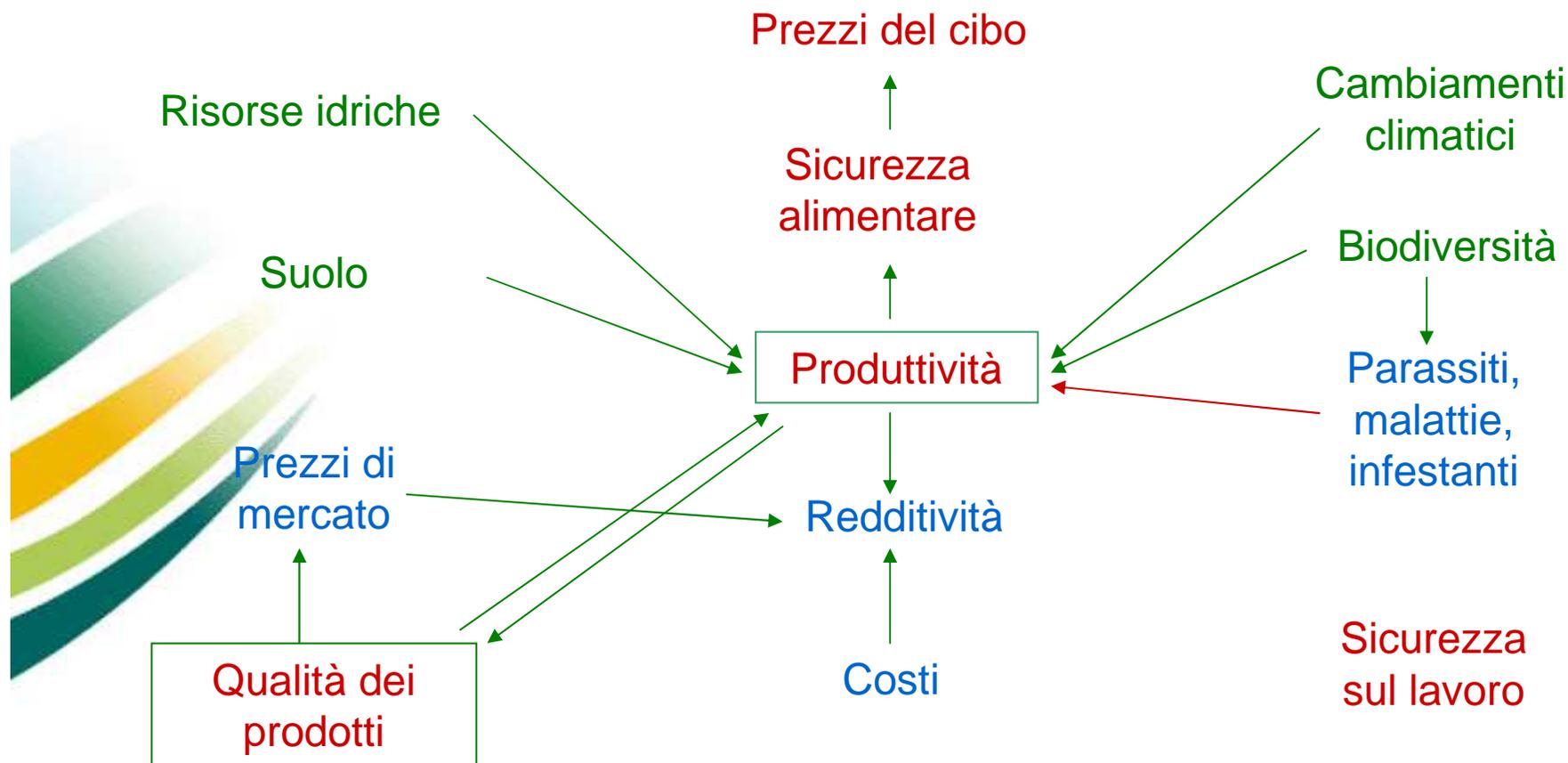
- Miglioramento Genetico
- Irrigazione
- Fertilizzanti chimici
- Pesticidi chimici



- Serie conseguenze ambientali (biodiversità, eutrofizzazione, emissione di GHG,..)
- Impoverimento delle risorse naturali (consumo di suolo, impoverimento degli acquiferi, dei giacimenti minerali,..)
- Sicurezza alimentare a rischio (food safety)



La grande sfida per la produzione globale alimentare



Sostenibilità: Persone, Profitto e Pianeta

Verso una nuova Rivoluzione Verde

Focus su produttività + sostenibilità e qualità dei prodotti !!!

1. Miglioramento genetico per Produttività, Resistenza e Qualità
2. Sistemi Colturali Resilienti
3. Gestione Integrata di Suolo & Nutrienti
4. Gestione Integrata dell'Acqua
5. Gestione Integrata di Patogeni e Malattie

Miglioramento genetico

- Migliorare l'assorbimento di acqua e nutrienti
- Selezionare per caratteri qualitativi, salutistici e funzionali
- Selezione di resistenza contro stress biotici (malattie, parassiti, nematodi) (resistenza orizzontale vs. verticale)
- Resistenza contro stress abiotici (siccità, salinità, ozono, ...)
- Migliorare il sistema di difesa delle piante (Resistenza Sistemica Indotta e Acquisita (ISR e SAR), endofiti)
- Migliorare l'interazione con microrganismi utili (rizobatteri promotori di crescita, antagonisti di malattie, endofiti) e agenti invertebrati di biocontrollo

Sistemi Colturali Resilienti

Differenziare

- Nello **spazio**:
 - Al livello di **campo**: coltivazione di multilinee, consociazione, colture legnose, ...
 - A livello di **paesaggio**: agro-biodiversità funzionale, aree con focus ecologico, ...
- Nel **tempo**: **avvicendamenti colturali**



- Nutrient Use Efficiency (NUE): applicazione precisa (nello spazio e nel tempo), biostimolanti e biofertilizzanti, ...
- Fonti organiche di nutrienti: materiali organici, letame, rotazioni con leguminose, periodi di maggese, batteri fissatori dell'N, ...
- Prevenire l'erosione del suolo: colture di copertura, agricoltura conservativa, fasce di rispetto
- Possibilità di sequestro di CO₂

- Water Use Efficiency (WUE) (quantità, qualità, metodi irrigui)
- Stress idrico controllato per migliorare la qualità di alcune produzioni
- Capacità di trattenuta idrica del suolo (sostanza organica)
- Miglioramento genetico per la resistenza allo stress idrico e per un migliore assorbimento idrico



Per garantire un migliore **equilibrio vegeto-produttivo** della coltura si può agire sulla corretta somministrazione dei nutrienti e dell'acqua necessaria per rendere disponibili tali nutrienti alla pianta (piano di fertilizzazione e programma agro-irriguo idoneo)

Per agire sulla **qualità** si può intervenire:

- con strategie irrigue che possono migliorare le caratteristiche organolettiche del prodotto
- con una corretta somministrazione dei nutrienti, modulati secondo le esigenze colturali
- con un uso più razionale dei fitofarmaci (p. es., con trattamenti anticrittogamici eseguiti solo al verificarsi delle condizioni di possibili infezioni)

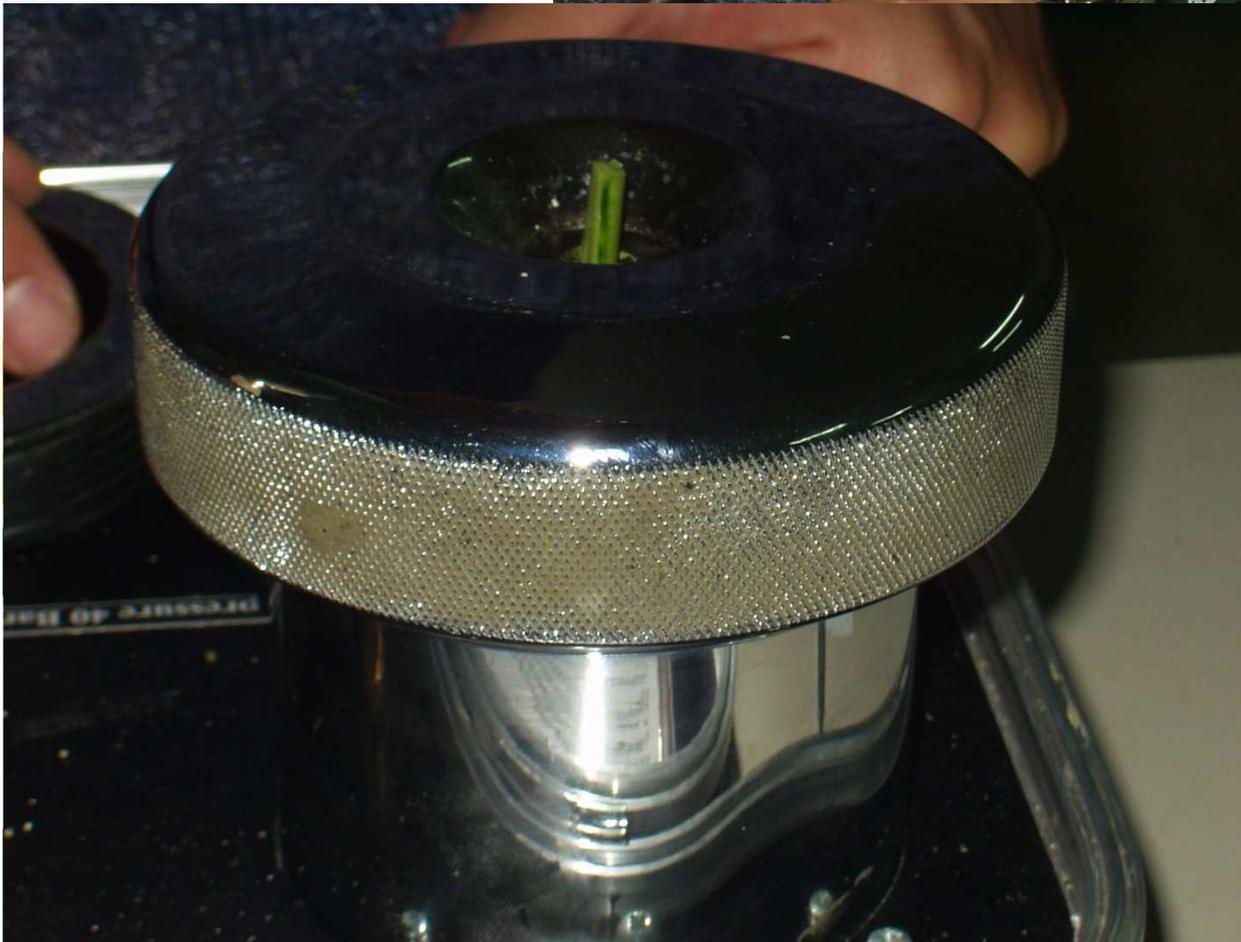


L'IRRIGAZIONE E' IL MEZZO TECNICO CHE INFLUENZA MAGGIORMENTE QUANTITA' E QUALITA' DELLE PRODUZIONI AGRICOLE

(in ambiente Mediterraneo)

- definizione dei consumi idrici ottimali (da un punto di vista agronomico) nelle diverse fasi del ciclo
- es. colture orto-frutticole con leggeri stress idrici durante la maturazione ⇒ aumento della serbevolezza e delle caratteristiche organolettiche e nutrizionali (zuccheri, vitamine,...)
- porre attenzione alla qualità chimica e batteriologica dell'acqua (es. acque salmastre per l'irrigazione di alcune ortaggi ne migliorano la sapidità; rischio di contaminazione)







Barbabietola a semina invernale Consumi idrici 2003

Soglia di intervento (Ψ)	Δ Umidità suolo semina-raccolta (mm)	Pioggia (mm)	Irrigazione (mm)	Water use (ET_c , mm)	Numero di irrigazioni (alla semina-emergenza + durante il ciclo)
<i>A = -0,20 MPa</i>	73	405	333	820	1 + 7
<i>B = -0,35 MPa</i>	81	405	385	880	1 + 4
<i>C = -0,50 MPa</i>	81	405	192	687	1 + 1
<i>D = -0,65 MPa</i>	98	405	10	512	1 + 0

Barbabetola a semina invernale Produzione 2003

Soglia di intervento (Ψ)	Produzione in radici scollettate ($t\ ha^{-1}$)	Sostanza secca totale ($t\ ha^{-1}$)	Contenuto in saccarosio (%)	Produzione in saccarosio ($t\ ha^{-1}$)
<i>A = -0,20 MPa</i>	59,37 ($\pm 4,29$) A	20,52 ($\pm 3,05$) A	10,36 ($\pm 0,83$) B	7,56 ($\pm 1,40$) AB
<i>B = -0,35 MPa</i>	61,08 ($\pm 3,02$) A	17,03 ($\pm 1,85$) B	11,92 ($\pm 0,32$) B	8,33 ($\pm 0,85$) A
<i>C = -0,50 MPa</i>	57,18 ($\pm 2,02$) A	16,43 ($\pm 0,99$) B	15,15 ($\pm 0,80$) A	6,90 ($\pm 1,32$) AB
<i>D = -0,65 MPa</i>	45,47 ($\pm 8,69$) B	13,75 ($\pm 2,46$) C	15,35 ($\pm 1,98$) A	6,58 ($\pm 0,93$) BC

Barbabietola a semina invernale Consumi idrici 2004

Soglia di intervento (Ψ)	Δ Umidità suolo semina-raccolta (mm)	Pioggia (mm)	Irrigazione (mm)	Water use (ET_c , mm)	Numero di irrigazioni (alla semina-emergenza + durante il ciclo)
<i>A = -0,20 MPa</i>	-2	473	265	736	3 + 3
<i>B = -0,35 MPa</i>	7	473	254	735	3 + 2
<i>C = -0,50 MPa</i>	3	473	206	682	3 + 1
<i>D = -0,65 MPa</i>	-2	473	206	677	3 + 1

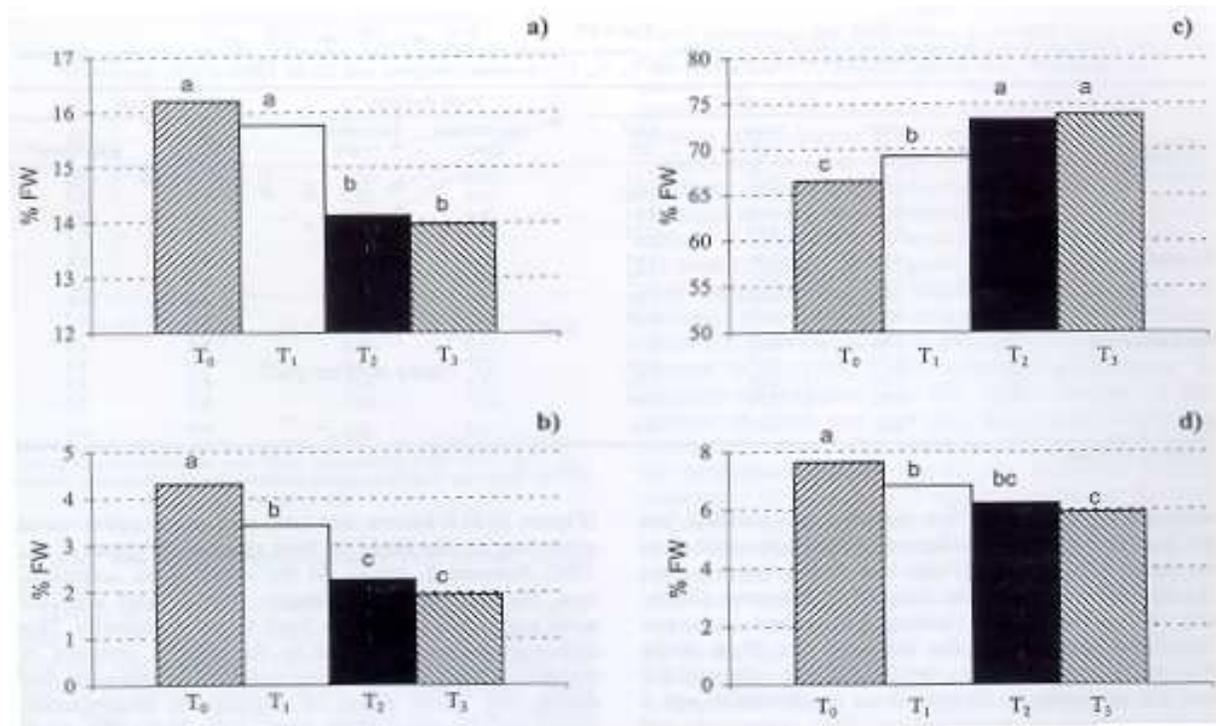
Barbabetola a semina invernale Produzione 2004

Soglia di intervento (Ψ)	Produzione in radici scollettate ($t\ ha^{-1}$)	Sostanza secca totale ($t\ ha^{-1}$)	Contenuto in saccarosio (%)	Produzione in saccarosio ($t\ ha^{-1}$)
<i>A = -0,20 MPa</i>	55,42 ($\pm 3,38$)	20,63 ($\pm 1,10$) A	12,37 ($\pm 1,19$) B	6,89 ($\pm 1,07$) B
<i>B = -0,35 MPa</i>	50,77 ($\pm 5,78$)	17,50 ($\pm 2,18$) B	12,94 ($\pm 0,98$) AB	6,56 ($\pm 0,83$) B
<i>C = -0,50 MPa</i>	56,57 ($\pm 2,08$)	20,57 ($\pm 0,94$) A	14,68 ($\pm 1,09$) A	8,29 ($\pm 0,46$) A
<i>D = -0,65 MPa</i>	53,43 ($\pm 2,69$)	19,73 ($\pm 1,82$) AB	13,91 ($\pm 0,83$) AB	7,41 ($\pm 0,08$) AB

Risposta dell'olivo all'irrigazione

Acido
Palmitico

Acido
Linolenico



Acido
Oleico

Acido
Linoleico

Da Patumi et al., 1999

Incrementare la Water Use Efficiency

$$\text{WUE} = \frac{\text{Sostanza secca Totale (kg)}}{\text{Consumo Idrico Totale (m}^3\text{)}}$$



Quanto, quando e come irrigare?

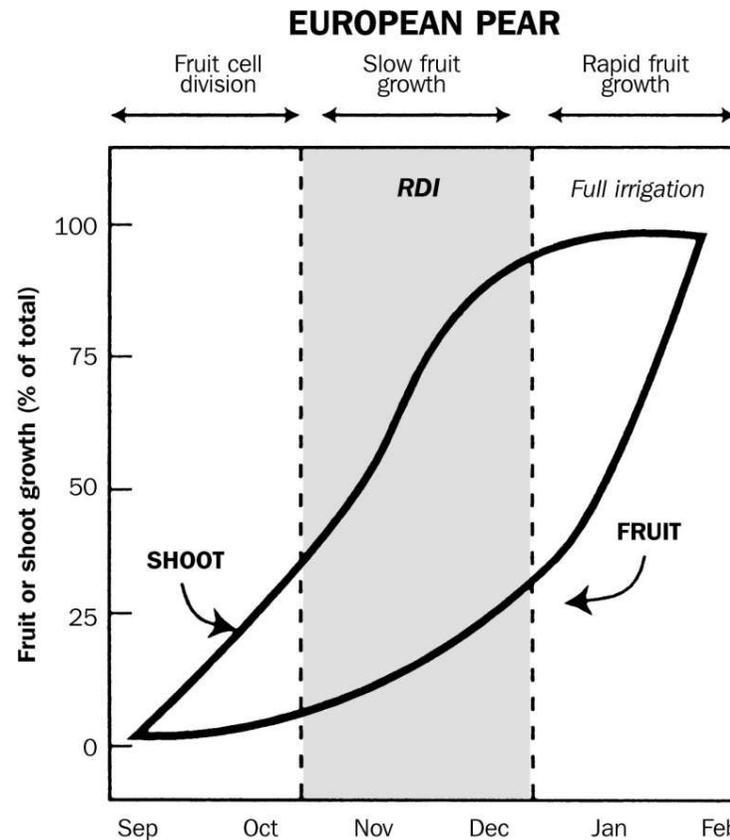


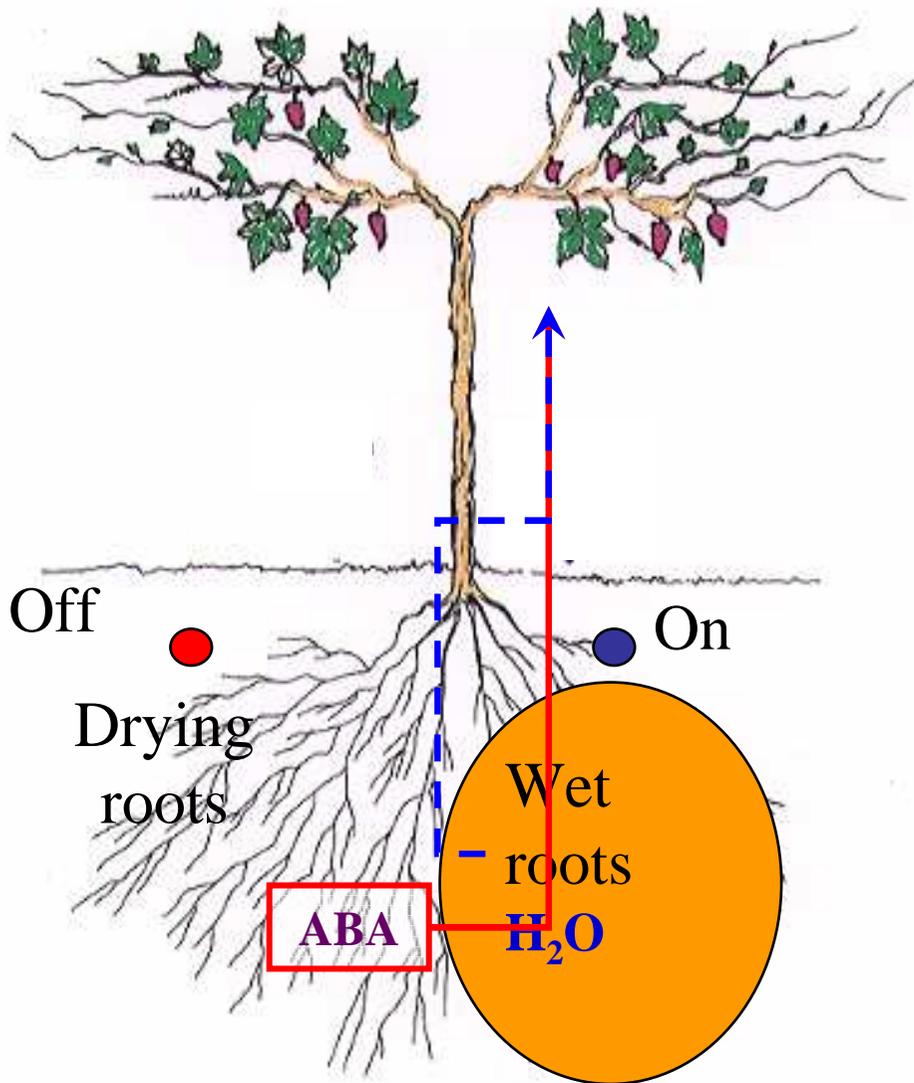
- **Scelta del sistema colturale in funzione delle disponibilità idriche**
- **Scelta del criterio di intervento irriguo e dimensionamento delle variabili irrigue**
- **Scelta del metodo irriguo**
- **Riduzione delle perdite per evaporazione, drenaggio e ruscellamento**
- **Ottimizzazione della tecnica colturale e controllo dei principali stress biotici ed abiotici**
- **Miglioramento genetico**

Figure 3. The progress of shoot extension and fruit growth on pear trees in the Goulburn Valley in Victoria. Regulated deficit irrigation is applied during the slow fruit growth phase (based on Goodwin and Boland, FAO, 2002).

Strategia irrigua secondo cui la coltura viene prima irrigata, poi stressata e quindi ancora irrigata

Uno stress idrico in specifiche fasi fenologiche serve a contenere la vegetazione, migliorare produzione e la qualità





Strategia irrigua in cui si irriga alternativamente una parte dell'apparato radicale

Durante il processo di disseccamento produzione da parte delle radici di molecole chimiche tra cui l'acido abscissico (ABA)



Gestione Integrata dei nutrienti

Nitrogen Use Efficiency

Effetto sulla qualità

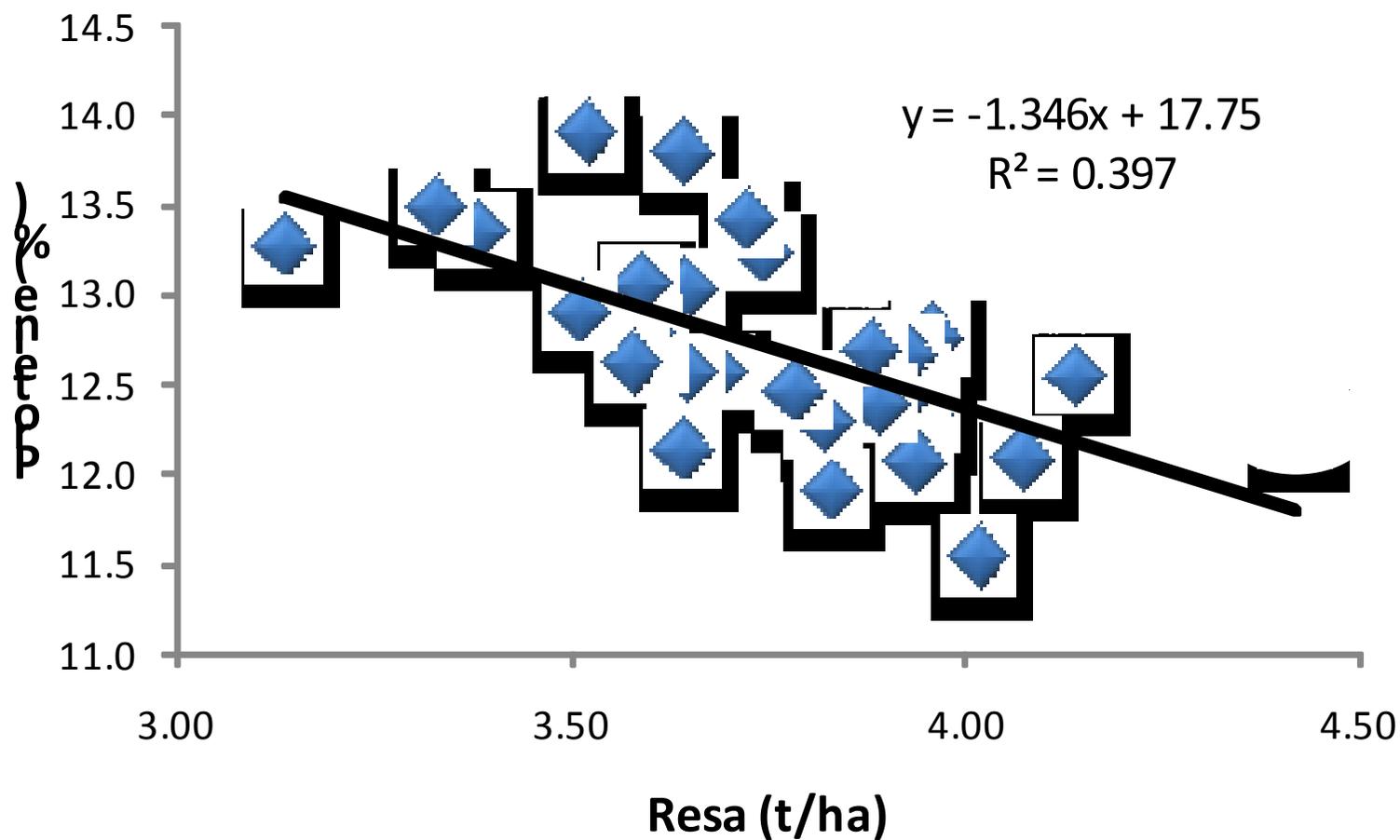
Dose

Momento

Tipo







Risultati della Rete Nazionale frumento duro: Puglia, Molise, Basilicata
 e Campania. *L'Informatore Agrario* 2012

Influenza di alcune variabili ambientali su qualità tecnologica e composizione delle proteine di riserva del **frumento duro**.

Variabili ambientali	Parametri tecnologici e composizione proteica
Concimazione azotata	<p>Aumento del W e diminuzione del P/L alveografico</p> <p>Aumento del contenuto proteico</p> <p>Incremento del contenuto in gliadine e glutenine</p> <p>Incremento del rapporto gliadine/glutenine</p> <p>Variazione del rapporto HMW-GS/LMW-GS</p>
Concimazione solfatica	<p>Riduzione della forza dell'impasto</p> <p>Incremento delle LMW-GS e delle gliadine ricche in zolfo α e γ</p> <p>Decremento del contenuto in HMW-GS ed in ω gliadine</p> <p>Incremento del numero e della distribuzione dei legami disolfuro intermolecolari</p>
Elevata temperatura	<p>Miglioramento delle caratteristiche tecnologiche ($30^{\circ} \leq T \leq 35^{\circ}\text{C}$)</p> <p>Indebolimento della forza e tenacità del glutine ($T > 35^{\circ}\text{C}$)</p> <p>Aumento del tenore proteico</p> <p>Riduzione del rapporto glutenine/gliadine e dei polimeri a più elevato peso molecolare</p>
Carenza idrica	<p>Miglioramento di alcuni indici tecnologici</p> <p>Incremento del tenore proteico</p> <p>Anticipo nel processo di insolubilizzazione dei polimeri proteici</p>

Flagella, 2006. Ital. J. Agron., 1:203-239

Dose



Epoca

2012 DUEMILADODICI 2012						
GENNAIO	FEBBRAIO	MARZO	APRILE	MAGGIO	GIUGNO	
L 2 9 16 23 30	L 6 13 20 27	L 5 12 19 26	L 3 9 16 23 30	L 7 14 21 28	L 4 11 18 25	
M 3 10 17 24 31	M 7 14 21 28	M 6 13 20 27	M 3 10 17 24	M 1 8 15 22 29	M 5 12 19 26	
M 4 11 18 25	M 1 8 15 22 29	M 7 14 21 28	M 4 11 18 25	M 2 9 16 23 30	M 6 13 20 27	
G 5 12 19 26	G 2 9 16 23	G 1 8 15 22 29	G 5 12 19 26	G 3 10 17 24 31	G 7 14 21 28	
V 6 13 20 27	V 3 10 17 24	V 2 9 16 23 30	V 6 13 20 27	V 4 11 18 25	V 1 8 15 22 29	
S 7 14 21 28	S 4 11 18 25	S 3 10 17 24 31	S 7 14 21 28	S 5 12 19 26	S 2 9 16 23 30	
D 1 8 15 22 29	D 5 12 19 26	D 4 11 18 25	D 1 8 15 22 29	D 6 13 20 27	D 3 10 17 24	
LUGLIO	AGOSTO	SETTEMBRE	OTTOBRE	NOVEMBRE	DICEMBRE	
L 2 9 16 23 30	L 6 13 20 27	L 3 10 17 24	L 1 8 15 22 29	L 5 12 19 26	L 3 10 17 24 31	
M 3 10 17 24 31	M 7 14 21 28	M 4 11 18 25	M 2 9 16 23 30	M 6 13 20 27	M 4 11 18 25	
M 4 11 18 25	M 1 8 15 22 29	M 5 12 19 26	M 3 10 17 24 31	M 7 14 21 28	M 5 12 19 26	
G 5 12 19 26	G 2 9 16 23 30	G 6 13 20 27	G 4 11 18 25	G 1 8 15 22 29	G 6 13 20 27	
V 6 13 20 27	V 3 10 17 24 31	V 7 14 21 28	V 5 12 19 26	V 2 9 16 23 30	V 7 14 21 28	
S 7 14 21 28	S 4 11 18 25	S 1 8 15 22 29	S 6 13 20 27	S 3 10 17 24	S 1 8 15 22 29	
D 8 15 22 29	D 6 13 20 27	D 2 9 16 23 30	D 7 14 21 28	D 4 11 18 25	D 2 9 16 23 30	

peppecau.it

Modalità



Tipo /forma di concime



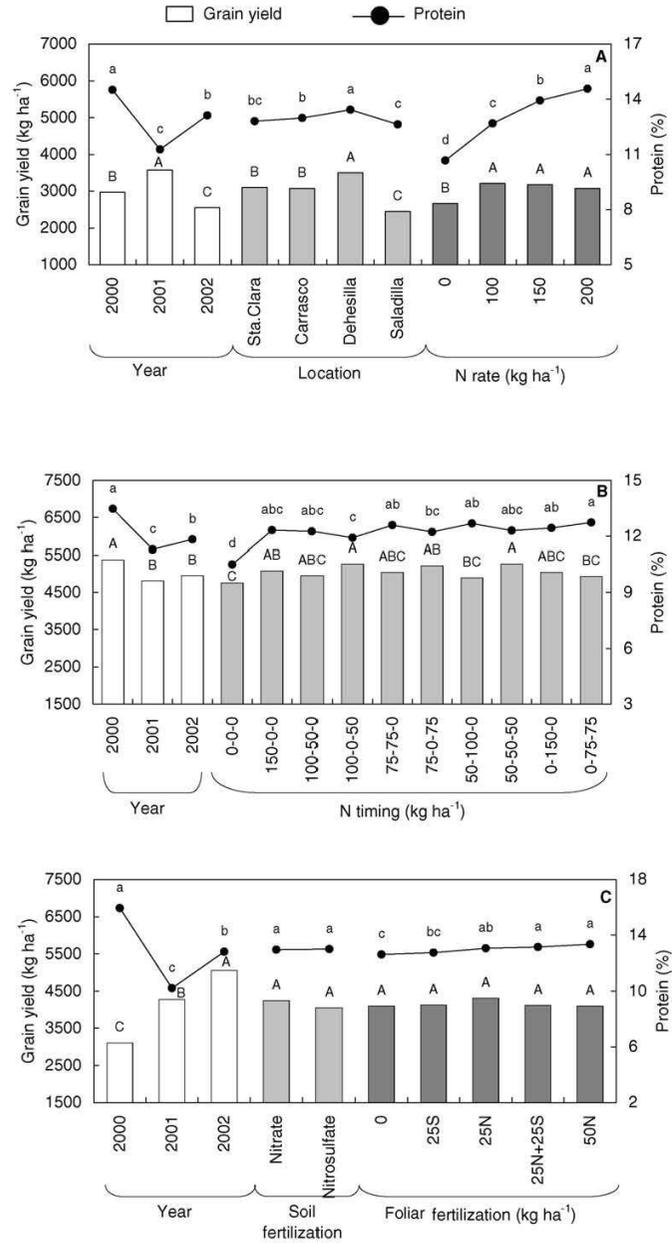
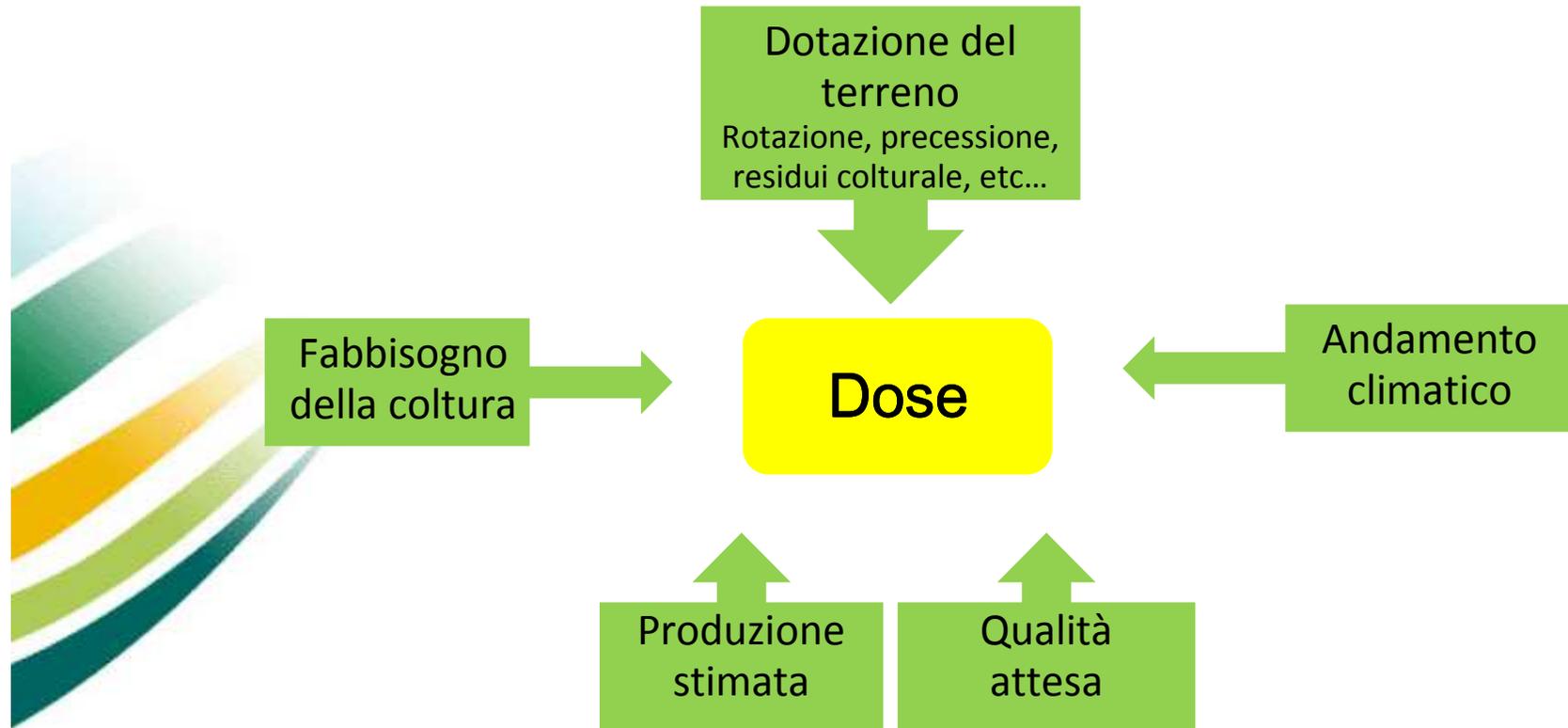


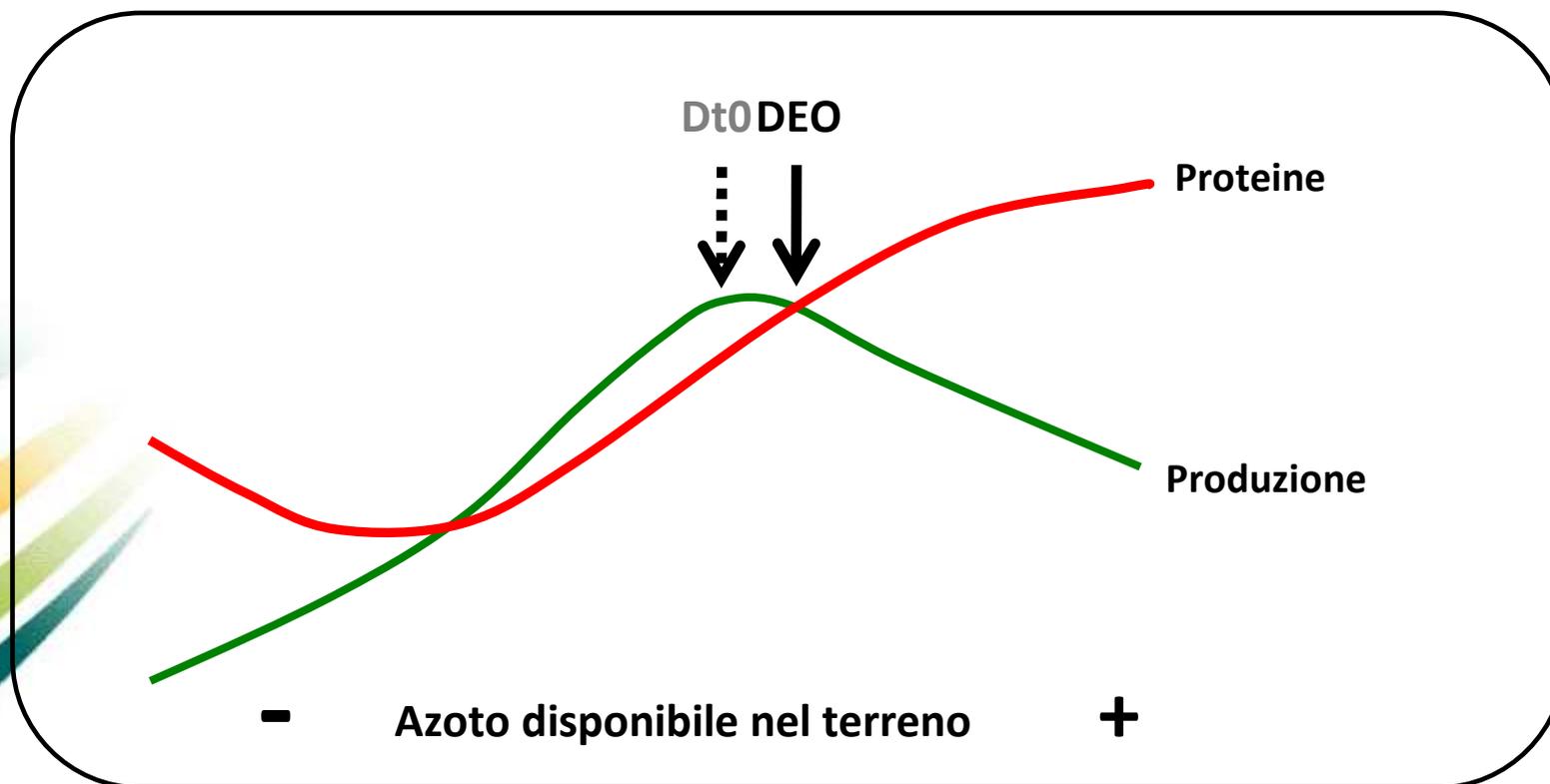
Fig. 2. Durum wheat yield and grain protein content as affected by year, location and N rate, N timing and type of fertilizer in three experiments at Andalusia region, Spain (N timing: sowing–tillering–stem elongation; leaf fertilization: at ear emergence). Between years, locations and within treatment means followed by the same letter are not significantly different at $P < 0.05$ according to L.S.D.

Dose di concime



dei principali elementi nutritivi in funzione della produzione e del contenuto proteico presunta di grano duro

Produzione di granella (q.li/ha)	Contenuto di proteine nella granella (%)				
	11	12	13	14	15
20	54	59	64	71	78
30	80	88	97	106	117
40	107	117	129	142	156
50	134	147	162	177	195
60	161	176	193	213	234
70	188	205	225	248	273

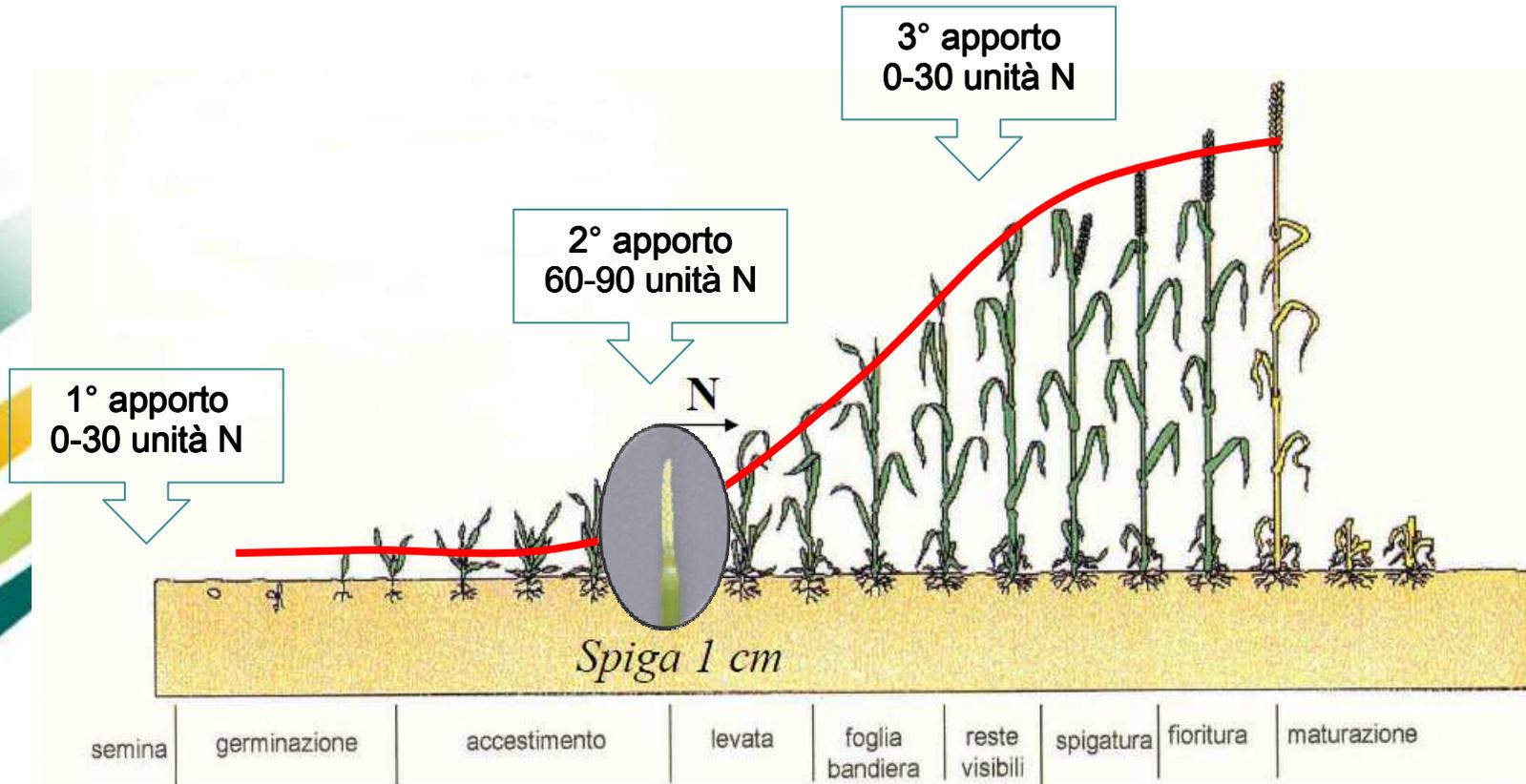


Dt0 = Dose Tecnica Ottimale

DEO = Dose Economica Ottimale

Epoca di somministrazione

Concimazione fogliare



Tipi di concimi azotati

Minerali

Organici

Organo-minerali

A lenta cessione

Semplici
Complessi

Naturali
Sintesi

Propriamente
detti

Inibitori
enzimatici

- La concimazione organica permette di migliorare anche le caratteristiche fisico-chimiche del suolo
- I fertilizzanti a lenta cessione o a rilascio controllato, consentono di limitare il numero di applicazioni ed avere una modulazione della disponibilità dei nutrienti durante il ciclo colturale
- I concimi fogliari permettono alle piante di ricevere gli elementi nutritivi **rapidamente disponibili, in aggiunta all'assorbimento radicale**. Esercitano diverse funzioni positive che si traducono in un miglioramento delle caratteristiche qualitative e merceologiche delle produzioni (*anche microelementi*). E', quindi consigliato nei **momenti più critici del ciclo colturale**.

Gestione Integrata dei nutrienti e dei pesticidi

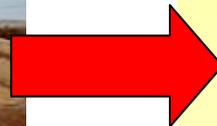
Agricoltura di Precisione e Sito-Specifica

E' l'applicazione di principi e tecnologie per la gestione della variabilità spaziale e temporale dei fattori legati al processo produttivo con lo scopo di migliorare le produzioni e la qualità dell'ambiente.

Pierce and Nowak, 1999

VARIABILITA' SPAZIALE

Campo



crescita



resa



qualità

GESTIONE LOCALIZZATA

ADATTARE

**INPUT
AGRONOMICI**

**CONDIZIONI
AMBIENTALI
LOCALI**

OTTIMIZZARE LA PRODUZIONE COLTURALE





SENSORE DEL FLUSSO

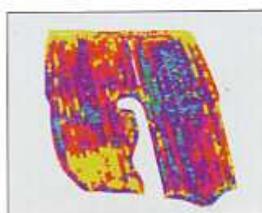
DISPLAY



SENSORE DELL'UMIDITA'



RICEVITORE DGPS



MAPPE DI RESA



MARCATORI



SOFTWARE DI MAPPATURA



PC CARD





Unità elettronica di comando



Ricevitore di posizione



Display e processore mobile



Computer



Connettore attrezzatura trattore CAN-BUS



Motorino dosatore

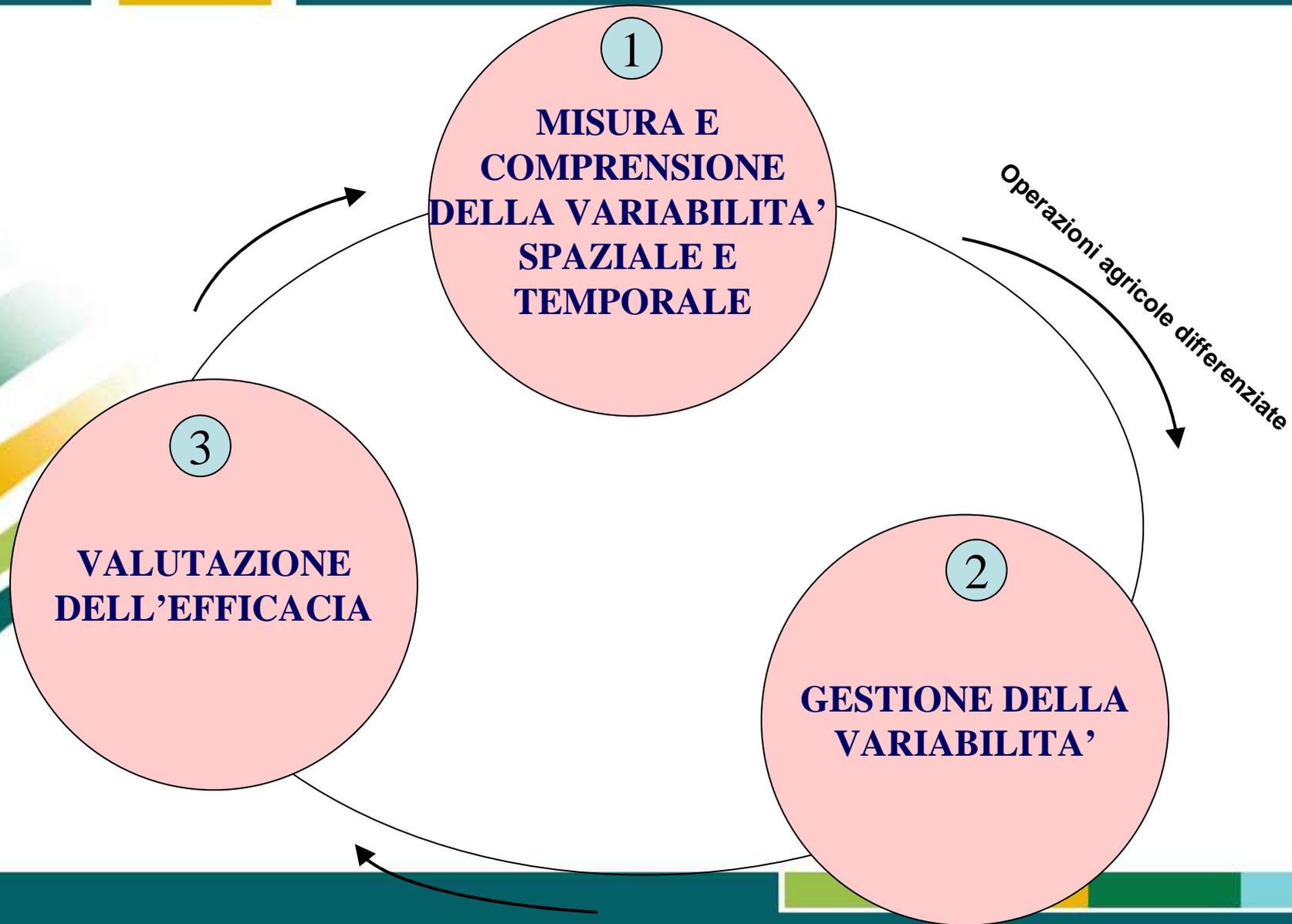


Dosi variabili per trattamenti fogliari



Spandiconcime

FASI DELL'AGRICOLTURA DI PRECISIONE



1° Step

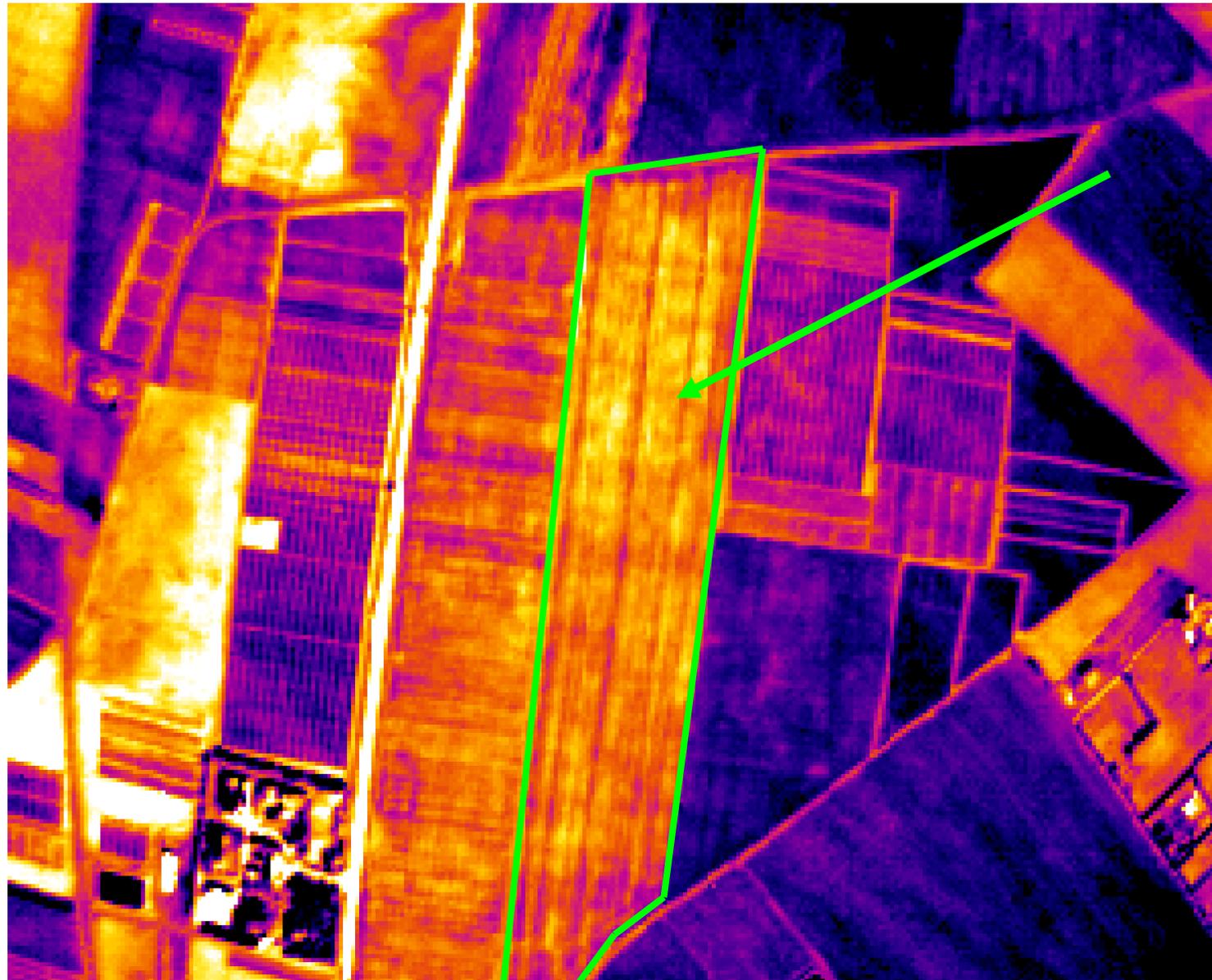
ACQUISIZIONE
INFORMAZIONI
SULLA VARIABILITA'
SPAZIALE

2° Step

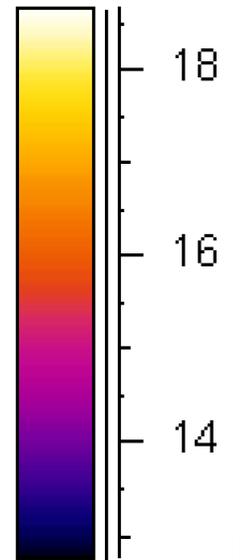
AZIONE

A) DIRETTA
SENSORI

B) DIFFERITA
MAPPE DI
PRESCRIZIONE

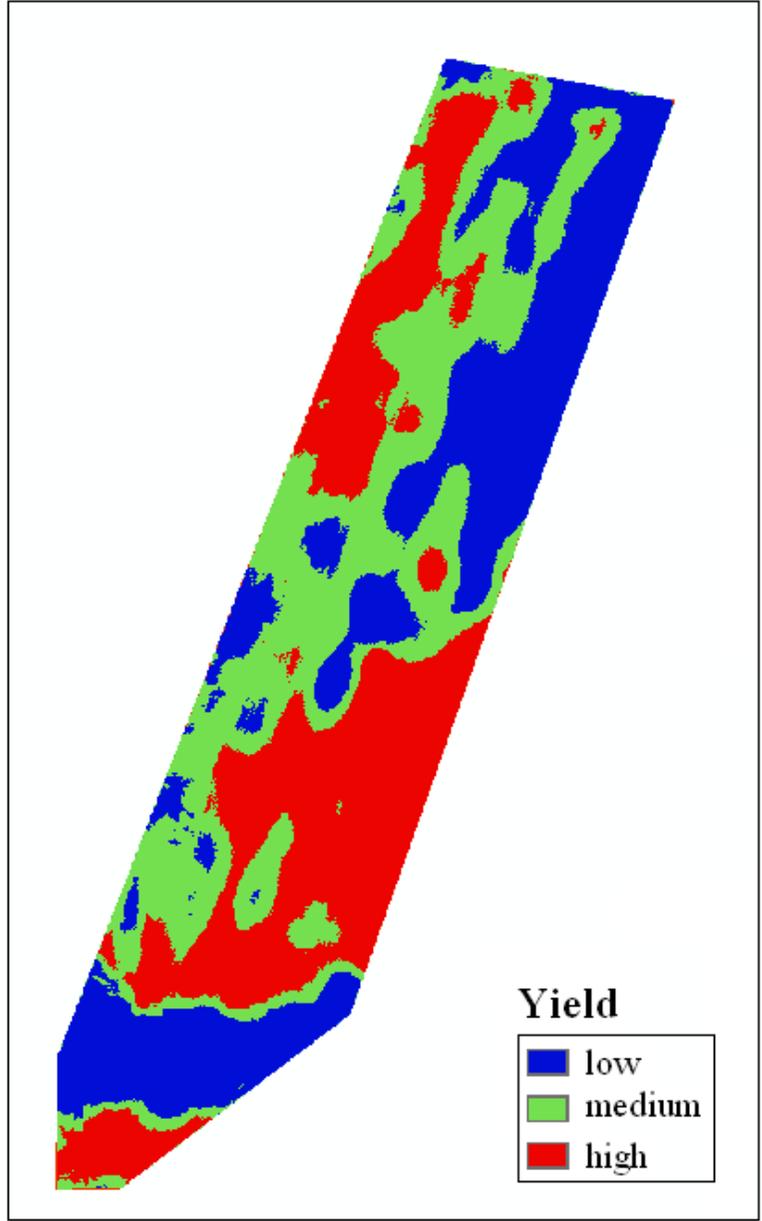
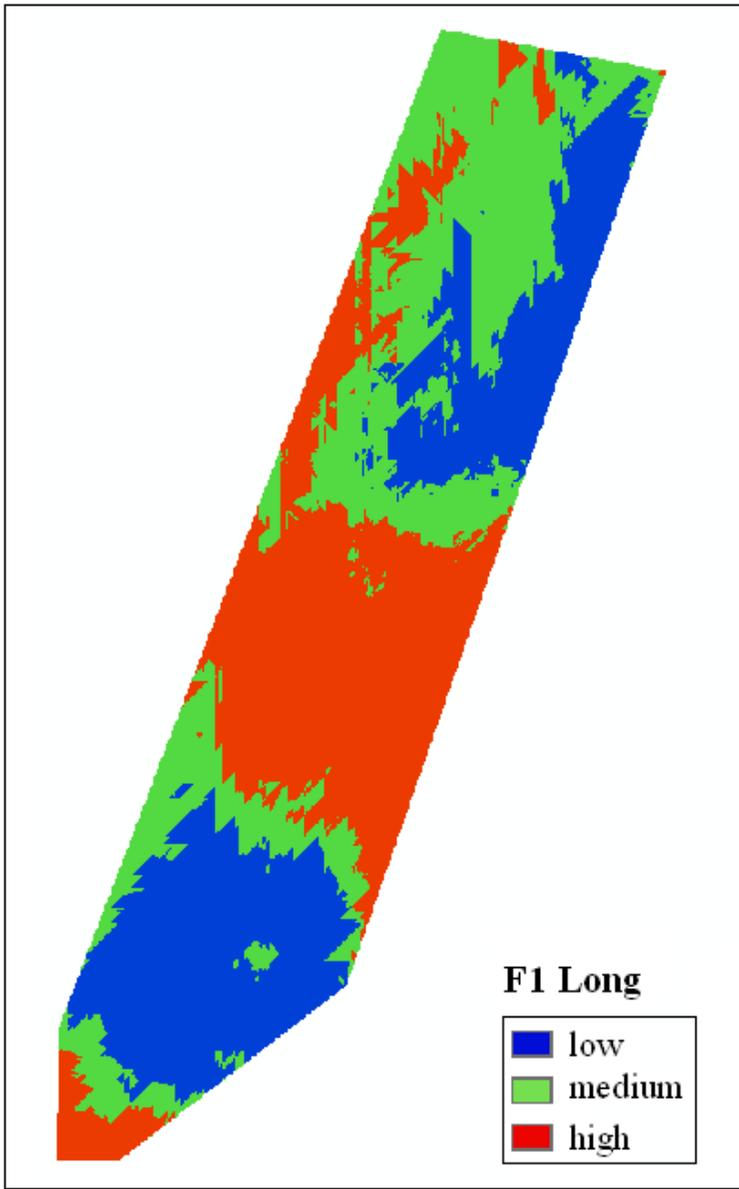


18.7°C

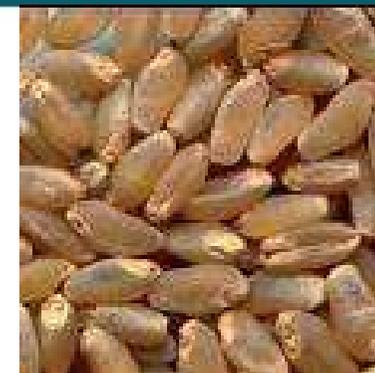


12.8°C

MAPPA DELLE AREE OMOGENEE



- Esistono evidenze sperimentali che dimostrano come ci siano ancora ampi margini di incrementi produttivi, ma questi devono essere finalizzati verso una agricoltura sostenibile e di qualità
- La tecnica colturale può consentire all'imprenditore agricolo di spingere più sulla produzione o sulla qualità o cercare un ottimale bilanciamento
- Le nuove tecnologie agronomiche consentono di:
 - migliorare la qualità dei prodotti senza portare a cali significativi della resa
 - conservare o migliorare le caratteristiche qualitative dei prodotti migliorando l'efficienza d'uso dei fattori di produzione
 - ridurre i costi di produzione e migliorare la redditività



michele.rinaldi@entecra.it



Grazie per la vostra attenzione