



LA RISORSA IDRICA IN PIEMONTE

**Gestione e risparmio, cambiamenti climatici e politiche pubbliche
per l'Agricoltura e l'Ambiente**

**La gestione globale in una situazione di carenza idrica e le prospettive di
modifica e adattamento del sistema culturale piemontese**

Cosa fare se lo stress idrico continua?

Carlo Grignani e Francesco Ferrero – Università di Torino DISAFA



LA RISORSA IDRICA IN PIEMONTE

Gestione e risparmio, cambiamenti climatici e politiche pubbliche
per l'Agricoltura e l'Ambiente

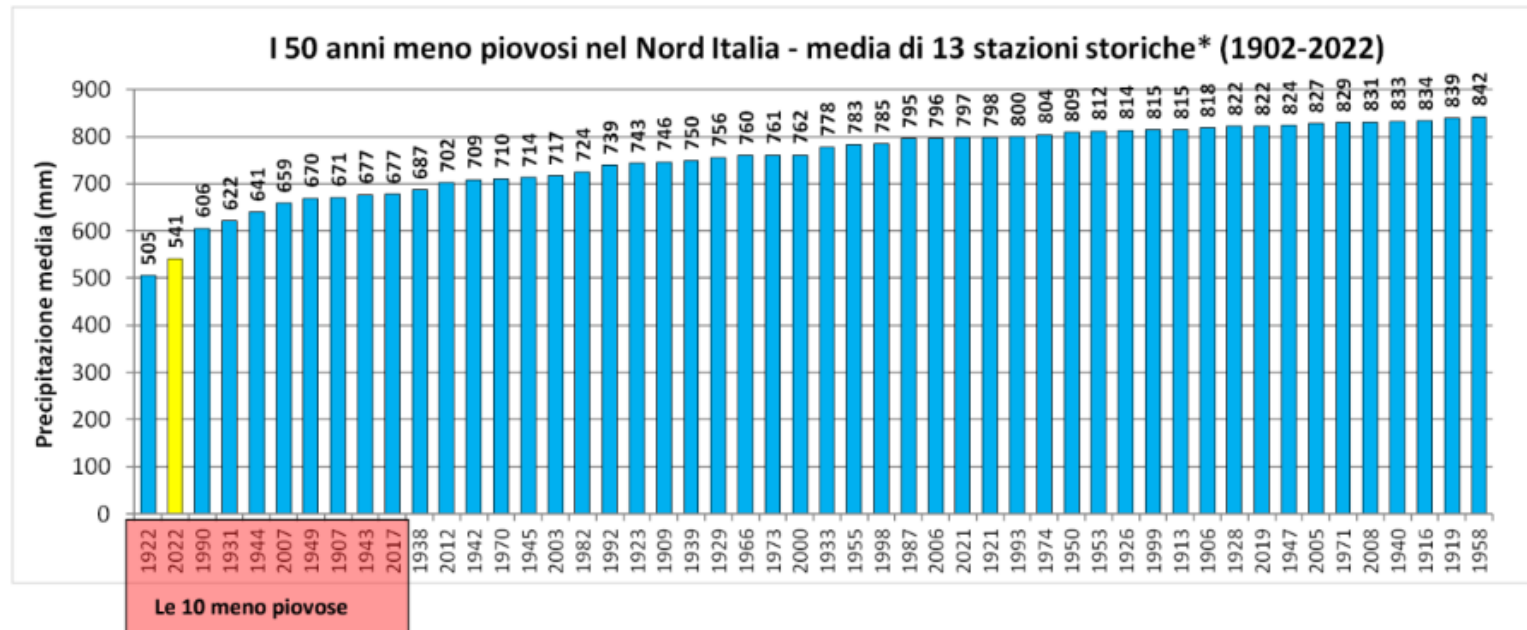
SICCITA' e ALTE TEMPERATURE



2022: entità delle precipitazioni



Le 50 annate meno piovose del 1902 ad oggi per il Nord Italia 1922 e 2022 come annate più critiche in assoluto



(*) Media per l'anno idrologico (da ottobre ad agosto) per 13 stazioni storiche del Nord Italia (Belluno, Bologna, Casale Monferrato, Cuneo, Genova, Lugano (CH), Mantova, Milano, Padova, Rovigo, Torino, Udine, Venezia) Ad esempio il 1922 indica la somma delle precipitazioni dall'ottobre 1921 all'agosto 1922)

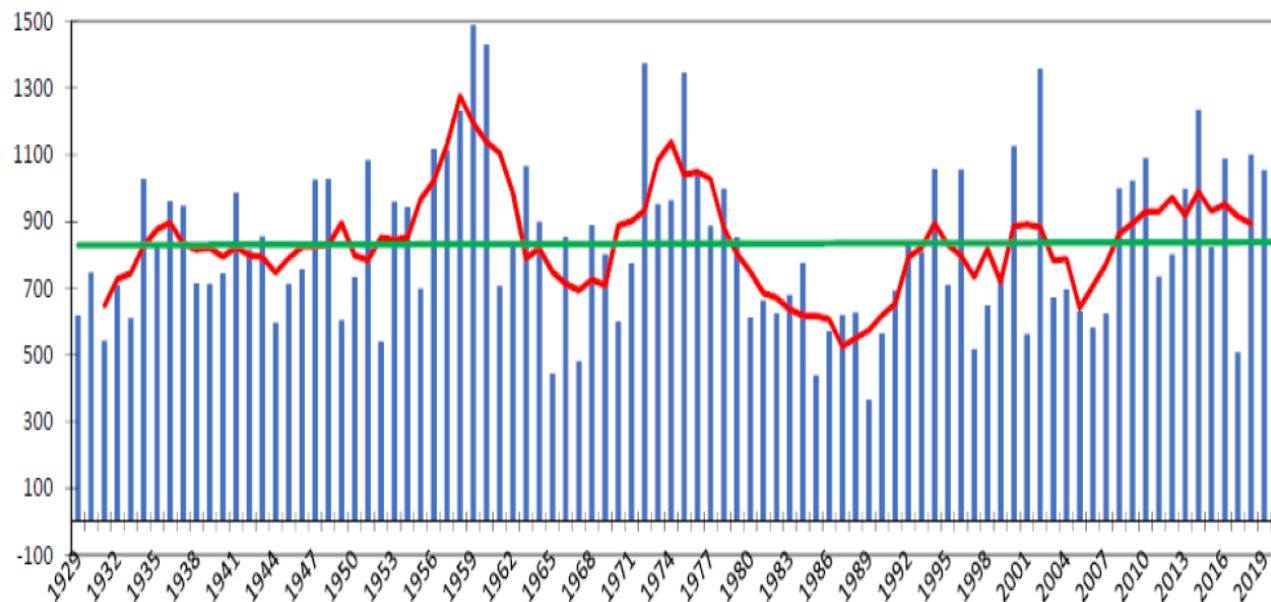
Dati aggiornati al 31 agosto 2022

Cambiamento Climatico

modifica piovosità e temperatura

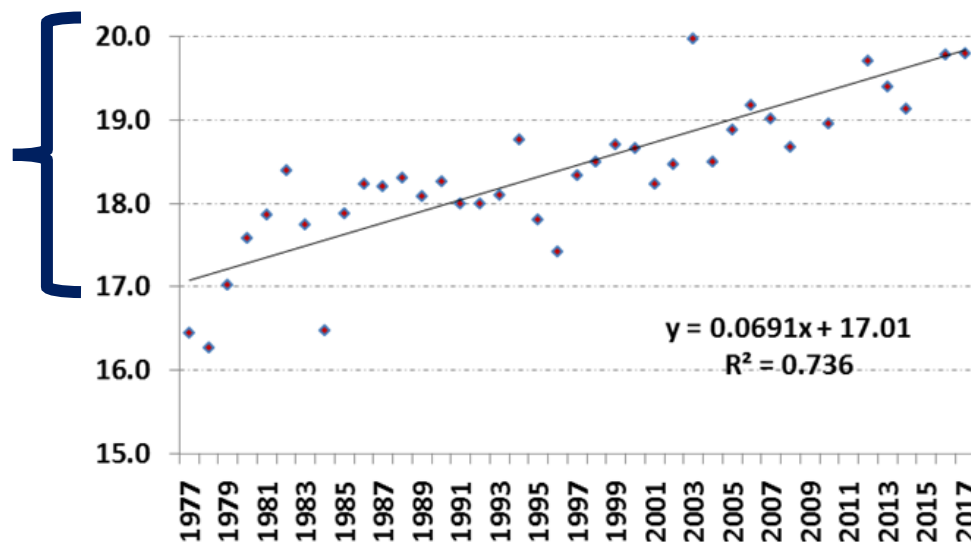
Andamento delle precipitazioni dal 1929 al 2021

Stazioni ARPA Piemonte (1929: 2021) Soc. Met. Italiana/Regione Piemonte



Temperatura media nel periodo aprile - settembre (1977:2017)

+3°C



*Elaborazioni Reyneri e Blandino,
DISAFA Carmagnola, 1977 - 2017*

Effetto del cambiamento climatico sulle colture

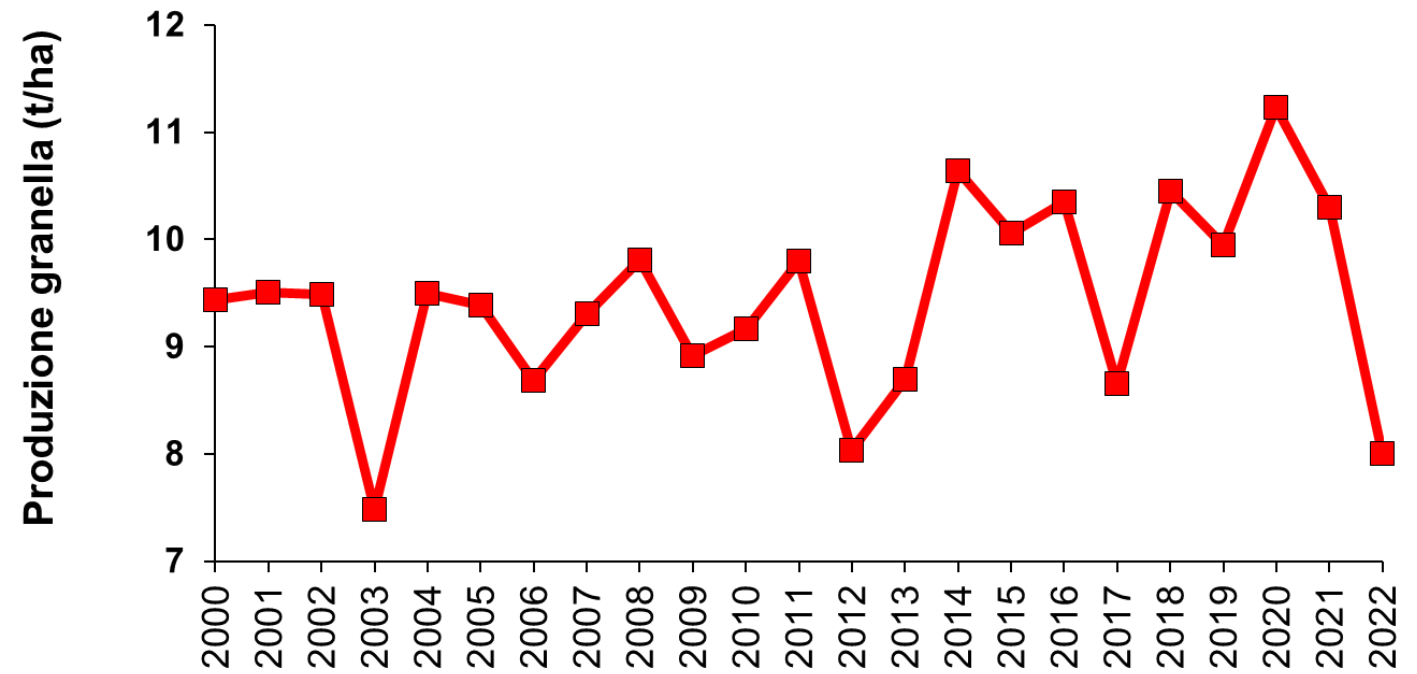
(il caso del mais)

Quali Effetti sulla coltura?

- Limitazioni nelle disponibilità idrica
- Accorciamento del ciclo colturale
- Sterilità fiorale
- Maturazione precoce a temperature elevate
- Cambiamento nel rischio di attacchi parassitari
- Cambiamenti nella pressione delle infestanti

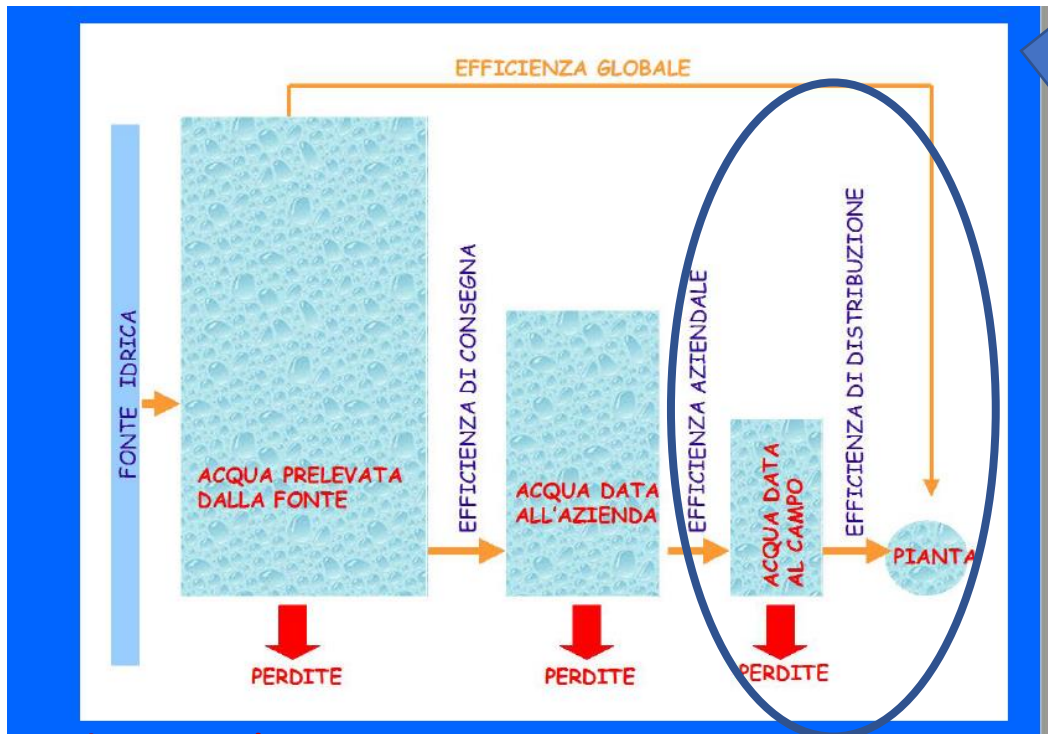
Dati ISPRA (2020)

Produzione media di granella di mais
(fonte ISTAT)



Elaborazioni Blandino, 2022

Cosa fare? Quali strategie di adattamento?



Innovazione
sollevamento, trasporto,
gestione reti territoriali

**Innovazione nei sistemi irrigui
aziendali, agronomica,
fisiologica, ecologica**

Efficientamento tecniche di
distribuzione irrigua

Gestione del sistema
colturale

Nuovi problemi
(difesa e qualità) e
qualche opportunità

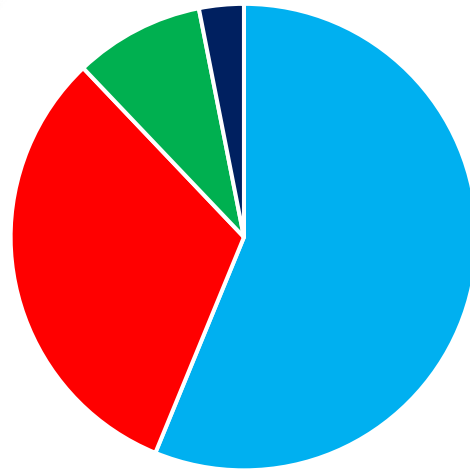


LA RISORSA IDRICA IN PIEMONTE

Gestione e risparmio, cambiamenti climatici e politiche pubbliche
per l'Agricoltura e l'Ambiente

EFFICIENTAMENTO TECNICHE IRRIGUE

Sistemi irrigui in Piemonte



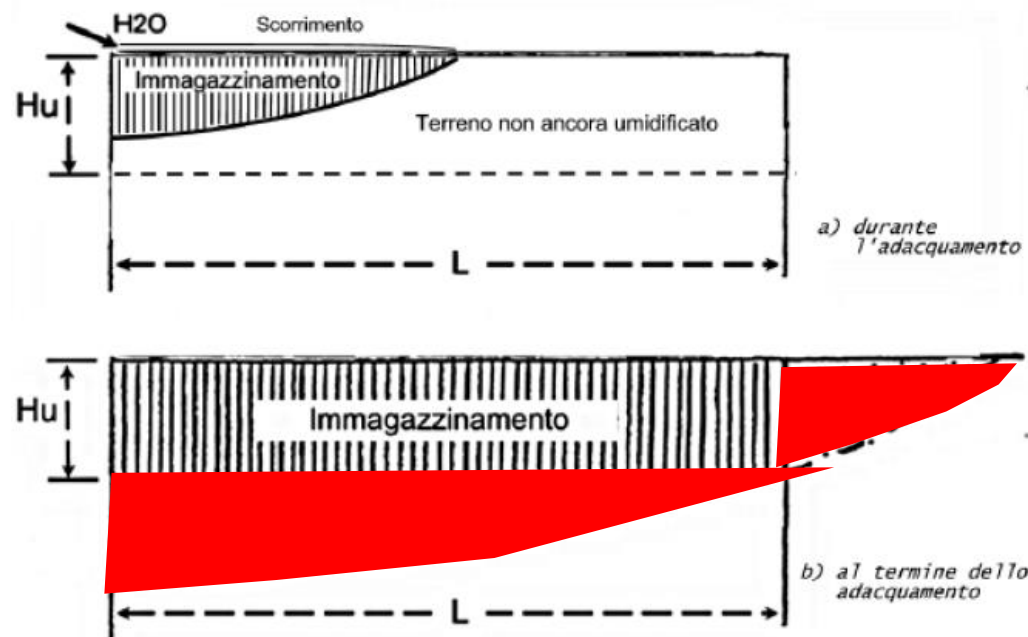
- Scorrimento
- Sommersione
- Aspersione
- Microirrigazione



Obiettivi dell'efficiamento irriguo

- **Ambientali:** Ridurre i volumi idrici e le perdite di ET e percolazione/ruscellamento
- **Produttivi:** Assecondare meglio le richieste idriche delle colture
- **Economici:** garantire potenziale produttivo con uso efficiente risorse, bassi costi energetici, essere integrato nel contesto territoriale

“imputato eccellente”: irrigazione per scorrimento

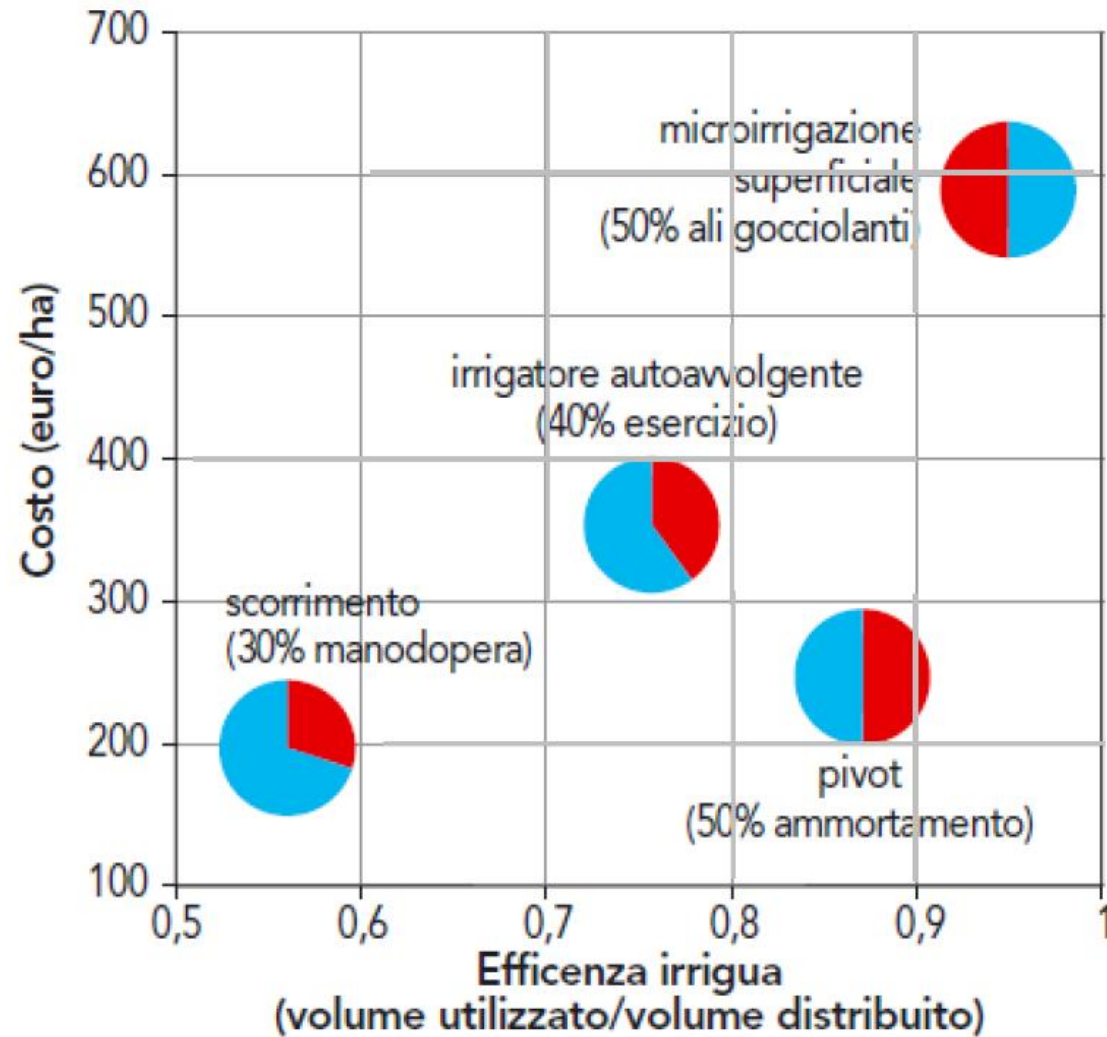


$$E_i = 0.5 - 0.7$$

Scarsa conoscenza volume irrigui

Solo effetti negative della percolazione profonda?

Costo ed efficienza irrigua in base alla tecnica





Ala gocciolante in superficie



**Tubi fessurati o porosi posizionati ogni 1.5 m
(diametro 20-24 mm, passo fori 30 – 50 cm)**



**Portate gocciolatori di 0.6- 1.7 L/h
Valorizza bassi volumi irrigui con alta
efficienza non richiede sistemazioni
campo**



**Fertirrigazione
funzionamento
automatizzato**



**Bassa erosione e
costipazione suolo**



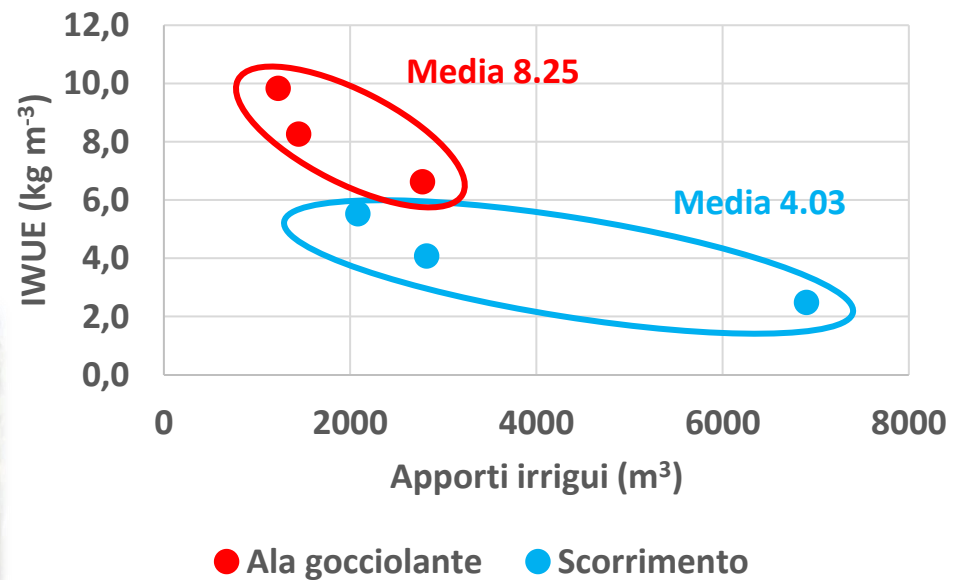
**Qualità acqua
irrigua e filtrazione**



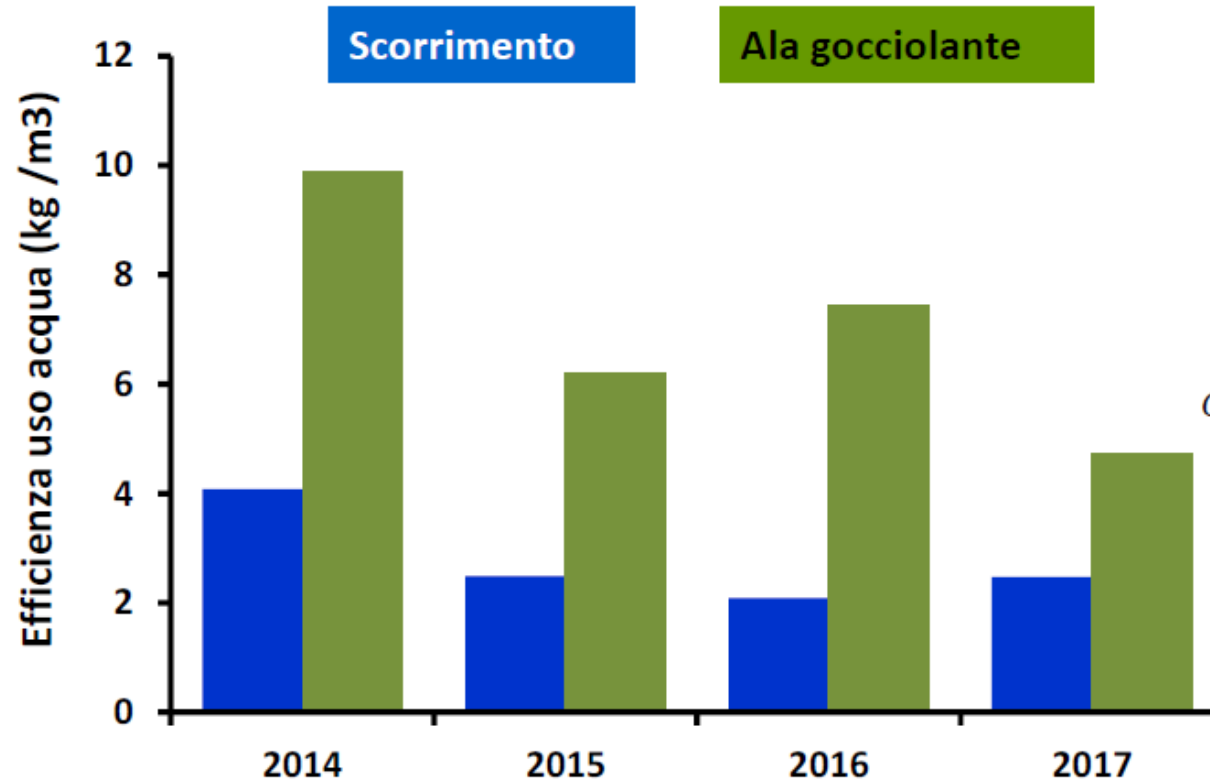
**Posizionamento e
raccolta manichette**

Efficienza d'uso dell'acqua irrigua (IWUE)

Località	Numero di interventi		Volume di adacquamento (m ³ ha ⁻¹)	
	Scorrimento	Ala gocciolante	Scorrimento	Ala gocciolante
Mazzè	4	8	2080	1445
Villareggia	3	5	2820	1225
Villareggia	6	16	6900	2275



Efficienza uso acqua in base alla tecnica irrigua



Couto et al., 2013

Dati DISAFA e
CAPAC Soc.
Agricola Coop.



Limiti e attenzioni nell'impiego ali gocciolanti



- Scarsa adattabilità all'**irrigazione turnata** e organizzazione consorzi irrigui
- **Stesura** manichette su terreni pesanti/pioggia
- **Recupero** manichette (infestanti, calpestamento)
- **Danni** ala gocciolante se non interrata (animali selvatici, piralide)
- Minori vantaggi produttivi in aziende con **buona disponibilità di acqua e terreni profondi**
- **Alta efficienza irrigua**
- **Irrigazione programmabile**



Irrigazione localizzata: sviluppo radicale superficiale e ridotta area inumidita:

→ meno assorbimento nutritivi da strati suolo profondi



Kafkaki e Tarchitzky, 2011
Chiilundo et al., 2017

Interazione positiva tra microportata e fertirrigazione

GRAFICO 2 - Mais da granella: confronto produttivo tra impiego irrigazione localizzata con alla gocciolante superficiale e metodo irriguo aziendale (1)

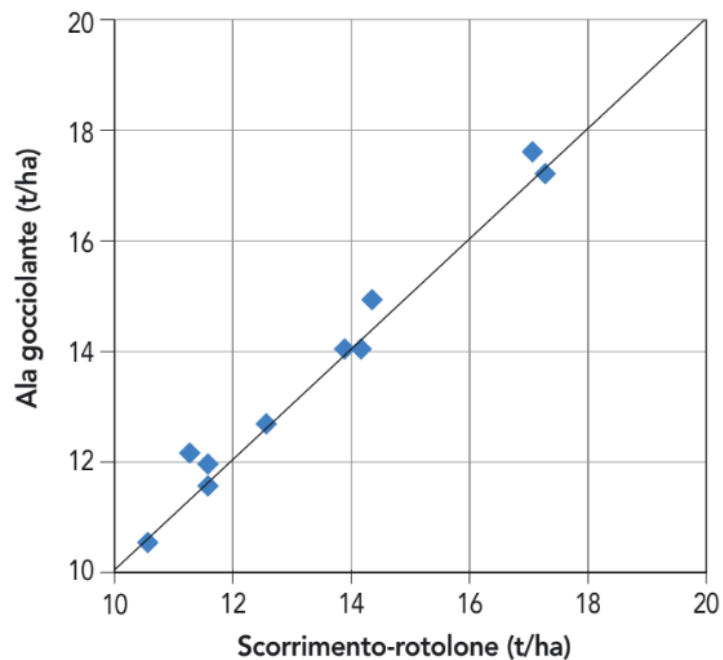
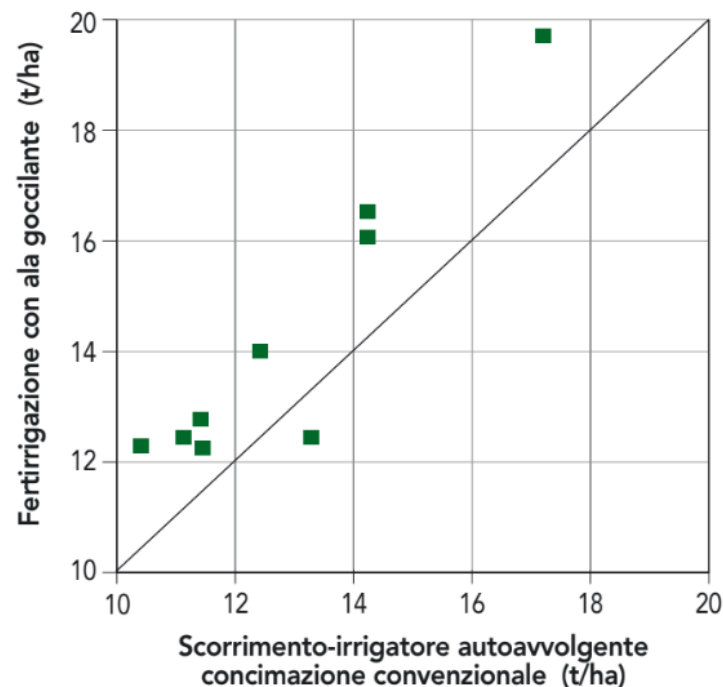


GRAFICO 3 - Mais da granella: confronto produttivo tra impiego fertirrigazione condotta con alla gocciolante superficiale e gestione aziendale convenzionale



Irrigazione obbligatoria anche in annate piovose

Concimazione possibile quando il campo non è transitabile

SISTEMI IRRIGUI PIVOT

- Necessità di accorpamento: campi «grandi»
 - **Pivot:** area bagnata circolare
 - **Ranger:** canale di alimentazione
 - Tubazione di alimentazione
 - **Investimento iniziale**
 - **Media efficienza**
-
- Impianto completamente **programmabile** con ridotto impegno di gestione
 - Lunga durata (15:25 anni)
 - Adatto a fertirrigazione e difesa
 - Adatto a tutte le colture




IRRIGAZIONE DI SOCCORSO CEREALI VERNINI

Valutazione economica

(Costo € ha⁻¹ anno⁻¹; esclusi acqua e manodopera)

Superficie: 4.5 ha

Apporto irriguo: 300 mm

	Ala gocciolante	Pivot	Irrigatore gigante semovente
Ammortamento	66 - 178	244	127
Spese annuali	318 - 340	-	-
Costi energetici	239 - 297	275 - 290	418 - 439
Costi totali	702 - 753	517 - 530	545 - 566



IRRIGAZIONE A RATEO VARIABILE CON PIVOT

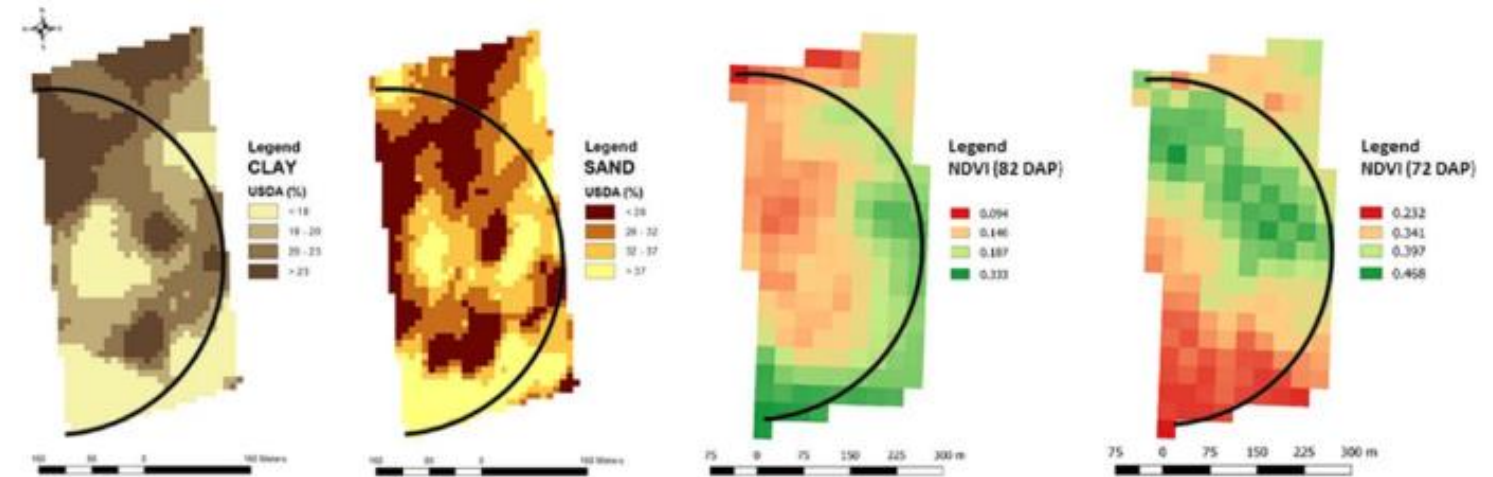
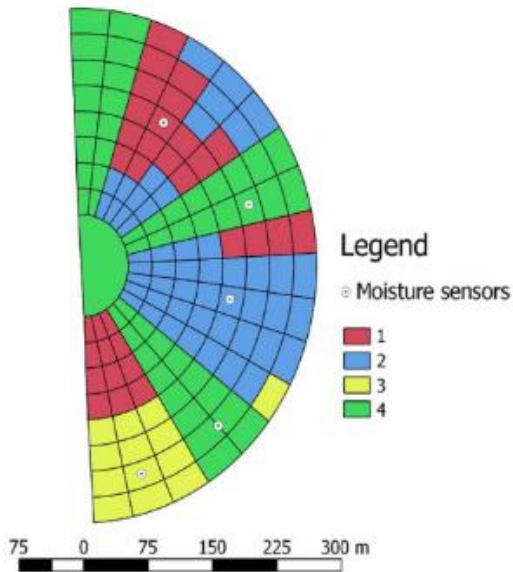


Figure 3 Thematic maps: clay, sand, NDVI 2009 (82 DAP), NDVI 2013 (72 DAP) and MZs.

Table 2 Total irrigation amount, average maize yield increase observed in 2015 and IWUE.

	Total irrigation (m ³ ha ⁻¹)	Yield increase ⁽¹⁾ (kg ha ⁻¹ d.m.)	IWUE (kg m ⁻³)
Zone 1 (VRI)	2480	4142	1.67
Zone 2 (VRI)	2550	3545	1.39
Zone 3 (VRI)	2150	4408	2.05
Zone 4 (Uniform)	2550	3876	1.52

(1) Yield increase (kg ha⁻¹ d.m.) compared to non-irrigated test



LA RISORSA IDRICA IN PIEMONTE

Gestione e risparmio, cambiamenti climatici e politiche pubbliche
per l'Agricoltura e l'Ambiente

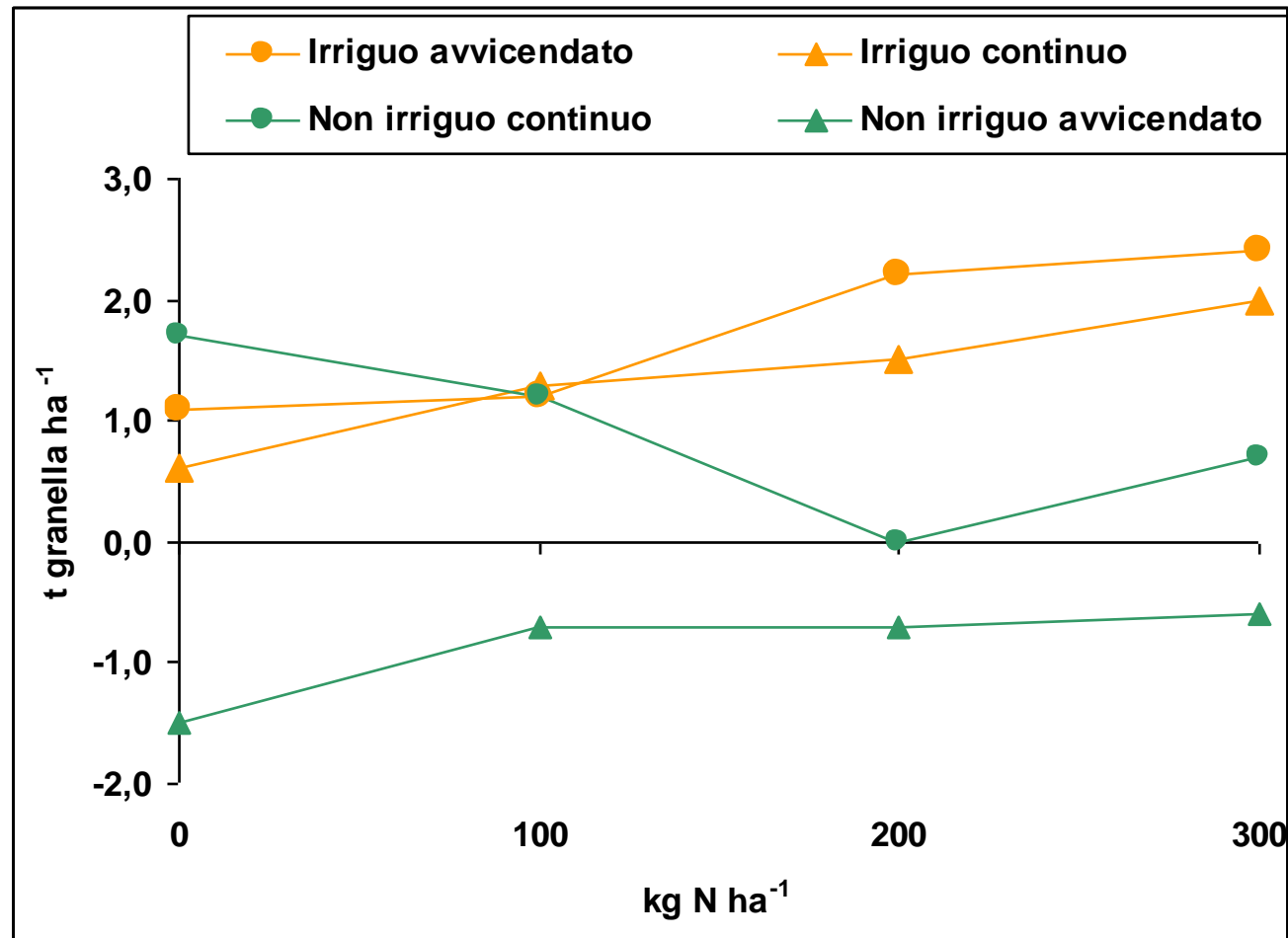
GESTIONE SISTEMA CULTURALE

Valori proposti per il Piemonte di Water Use Efficiency (WUE) o Cons. Idrico Unitario (Kc) per alcune colture

Girasole	0,72	kg gran. m⁻³
Soia	0,77	
Frumento	1,59	
Sorgo	1,59	
Mais	1,80	
Festuca arundinacea	1,83	kg s.s tot. m⁻³
Medicago sativa	1,94	
Prato avvicendato	2,02	
Sorgo foraggero	1,90	
Mais foraggero	3,20	

Maggiore produzione di mais rispetto al sorgo

(fonte Vecchietтини e Garagnani, 1989)



“Nuovi” ordinamenti colturali resistenti alla siccità

IRRIGUO

Erbai vernini corti + mais (ciclo lungo)

Erba medica, prati

IRRIGUO CON LIMITAZIONI

Erbai vernini + mais (ciclo breve), sorgo, soia

Erba medica, prati

NON IRRIGUO

Cereali vernini, loglio italico,

Erba medica, prati

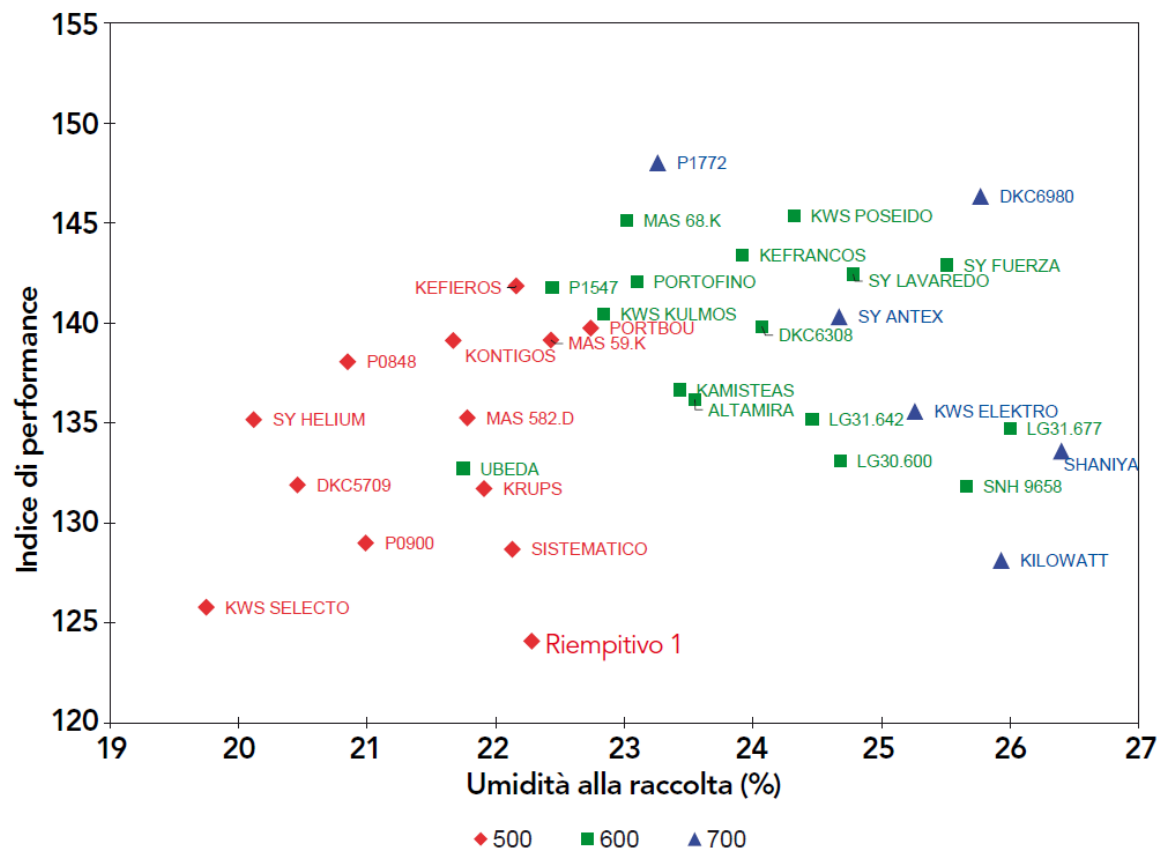
Borreani e Ferrero, ricerche in corso



Effetto della scelta dell'ibrido: l'esempio del mais

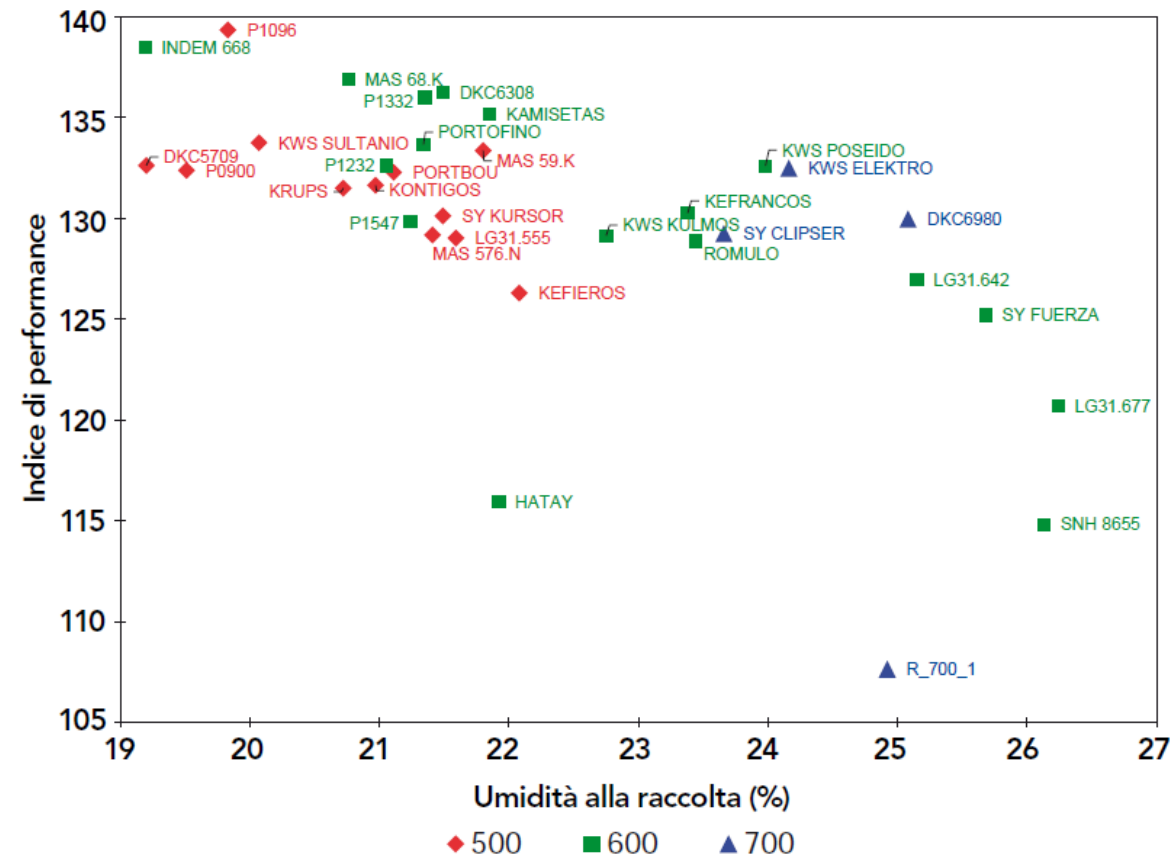
2021

GRAFICO 1 - Indice di performance e umidità alla raccolta degli ibridi in prova (valori medi di 14 località, 56 repliche), 2021

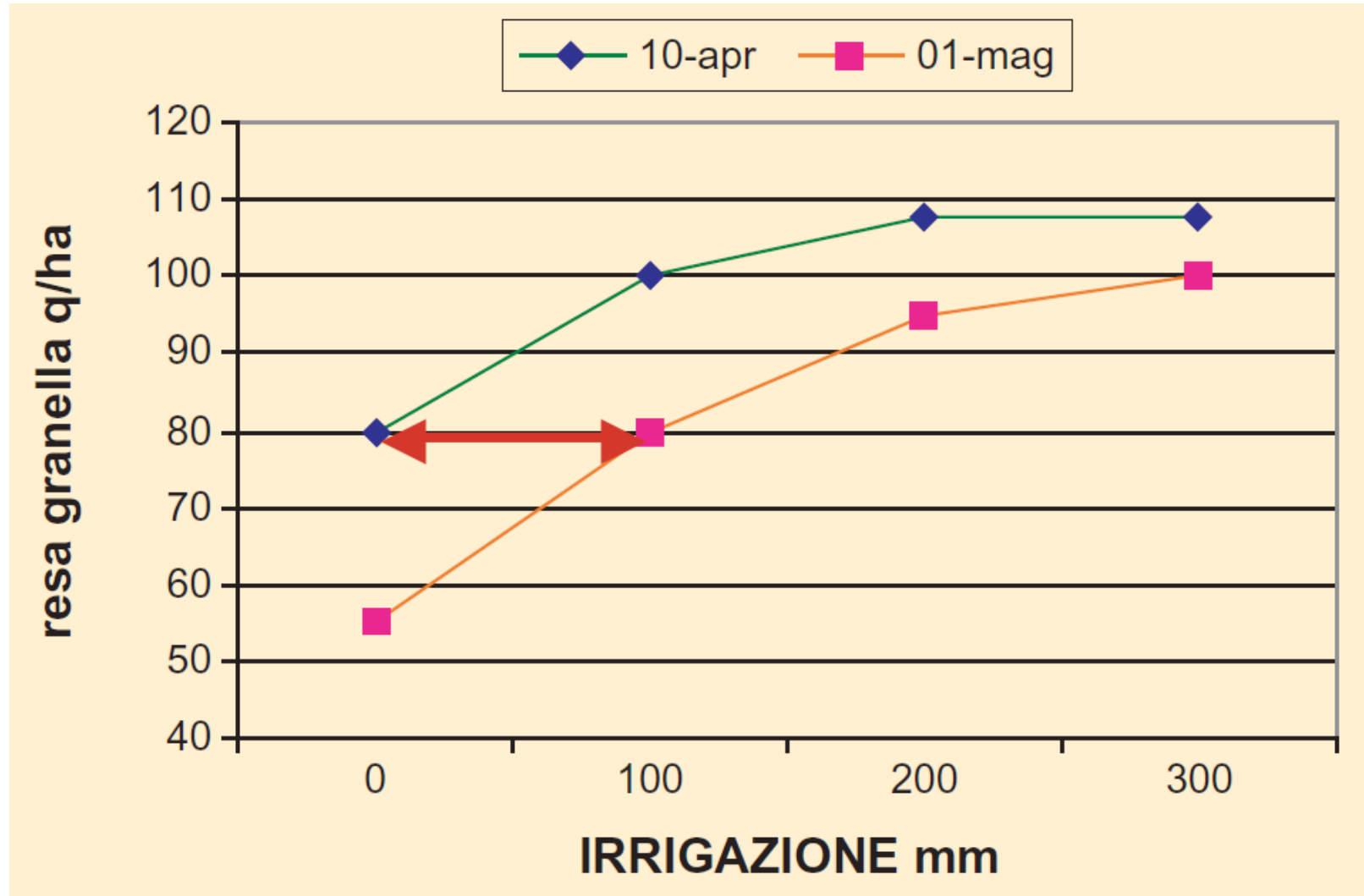


2022

GRAFICO 1 - Indice di performance e umidità alla raccolta degli ibridi in prova (valori medi di 10 località, 40 repliche) nel 2022



Effetto dell'epoca di semina sulla produzione di mais



Ciclo mais e pacciamatura

Costo: 400 – 600 Euro/ha

Telo biodegradabile, 12 micron, 1,4 m

Aumento produttivo: + 10 – 20%

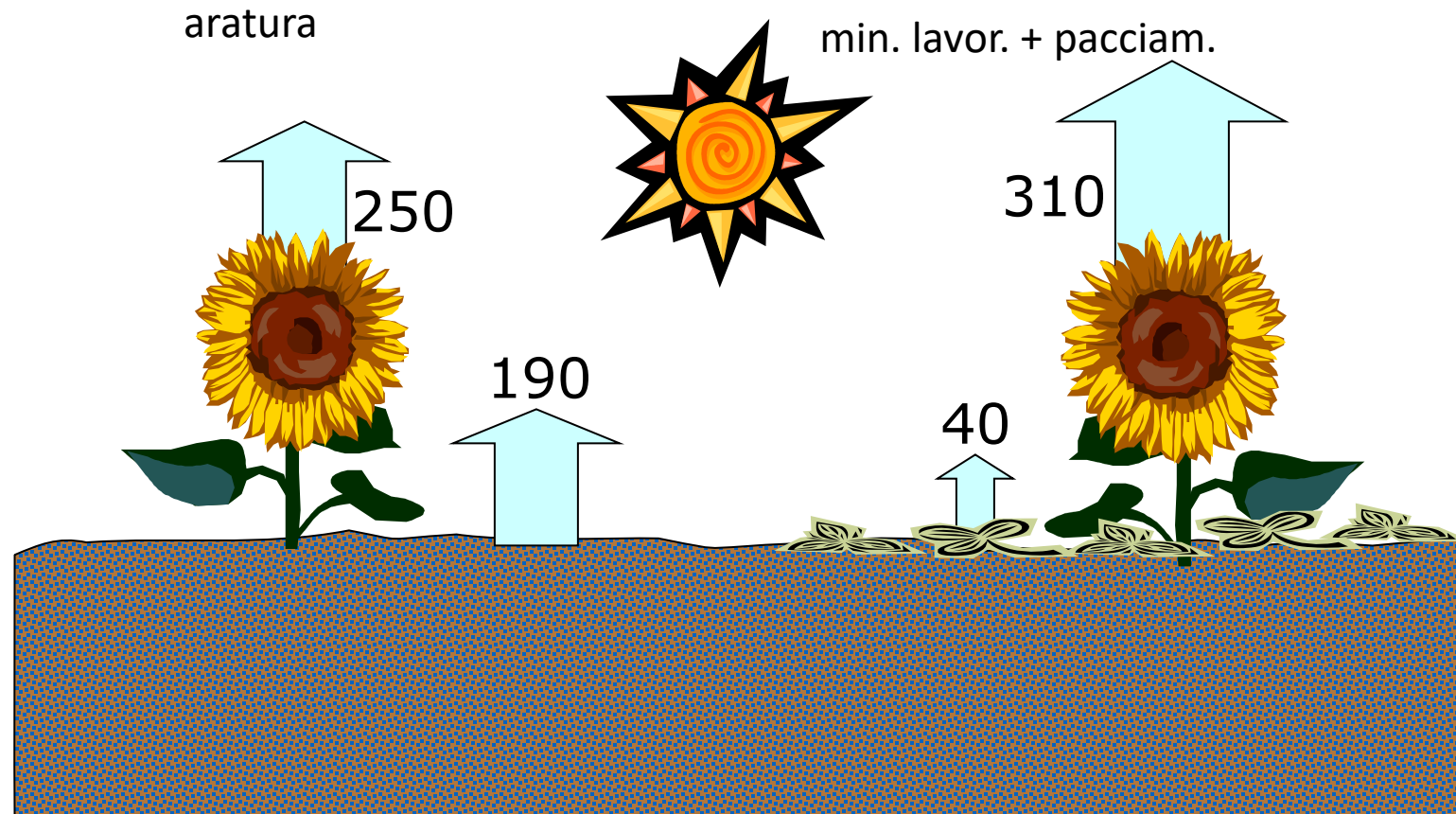


TABELLA 1 - Effetto della pacciamatura sullo sviluppo culturale del mais (Carmagnola - TO, 2020-2022) (1)

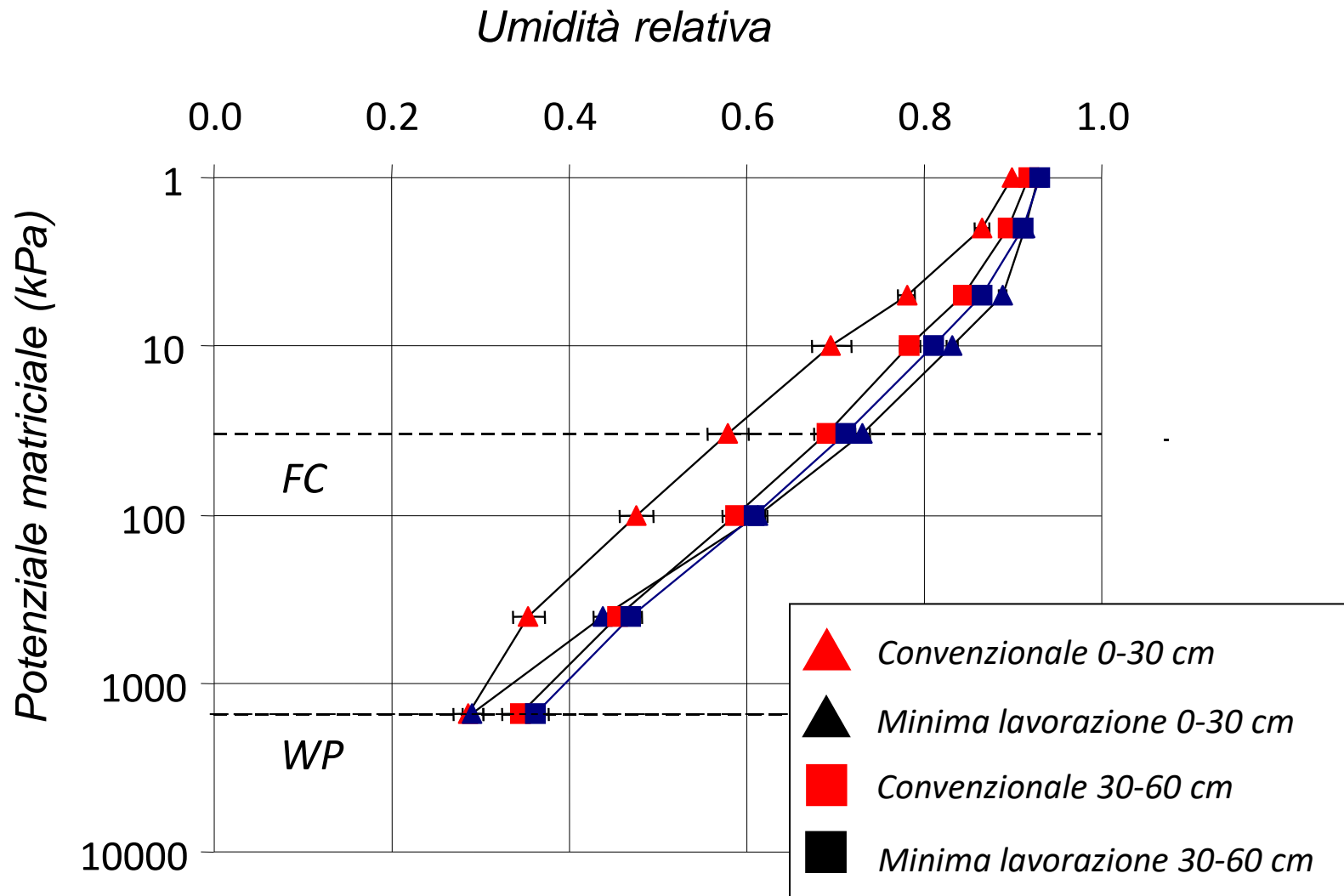
Tecnica	Emergenza (giorni) (2)	Altezza pianta in levata (cm) (3)	Indice vigore (Σ NDVI) (4)	Fioritura (giorni) (5)	Umidità alla raccolta (%)
Convenzionale	23 a	35,6 c	23,2 c	109 a	26,9 a
Starter	23 a	61,1 b	25,6 b	106 b	25,7 b
Pacciamatura	18 b	76,1 a	26,5 a	103 c	25,1 b
P	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

(da Capo et al., 2023 IA)

Efficacia della minima lavorazione sul risparmio idrico



Efficacia della minima lavorazione nella prova sui sistemi colturali a Lombriasco





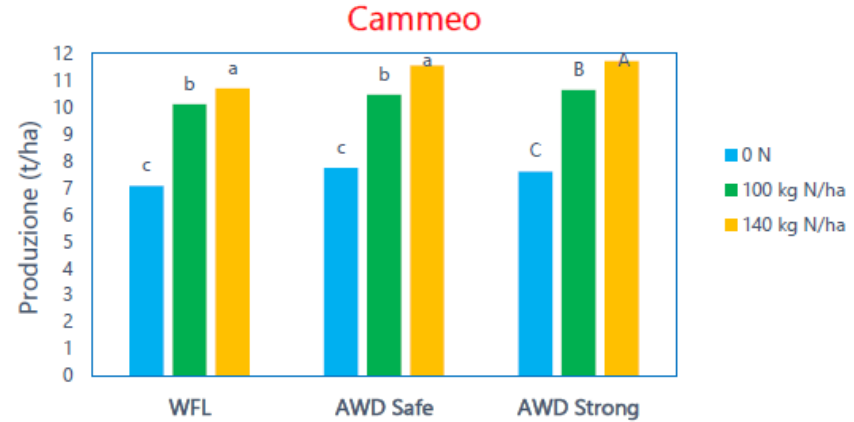
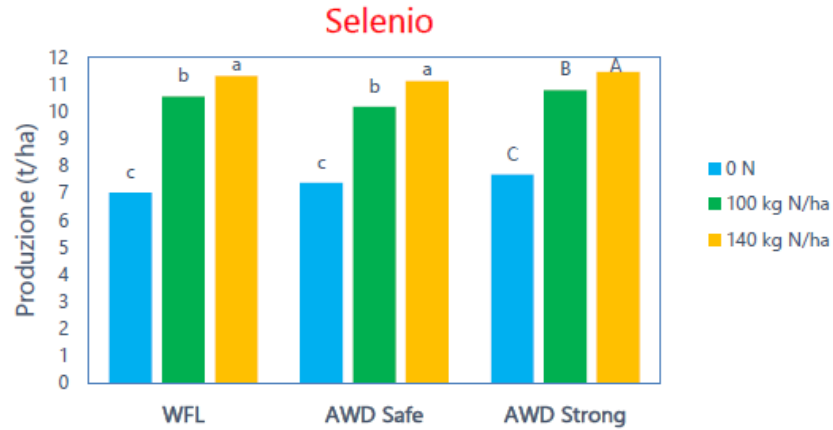
LA RISORSA IDRICA IN PIEMONTE

Gestione e risparmio, cambiamenti climatici e politiche pubbliche
per l'Agricoltura e l'Ambiente

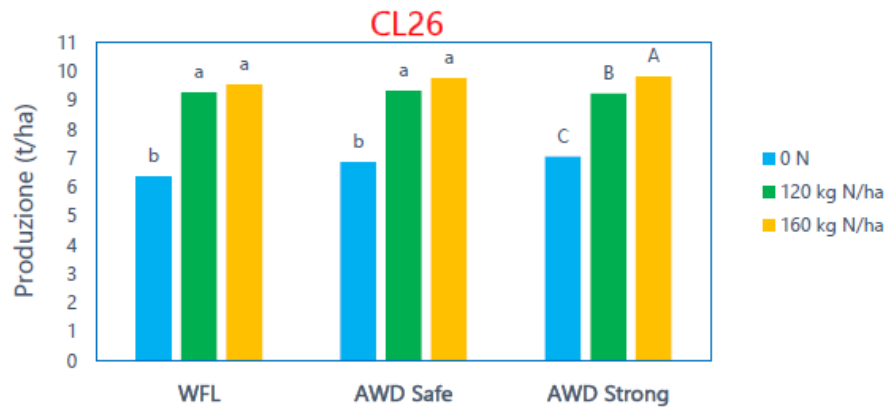
IL CASO DEL RISO

E' possibile abbandonare la sommersione in risaia?

(Sommersione, Irrigazione turnata a ciclo breve, a ciclo lungo)

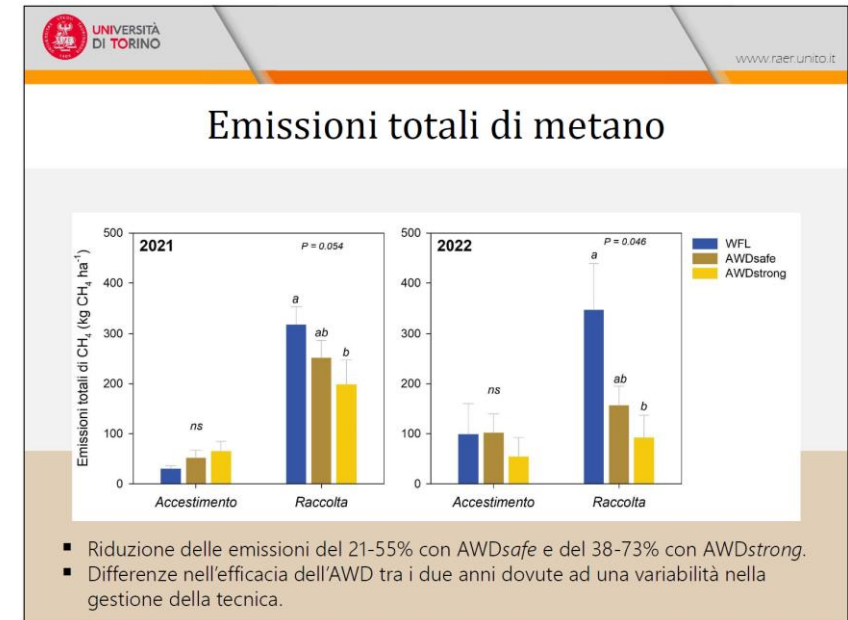


Livelli produttivi simili (prevale l'effetto della concimazione)



Vidotto, Romani et al., in corso

Si riducono le perdite di metano



Said Pulicino, et al., in corso

Ma si modifica l'ambiente.....

Ritardo innalzamento della falda

Ridotta biodiversità

Concorrenza per uso delle fonti irrigue



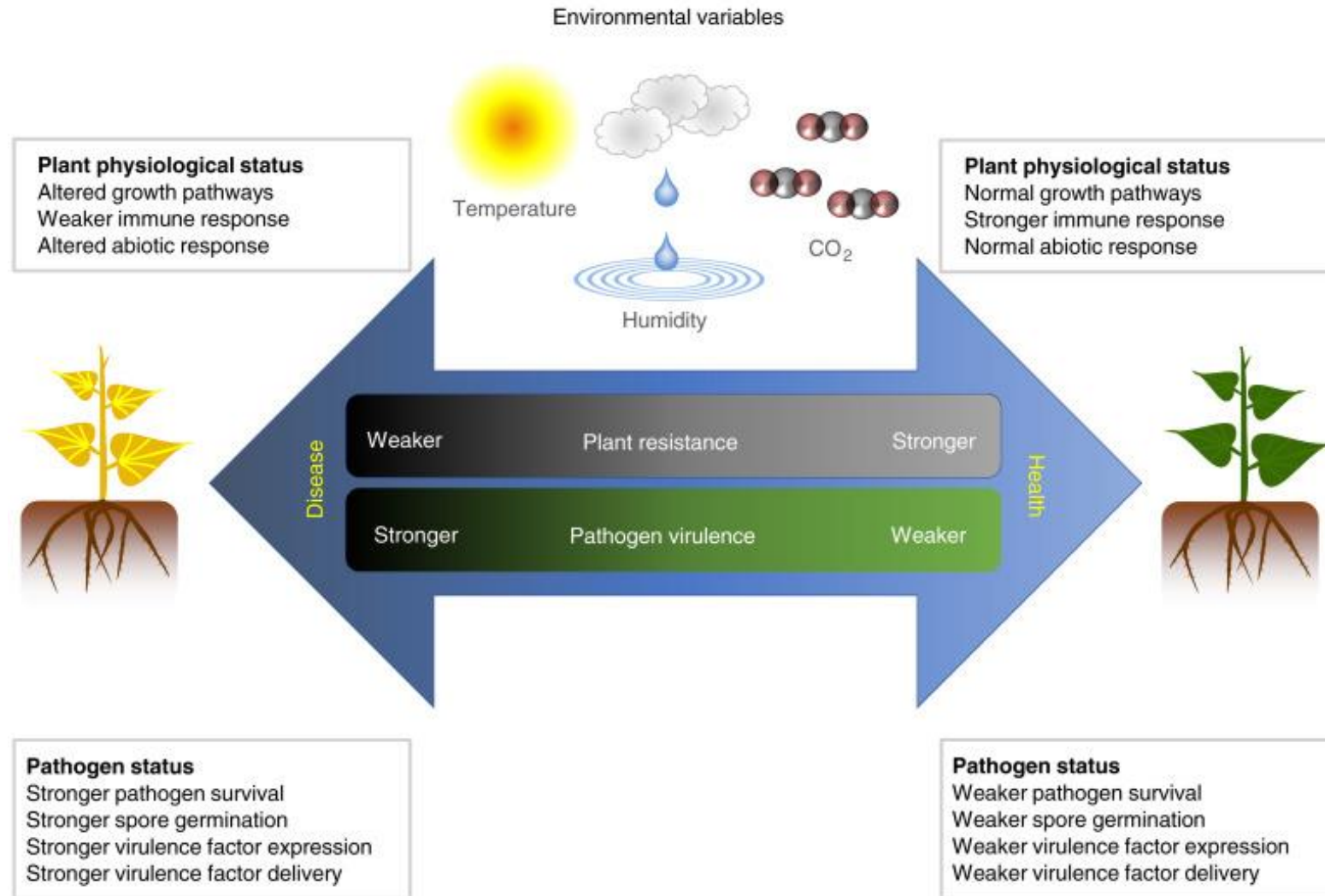


LA RISORSA IDRICA IN PIEMONTE

Gestione e risparmio, cambiamenti climatici e politiche pubbliche
per l'Agricoltura e l'Ambiente

**Altri effetti
dello stress idrico e da calore:
aspetti sanitari e di qualità della coltura**

Stress idrico e da calore e stress della coltura



Current Biology

Esempi di fitopatie stress-dipendenti



Moria del kiwi



Esca della vite



Alternariosi su varie colture



Xylella fastidiosa su ulivo

La TEMPERATURA è una delle variabili ambientali che più influiscono sulla distribuzione globale degli animali

Prova dell'espansione dell'areale dei lepidotteri diurni

- 23 di 35 specie diffuse verso nord (35-240 km)

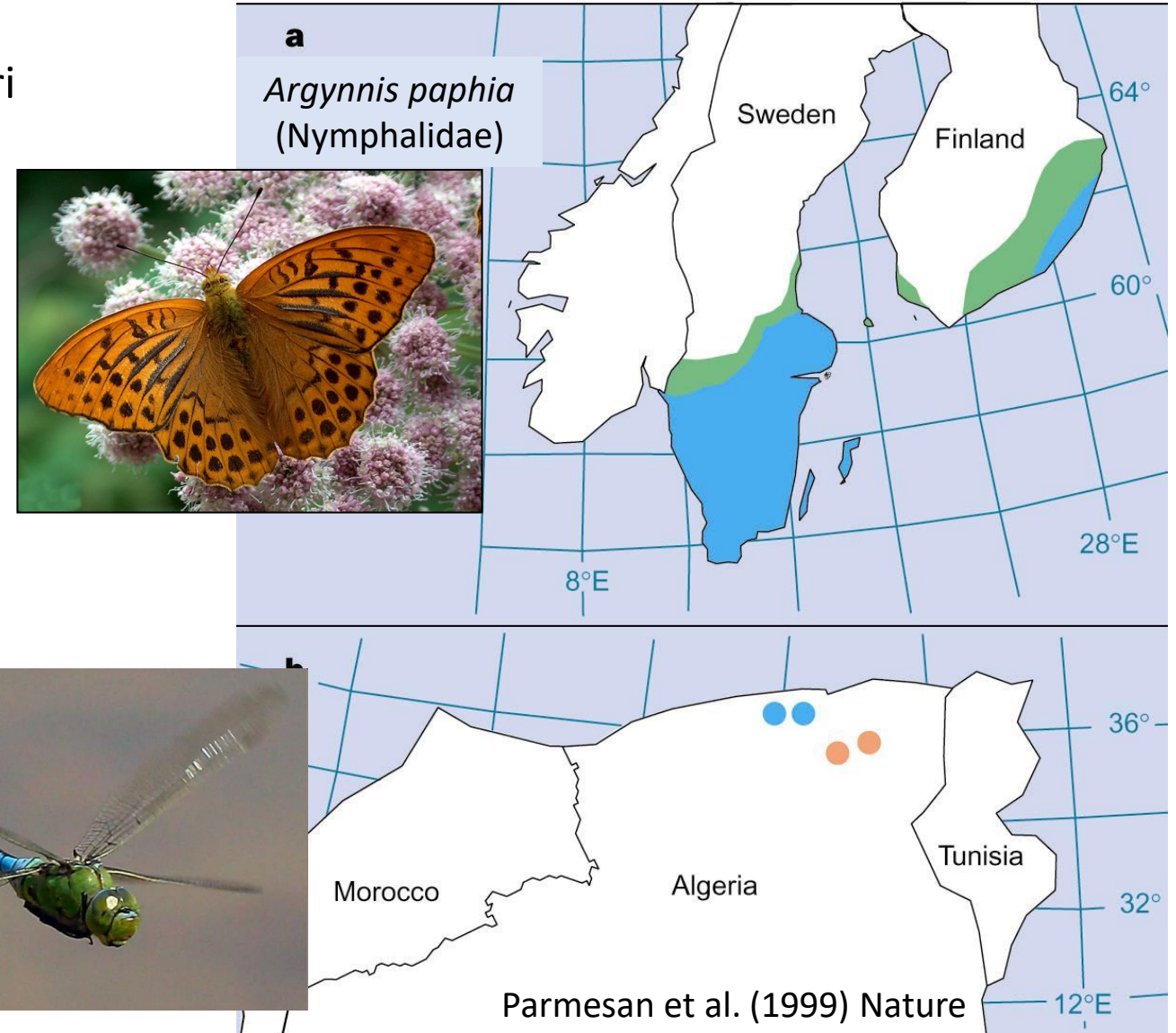
... delle cicaline
(Karban e Strauss, 2004)



... delle libellule (Hickling et al., 2005)



da Tavella e Alma, comunicazioni

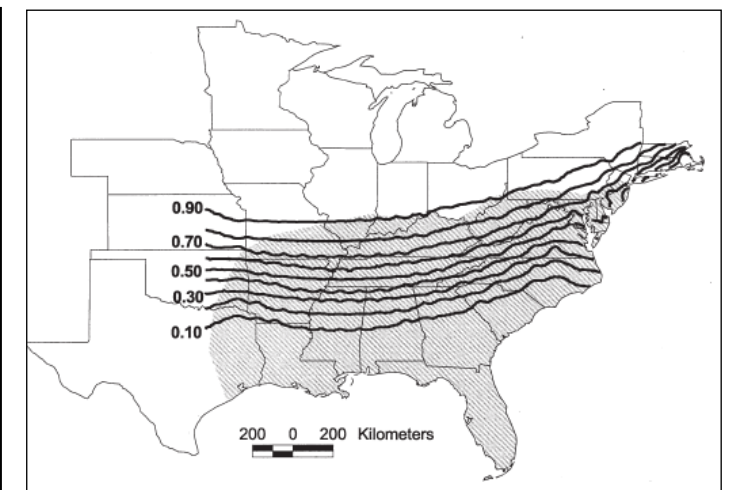


La TEMPERATURA e diffusione scolitidi

Le specie attive durante l'inverno sono più influenzate da *global warming*

Prove del meccanismo dell'espansione dell'areale: effetto di ***warmer winter*** (riscaldamento invernale) su coleotteri scolitidi *Dendroctonus frontalis* (Ungerer et al., 1999)

- il **limite nord** dello scolitide del pino (America centrale e USA) coincide con le isolinee di alta probabilità di raggiungere *lower lethal temperature* (LLT) di -16°C



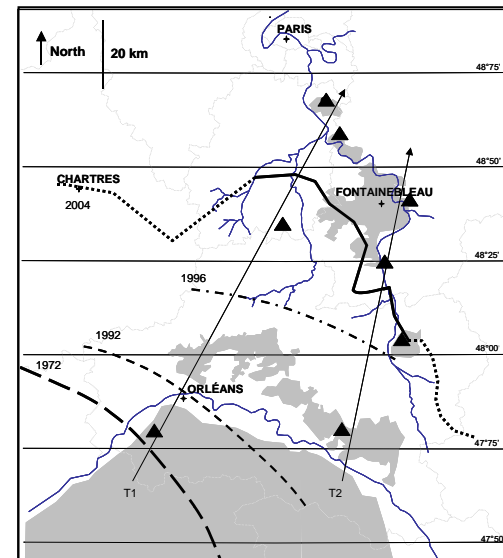
La TEMPERATURA e diffusione della processionaria

la processionaria del pino *Thaumetopoea pityocampa*
(Battisti et al., 2005)



Areale di distribuzione aumenta

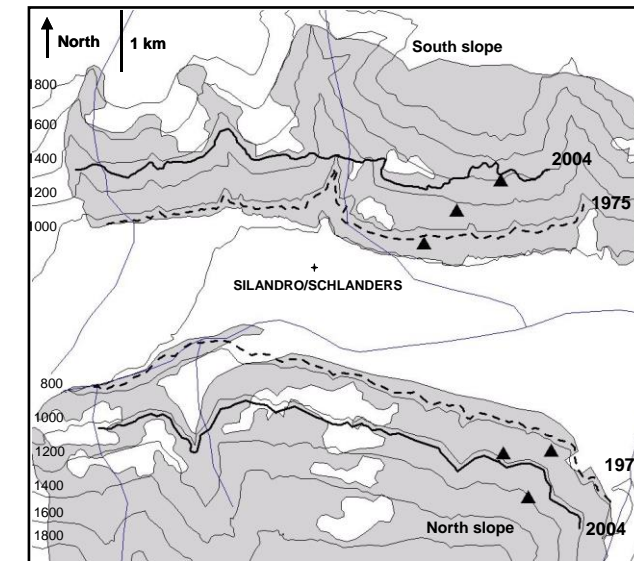
LATITUDINE



Francia

Spostamento latitudinale
di circa 27,1 km/10 anni

ALTITUDINE



Italia

Spostamento altitudinale di
circa 70,1 m/10 anni

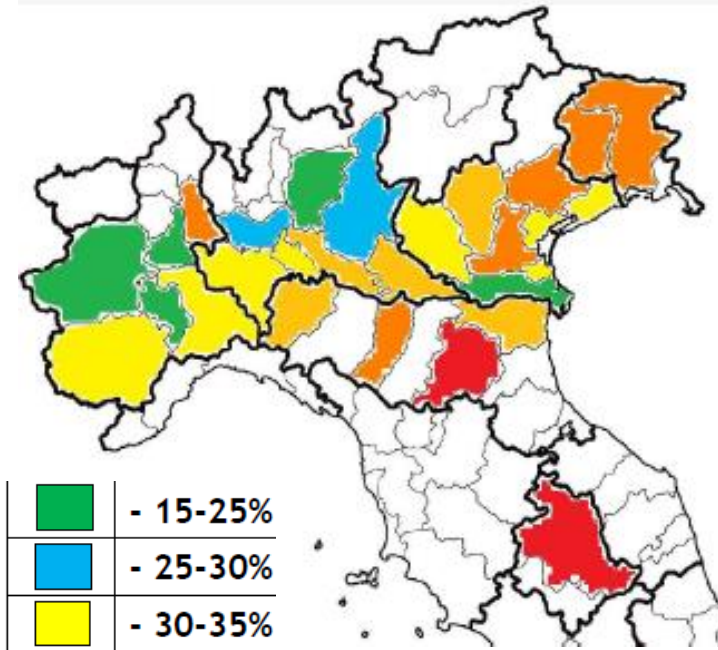
Effetti ipotizzati dovuti ai cambiamenti climatici

1. Variazioni nella distribuzione geografica
2. Svernamento meno rischioso
3. Aumento del tasso di sviluppo
4. Aumento del numero di generazioni
5. Estensione della stagione riproduttiva
6. Alterazioni nella sincronia tra insetto e pianta
7. Variazioni nelle relazioni interspecifiche (limitatori naturali)
8. Aumento del rischio di introduzione di specie migranti

Ulteriori effetti

- Asincronia tra la fenologia degli impollinatori e delle piante che producono polline e/o nettare
- Variazioni nei rapporti predatore-preda e parassitoide-ospite
- Aumento del rischio di diffusione di ceppi resistenti agli insetticidi (aumento del tasso di sviluppo e delle generazioni)

Stress idrico e qualità della coltura: l'esempio del mais



Green	- 15-25%
Blue	- 25-30%
Yellow	- 30-35%
Orange	- 35-40%
Dark Orange	- 40-50%
Red	- >50%

Variation surface area between
2012 and 2016
- 33% in Italy

Frisio, Giornata del mais 2016

Andamenti
meteorologici avversi



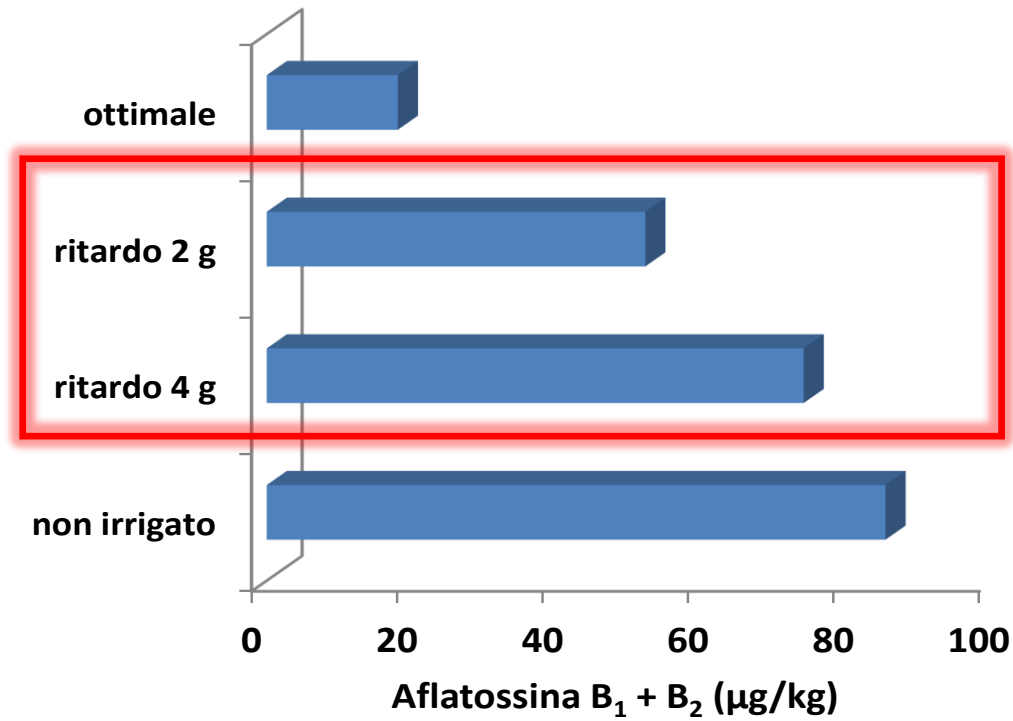
problematiche sanitarie
(micotossine)

Linee di intervento:

- maggior **efficienza** dei fattori produttivi
- Considerare nuove **soluzioni agronomiche**

Reyneri e Blandino,
prove in corso

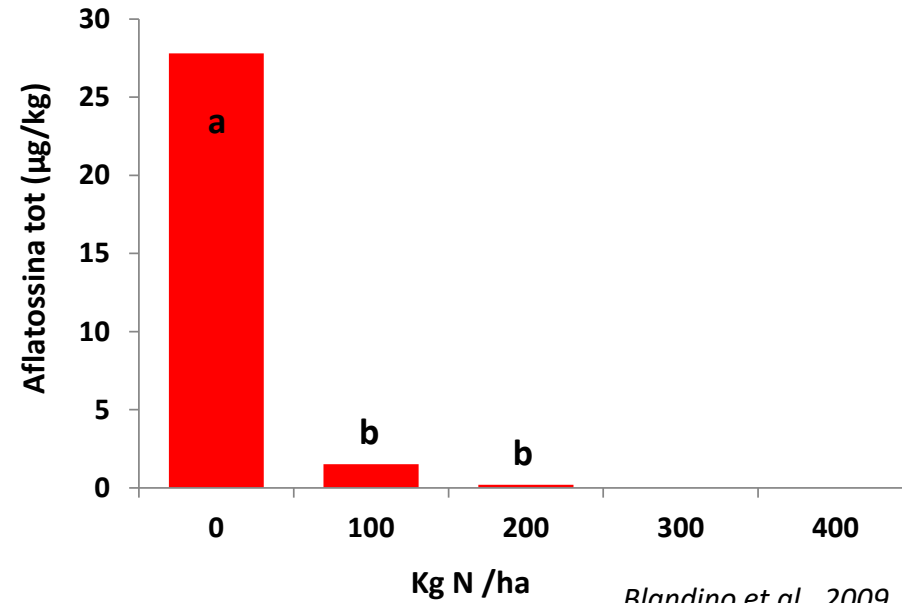
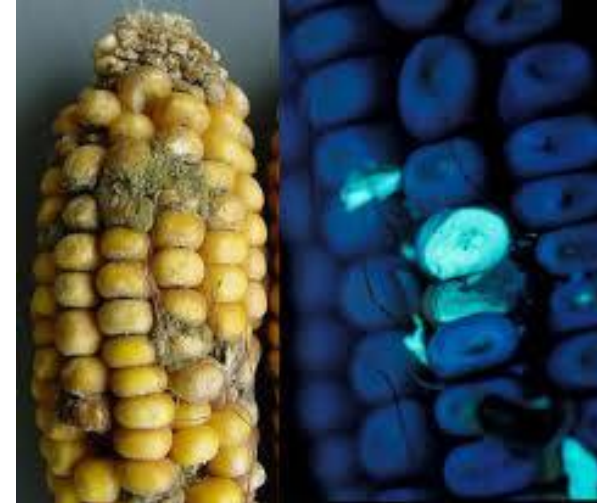
Contenimento delle aflatossine: l'esempio del mais



Payne et al., 1986



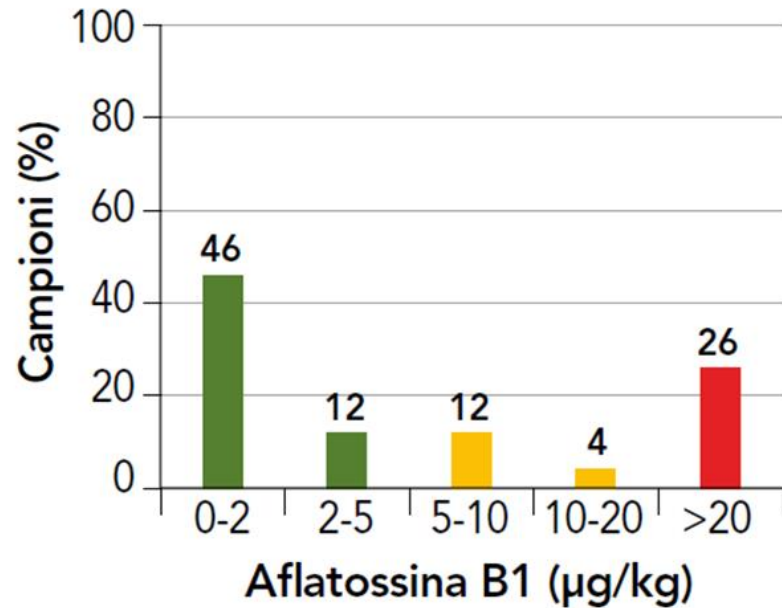
Aflatossine



Blandino et al., 2009

Gestione dell'irrigazione e contenimento aflatossine

GRAFICO 1 - Distribuzione percentuale del contenuto di aflatossina B1 ($\mu\text{g}/\text{kg}$) in campioni di mais nel 2022



La percentuale di campioni con un tenore di aflatossina B1 superiore a $20 \mu\text{g}/\text{kg}$ è stata del 26%.

Locatelli et al., 2023

- Irrigare sulla base delle **effettive esigenze idriche della coltura** in rapporto all'andamento evapo-traspirativo e pluviometrico (bilancio idrico)
- Attuare l'irrigazione anche nelle **fasi avanzate del ciclo colturale** se le temperature sono elevate e lo stress pronunciato
- Attenzione alle **irrigazioni «scarse»**, possono aumentare lo stress della coltura: un numero ridotto di interventi irrigui con bassi volumi d'acqua (es: irrigazione a pioggia) sono pericolosi in condizioni di elevata evapotraspirazione (specialmente nella fase di fioritura)

Reyneri e Blandino, sintesi

Stress e avversità: un confronto

Effetto:
 + poco rilevante
 ++ rilevante
 +++ molto rilevante



	Rese	Qualità sanitaria	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Elateridi	+		●	●	●	●	●	●	●	●
Diabrotica	++	+	●	●	●	●	●	●	●	●
Virus	-		●	●	●	●	●	●	●	●
Piralide	+++	+++	●	●	●	●	●	●	●	●
Helmintosporiosi	++	+	●	●	●	●	●	●	●	●
Muffe da Fusarium	++	+++	●	●	●	●	●	●	●	●
Muffe da Aspergillus	+(+)	+++	●	●	●	●	●	●	●	●
Grandine	(++)	++	●	●	●	●	●	●	●	●
Stress termici	++	++	●	●	●	●	●	●	●	●
Punteggio			7	13	9.5	14	10	14	8.5	6



CONCLUSIONI

- Problema delle colture in Piemonte: siccità e temperatura eccessiva
- Modificare i metodi irrigui: efficienza a scala di campo e di territorio
- Diffusione microirrigazione e (soprattutto) pivot
- Progettare l'irrigazione per il soccorso ai cereali vernini e alla vite
- Ricercare le positive interazioni tra irrigazione e altre agrotecniche (fertilizzazione, difesa, lavorazione)

- Sistema colturale: le colture potenziali restano le stesse, coltivare il territorio con cicli brevi integrati
- Problemi delle colture diretti e mediati da avversità
- Qualità delle colture dipende dallo stress

La richiesta di prodotti tipici : lo strabismo dell'opinione pubblica di un territorio irriguo





Grazie dell'attenzione!

Efficienza irrigua

$$E_i = \frac{\text{Volume irriguo utilizzato}}{\text{Volume irriguo distribuito}}$$

disponibilità risorse idriche,
costo acqua

$$IWUE = \frac{\text{Produzione granella (Y) \uparrow}}{\text{Volumi irrigui (IRR) \downarrow}}$$

efficienza uso dell'acqua irrigua

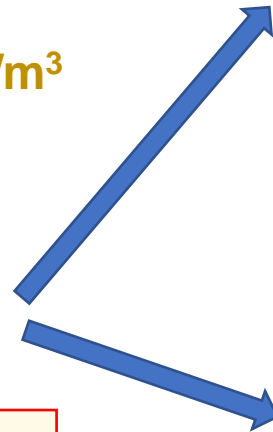


$$IWUE = \frac{12000 \text{ kg}}{6000 \text{ m}^3} = 2 \text{ kg/m}^3$$



Innovazione teorica

$$IWUE = \frac{12000}{3000} = 4$$



Rischio per le filiere

$$IWUE = \frac{9000}{3000} = 3$$

Innovazione complessa

$$IWUE = \frac{14000}{3500} = 4$$

Efficienza uso acqua in base alla tecnica irrigua

Sistema irriguo	WU (m ³)	Apporto irriguo (m ³)	Produzione (kg ha ⁻¹)	WUE (kg m ⁻³)	IWUE (kg m ⁻³)
Aspersione	7400	6100	10300	1.4	1.7
Microirrigazione	6700	4800	11500	1.7	2.4
Scorrimento	7800	5500	9900	1.3	1.8