



## Le sfide dei cambiamenti climatici e le rotazioni come base per l'agricoltura Biologica

Michele Perniola, Un. Basilicata

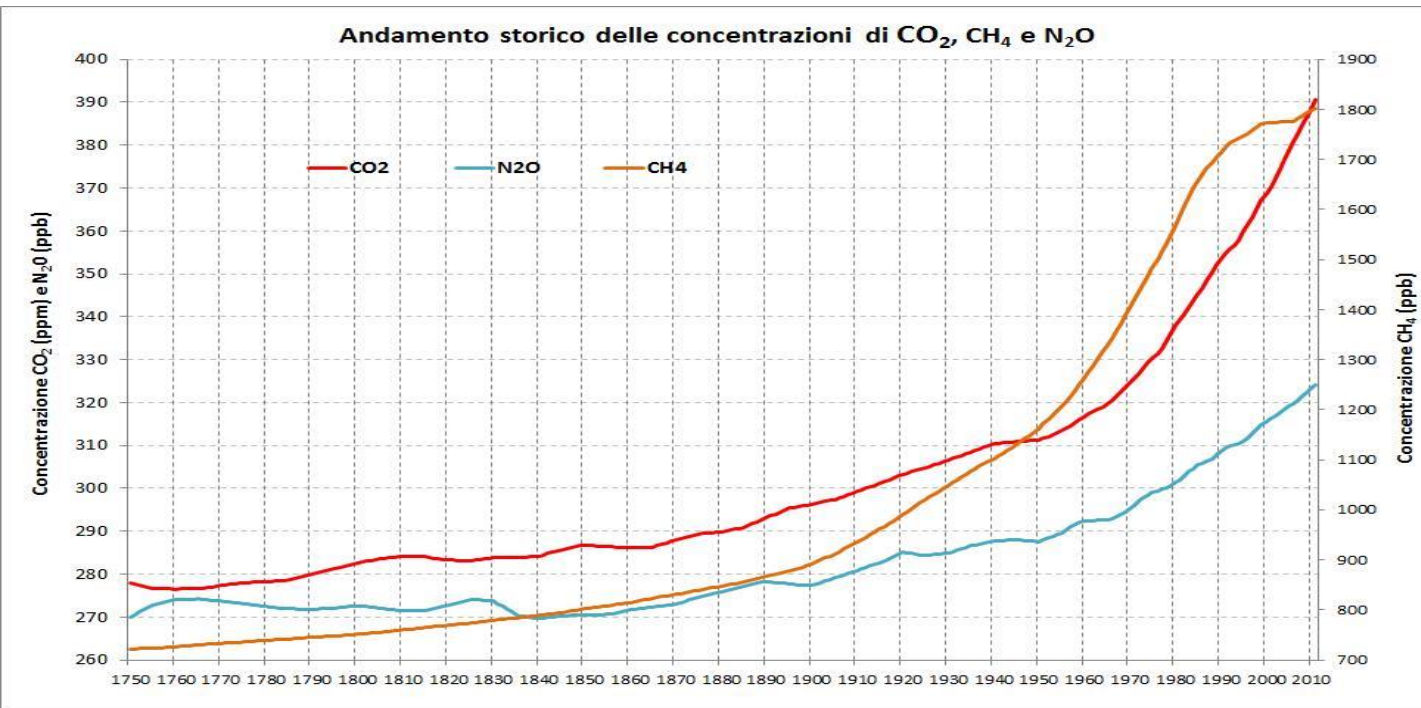


22 Ottobre 2020 9.30 – 12.30

**Convegno web su piattaforma Teams**

**La valutazione della sostenibilità dei sistemi granicoli biologici**

**Le cause** degli attuali cambiamenti climatici risiedono nell'aumento della concentrazione atmosferica di alcuni gas di origine antropica ad effetto serra in grado di alterare l'energia in entrata ed uscita del sistema climatico; i principali sono:



### **Anidride carbonica (CO<sub>2</sub>):**

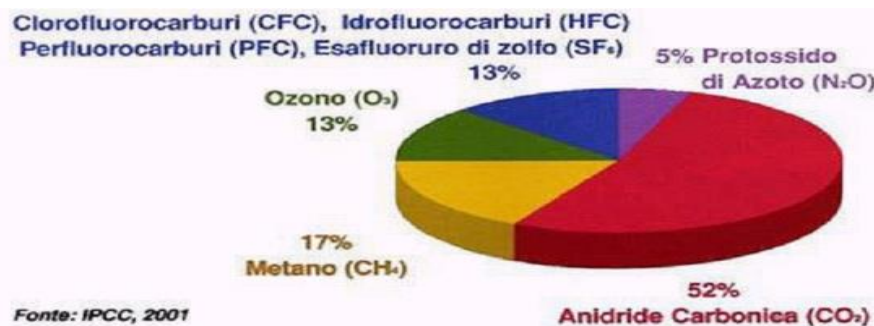
da combustibili fossili, deforestazione, cambio d'uso del suolo

### **Metano (CH<sub>4</sub>):**

da fermentazioni anaerobiche da allevamenti, discariche, colture in sommersione

### **Protossido d'azoto (N<sub>2</sub>O):**

Fertilizzazione dei suoli, processi di sintesi industriale



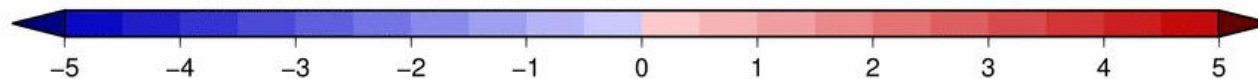
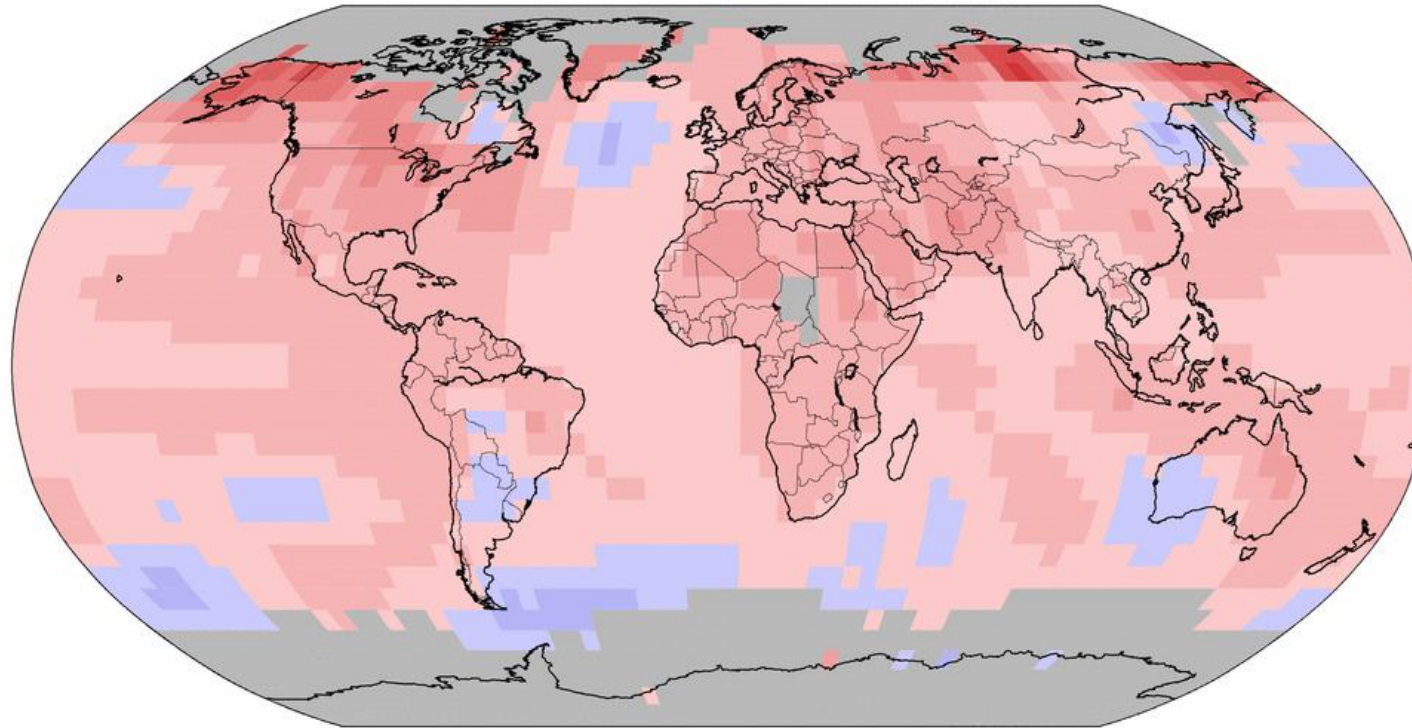
L'agricoltura contribuisce a livello mondiale al 12% delle emissioni di gas serra.

**I sistemi di agricoltura biologica utilizzano il 45% in meno di energia e producono il 40% in meno di gas serra rispetto all'agricoltura praticata con metodi convenzionali (Dati ISPRA).**

**Conseguenze** della maggiore disponibilità di energia sui parametri climatici che governano la produzione primaria e quindi la disponibilità di alimenti:

## TEMPERATURA

Land & Ocean Temperature Departure from Average Jan–Dec 2016  
(with respect to a 1981–2010 base period)  
Data Source: GHCN–M version 3.3.0 & ERSST version 4.0.0



National Centers for Environmental Information  
Wed Jan 11 07:07:27 EST 2017

Degrees Celsius

Please Note: Gray areas represent missing data  
Map Projection: Robinson

Il decennio 2002-2011 è stato **1,3 °C più caldo** del 1850-1899

Gli aumenti di temperatura sono stati **maggiori alle latitudini minori**

Le maggiori temperature determinerebbero **produzioni maggiori nelle regioni temperate** che potrebbero compensare le **produzioni inferiori in quelle tropicali**

L'**areale di coltivazione** di colture mediterranee (vite, olivo, colt. macroterme) **si sposta a latitudini maggiori**

# Conseguenze dell' aumento della temperatura e della concentrazione di CO<sub>2</sub> sull'assimilazione e traspirazione delle piante

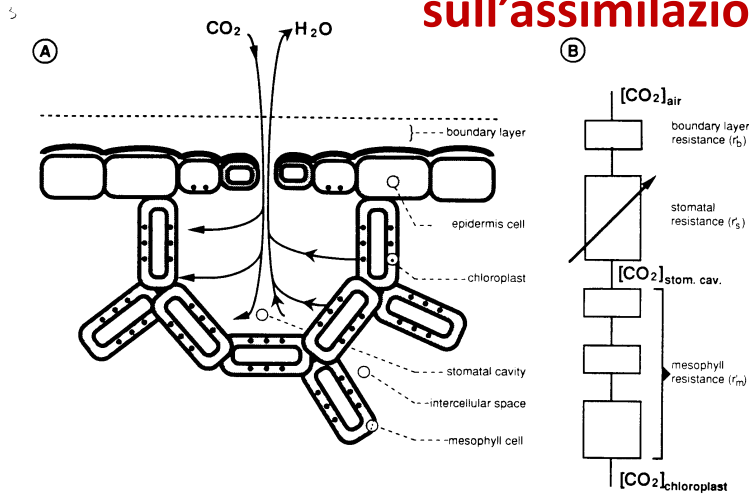


figure 2.1 Cross-section of a leaf through a stoma (a), indicating components of resistances to CO<sub>2</sub> diffusion (b).

CO<sub>2</sub> moves from the air towards the chloroplast inside the leaves

H<sub>2</sub>O moves from inside the leaves to the air

Diffusion rate =  $\frac{\text{concentration difference}}{\text{resistance}}$

$$\text{CO}_2 \text{ flux} = \frac{[\text{CO}_2]_{\text{ext}} - [\text{CO}_2]_{\text{chl}}}{r'_b + r'_s + r'_m}$$

CO<sub>2</sub> flux = net flux of CO<sub>2</sub> into the leaf  
(g CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> (leaf) s<sup>-1</sup>)

[CO<sub>2</sub>]<sub>ext</sub> = CO<sub>2</sub> concentration in the air surrounding the leaf  
(g CO<sub>2</sub> m<sup>-3</sup>)

[CO<sub>2</sub>]<sub>chl</sub> = CO<sub>2</sub> concentration in the air chloroplast  
(g CO<sub>2</sub> m<sup>-3</sup>)

r'<sub>b</sub> = resistance of boundary layer above the leaf surface  
(s m<sup>-1</sup>)

r'<sub>s</sub> = stomatal resistance  
(s m<sup>-1</sup>)

r'<sub>m</sub> = mesophyll resistance  
(s m<sup>-1</sup>)

$$\text{H}_2\text{O transpiration} = \frac{[\text{H}_2\text{O}]_{\text{st cav}} - [\text{H}_2\text{O}]_{\text{ext}}}{r_b + r_s}$$

H<sub>2</sub>O transpiration = leaf transpiration  
(g H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> (leaf) s<sup>-1</sup>)

[H<sub>2</sub>O]<sub>st cav</sub> = H<sub>2</sub>O concentration in the leaf stomatal cavity  
(g H<sub>2</sub>O m<sup>-3</sup>)

[H<sub>2</sub>O]<sub>ext</sub> = H<sub>2</sub>O concentration in the air  
(g H<sub>2</sub>O m<sup>-3</sup>)

r<sub>b</sub> = resistance of boundary layer above the leaf surface  
(s m<sup>-1</sup>)

r<sub>s</sub> = stomatal resistance  
(s m<sup>-1</sup>)

# Conseguenze dell' aumento della temperatura e della concentrazione di CO<sub>2</sub> sull'assimilazione e traspirazione delle piante

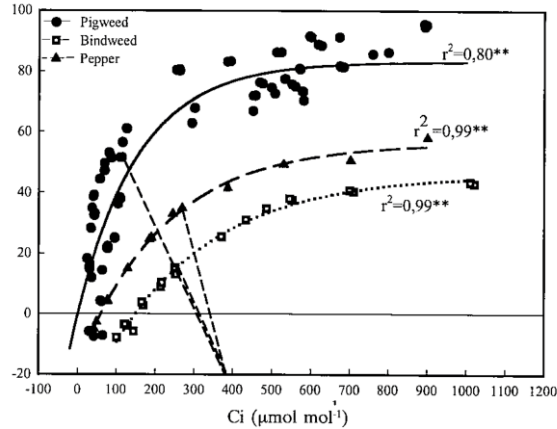


Figure 2. Response of leaf photosynthesis (measured as leaf CO<sub>2</sub> assimilation rate, A) to a range of internal CO<sub>2</sub> concentration (Ci) for single leaves of pepper, pigweed and bindweed, only in irrigated plots (V100, all points obtained from four replicates). Lines are exponential fit for all data points. The dashed lines from the x axis indicate the CO<sub>2</sub> assimilation rate at atmospheric CO<sub>2</sub> concentration (operating Ci).

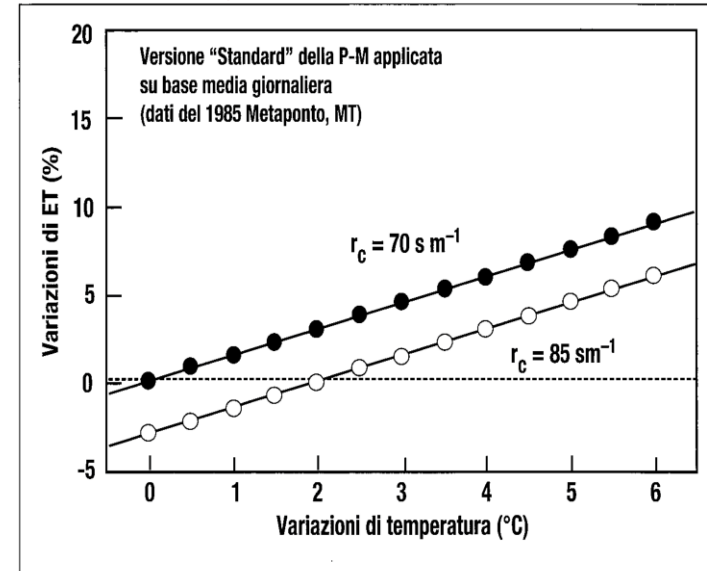


Fig. 4 - Evapotraspirazione di riferimento al variare della temperatura ottenuta applicando l'equazione di Penman-Monteith tal quale e ricalibrando il parametro della resistenza culturale per gli effetti indotti dai cambiamenti climatici.

Figura 8.6 - Relazione stagionale tra la massa secca e l'acqua traspirata dalle piante di arachidi cresciute in serre ad ambiente controllato a concentrazioni di CO<sub>2</sub> tra 350 ppm a 700 ppm. La linea di regressione tratteggiata indica una concentrazione di 350 ppm, mentre quella continua 700 ppm. Le pendenze delle due linee indicano l'efficienza nell'uso dell'acqua WUE

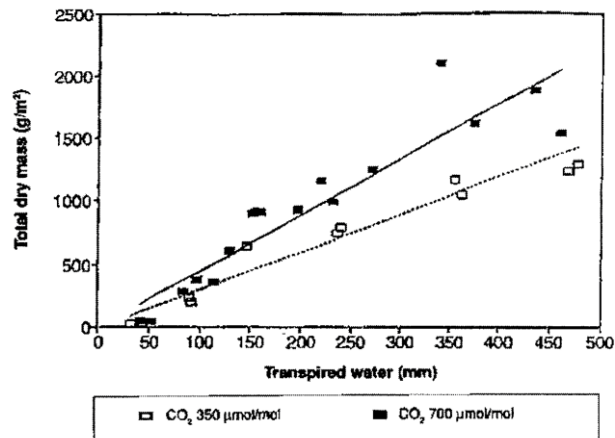
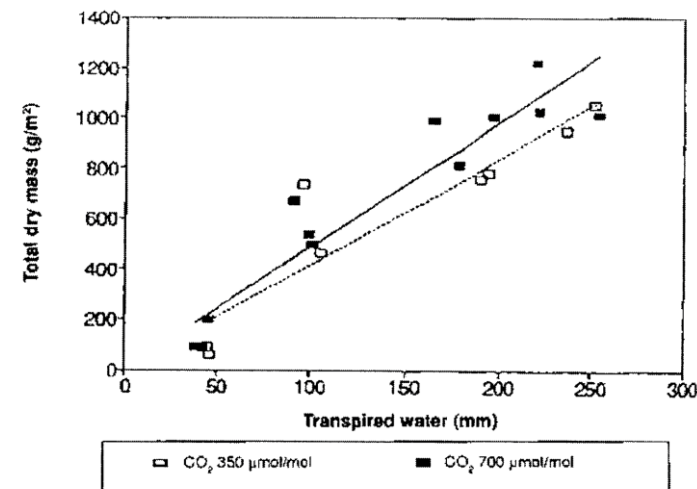
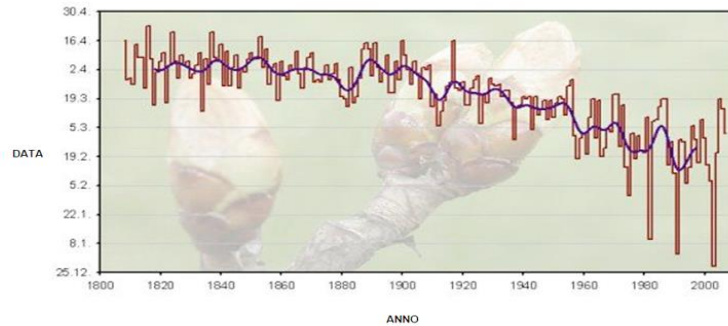


Figura 8.7 - Relazione stagionale tra la massa secca e l'acqua traspirata dalle piante di sorgo

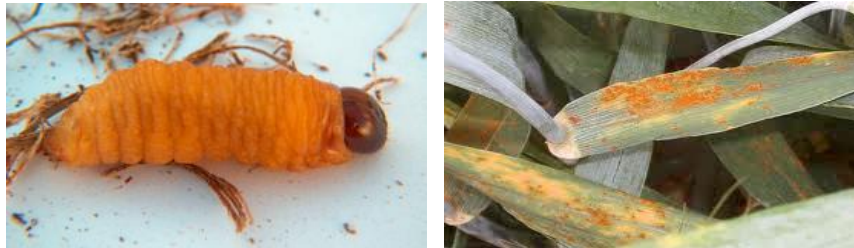


**Conseguenze** della maggiore disponibilità di energia sui parametri climatici che governano la produzione primaria e quindi la disponibilità di alimenti:

## TEMPERATURA



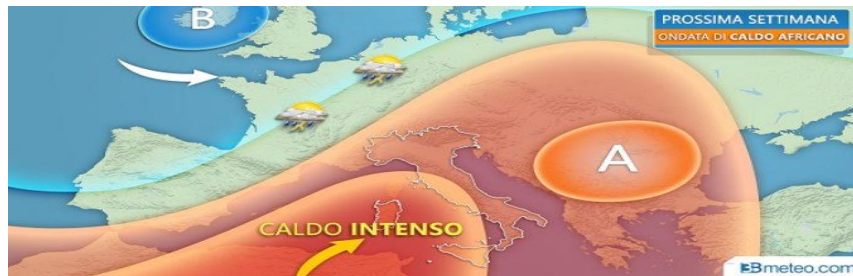
Epoca di spiegamento delle piccole foglie d'ippocastano in ambiente urbano  
([www.meteosuisse.admin.ch](http://www.meteosuisse.admin.ch))



- Modifica della fenologia delle colture con **accorciamento del ciclo ed anticipo delle fenofasi**
- **Minore soddisfacimento del fabbisogno in freddo** per molte colture da frutto

Estensione dell'areale di diffusione di organismi **patogeni termofili** che vengono a contatto con differenti specie vegetali che diventano potenziali ospiti.

Gli inverni più miti permetteranno una maggiore sopravvivenza di molti parassiti quali batteri, funghi ed insetti



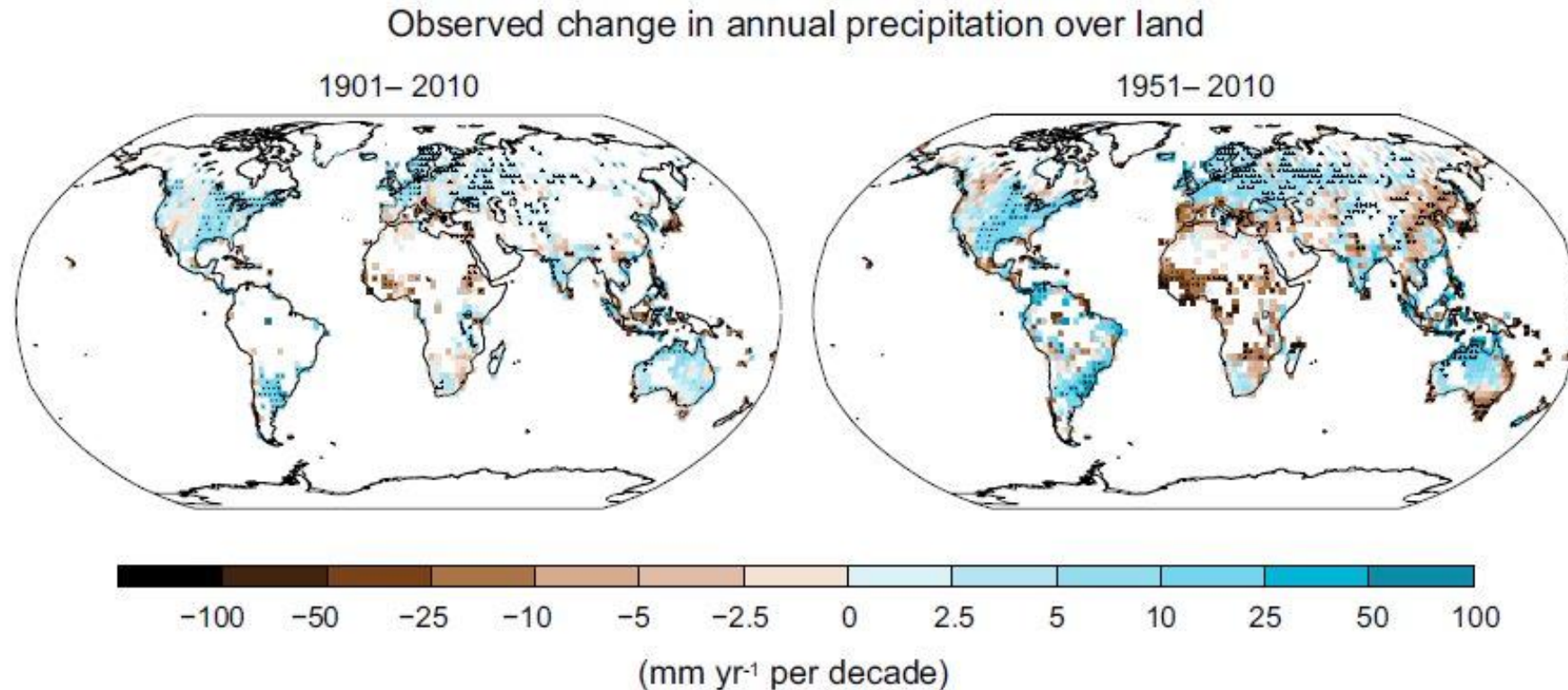
Aumento della frequenza di **eventi estremi** come le **ondate di calore**, ma anche delle **gelate**

**Conseguenze** della maggiore disponibilità di energia sui parametri climatici che governano la produzione primaria e quindi la disponibilità di alimenti:

## PRECIPITAZIONI

Le temperature più alte stanno determinando lo scioglimento delle calotte polari e una maggiore evaporazione da suolo e corpi idrici

Un'atmosfera più calda contiene una maggiore percentuale di umidità, che a sua volta determina più piogge torrenziali



**Sta cambiando il regime idrico, con precipitazioni meno frequenti ma più intense**

**Conseguenze** della maggiore disponibilità di energia sui parametri climatici che governano la produzione primaria e quindi la disponibilità di alimenti:

## PRECIPITAZIONI

Tab. 2.12 — Stima della pioggia utile (mm), in assenza di scorrimento superficiale, con il metodo USDA (SCS)

ET (mm) mensile	Pioggia mensile (mm)															
	12.5	25	37.5	50	62.5	75	87.5	100	112.5	125	137.5	150	152.5	175	187.5	200
	Pioggia utile mensile (mm)															
25	8	16	24													
50	8	17	25	32	39	46										
75	9	18	27	34	41	48	56	62	69							
100	9	19	28	35	43	52	59	66	73	80	87	94	100			
125	10	20	30	37	46	54	62	70	76	85	92	98	107	116	120	
150	10	21	31	39	49	57	65	74	81	89	97	104	112	119	127	133
175	11	23	32	42	52	61	69	78	86	95	103	111	118	126	134	141
200	11	24	33	44	54	64	73	82	91	100	109	117	125	134	142	150
225	12	25	35	47	57	68	78	87	96	106	115	124	132	141	150	159
250	13	25	38	50	61	72	84	92	102	112	121	132	140	150	158	167
<i>RU</i>	20	25	37,5	50	62,5	75	100	125	150	175	200					
<i>F<sub>s</sub></i>	0,73	0,77	0,86	0,93	0,97	1,00	1,03	1,04	1,06	1,07	1,08					

- Riduzione della quantità di **pioggia utile per le colture**
- Distribuzione più concentrata e maggiore alternanza di periodi di **eccessi e carenza idrica**



- Aumento dell'intensità dell'**erosione del suolo**
- Trasporto a valle di **detriti fangosi**



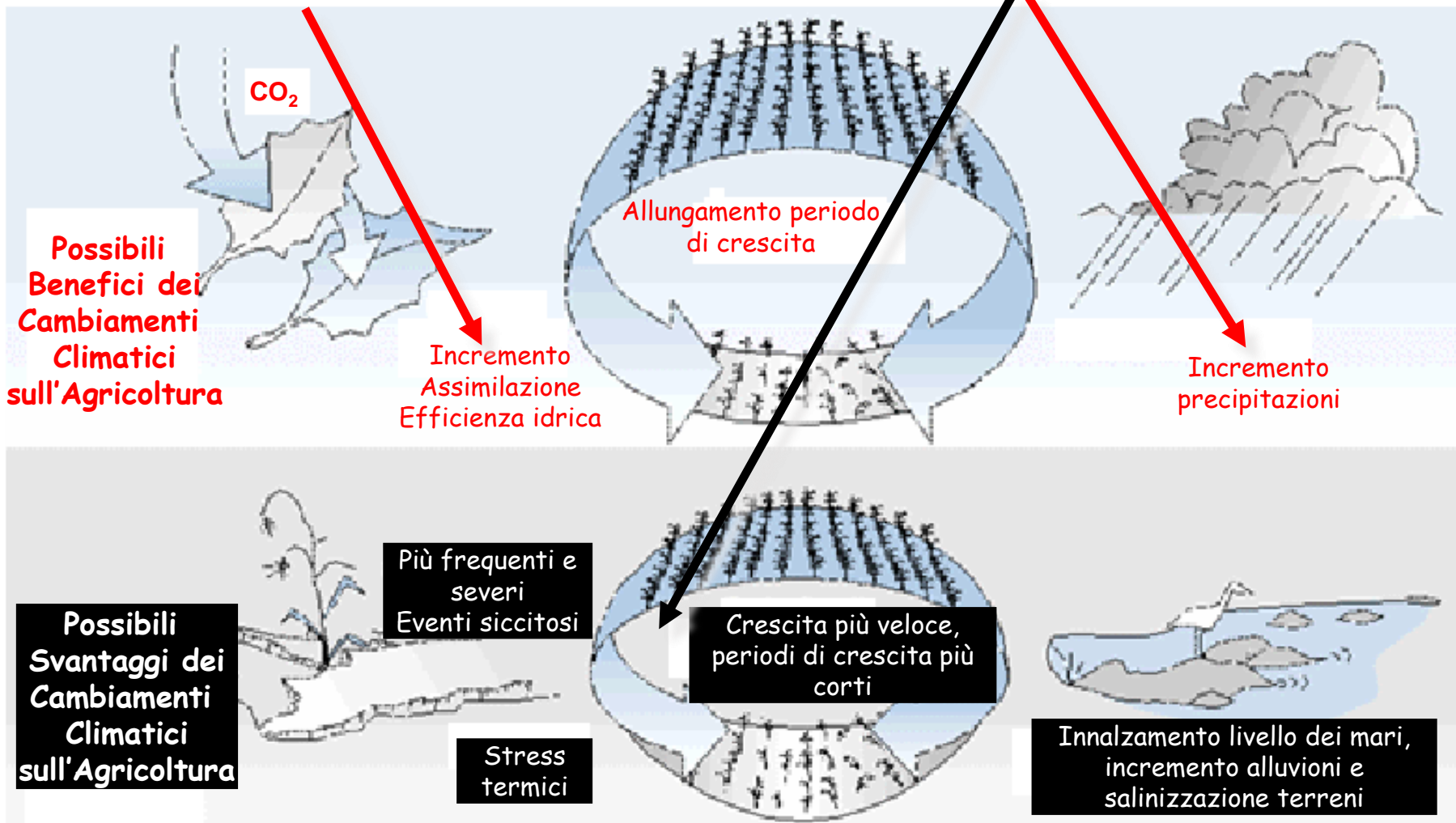
- Aumento nella frequenza di eventi estremi con **alluvioni, grandinate e trombe d'aria**



# In sintesi:

Effetto diretto (var. gas-serra)

Effetto indiretto (var. climatiche)



# L'impatto dei cambiamenti climatici per aree geografiche

Area geografica	Impatto
Sud Africa	-
Africa Sub Sahara (eccetto SA)	--
Centro e Sud America	-
Nord America	+/-
Asia (eccetto ovest)	-
Europa (eccetto Ex-Urss)	+/-
Nord Africa-Ovest Asia	+/-
Oceania	-
Ex Urss	+/-

*Fonte: elaborazioni da Porter et al., 2014*

# **Evoluzione dei sistemi culturali a seguito dei cambiamenti climatici**

## **Scelta delle colture e avvicendamenti:**

Colture erbacee e orticole: più indicate le microterme, colture da energia, areali di colt. per le macroterme, scelta varietale etc.

Colture arboree: per i nuovi impianti scelta del sito di coltivazione per il fabbisogno in freddo, scelta varietale.

## **Sistemazioni idrauliche agrarie:**

Sistemazioni in piano: per il modificato regime delle precipitazioni maggiore ristagno

Sistemazioni in pendio: maggiore erosione e minore immagazzinamento idrico

## **Lavorazioni:**

Aratura: valutare bene i pro (regimazione idraulica, immagazzinamento idrico, controllo infestanti etc.) e i contro (s. organica, bilancio energetico, economico)

## **Impianto delle colture:**

Epoca di impianto:

## **Concimazione:**

C. azotata: rivedere i piani di concimazione in funzione delle reali asportazioni, della mineralizzazione, del regime delle precipitazioni (lisciviazione) etc-

# **Evoluzione dei sistemi culturali a seguito dei cambiamenti climatici**

## **Sostanza organica:**

Maggiore temperatura più elevato tasso di mineralizzazione, rivedere i bilanci della S.O  
In funzione del sistema culturale.

## **Irrigazione:**

Per le colture estive: consumi più elevati, minori apporti naturali (piogge e falda), attingimento più elevato da falda, subsidenza e salinizzazione.

- Azioni per incentivare il risparmio della risorsa idrica.
- Azioni di razionalizzazione delle attività irrigue, al fine di ridurre il rischio di salinizzazione delle falde e di conseguenza dei suoli;
- Azioni per un corretto uso delle acque saline;
- Azioni finalizzate ad incentivare il riutilizzo in agricoltura delle acque reflue depurate;
- Azioni tese alla ricarica della falda;
- Azioni per il ripristino degli equilibri e della funzionalità del sistema idrogeologico;
- Azioni per limitare l'emungimento delle acque sotterranee;

# Strategie di adattamento ai cambiamenti climatici e di intensificazione sostenibile delle produzioni

Strategie per ridurre l'impatto negativo dei cambiamenti climatici e per sostenere le produzioni:

- **Scelta delle specie** (più indicate le microterme), **delle varietà** e per le arboree del sito e del fabbisogno in freddo; **Miglioramento genetico**
- **Sistemazioni idrauliche** in pianura x ristagno in collina x immagazzinamento idrico;
- **Lavorazioni** minime per ridurre le emissioni di CO<sub>2</sub>;
- **Epoca di impianto**;
- **Controllo delle infestanti**;
- Corretta **programmazione irrigua**;
- **Precision farming** per un uso più efficiente delle risorse;

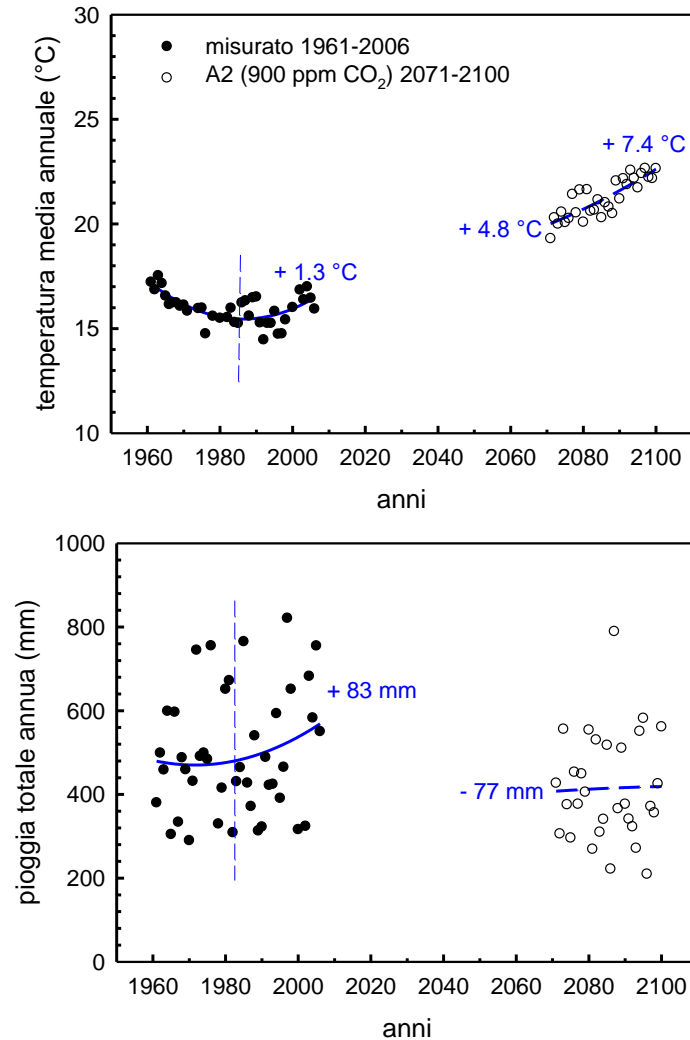
# Strategie di mitigazione ai cambiamenti climatici e di intensificazione sostenibile delle produzioni

Strategie che agiscono sulle cause del cambiamento climatico e finalizzate alla riduzione dei gas serra:

- **Riduzione delle emissioni:** gestione dei residui colturali, minime lavorazioni, gestione dei reflui zootecnici, gestione concimazione azotata, gestione delle risaie e delle condizioni di anaerebiosi del suolo.
- **Stoccaggio della CO<sub>2</sub> nel suolo:** coltivazione di specie ad alta efficienza fotosintetica, interrimento dei residui colturali, coltivazione di aree abbandonate, forestazione produttiva, LCA analisi del sistema colturale e **crediti di carbonio**.
- **Riduzione delle emissioni da combustibili fossili:** coltivazione di biomasse da energia (termica, etanolo, biodisel etc).

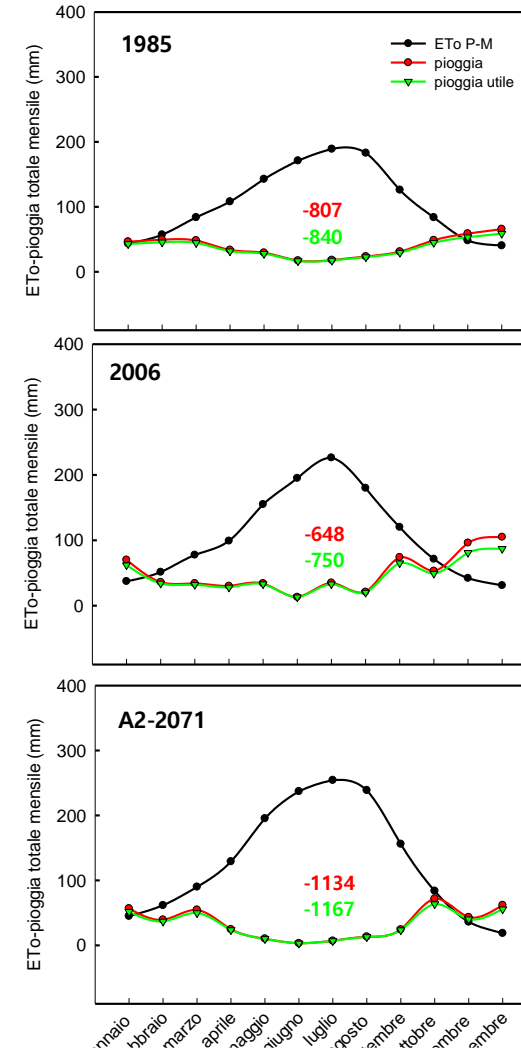
# Attività 4.1/3 – Simulazione di scenari irrigui

## Trend Climatico



Temperature medie e precipitazioni totali annue del periodo 1960-2100 misurate a Metaponto e previste per lo scenario A2

## Bilancio idrico semplificato

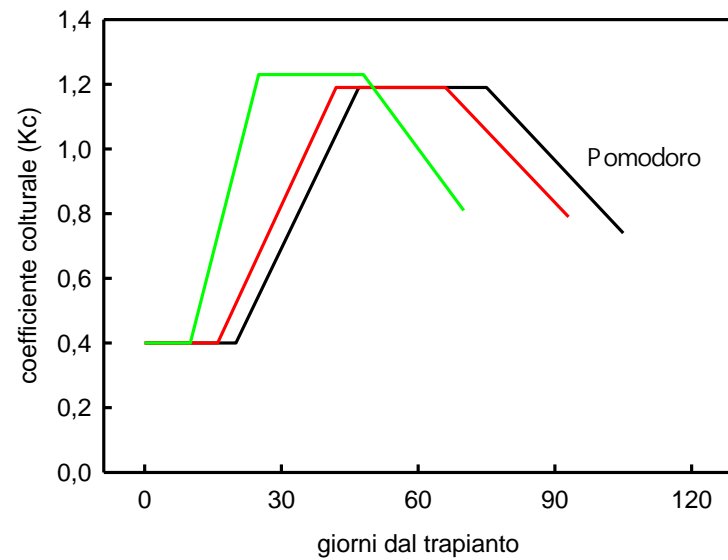
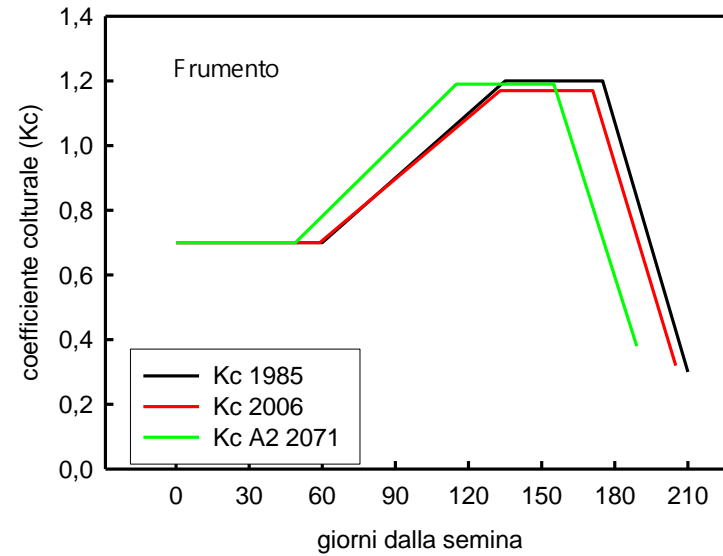


Evapotraspirazione di riferimento e piogge totali e utili mensili secondo il trend osservato nel 1985 e 2006 e quello previsto nello scenario A2 del 2071

# Attività 4.1/3 – *Simulazione di scenari irrigui*

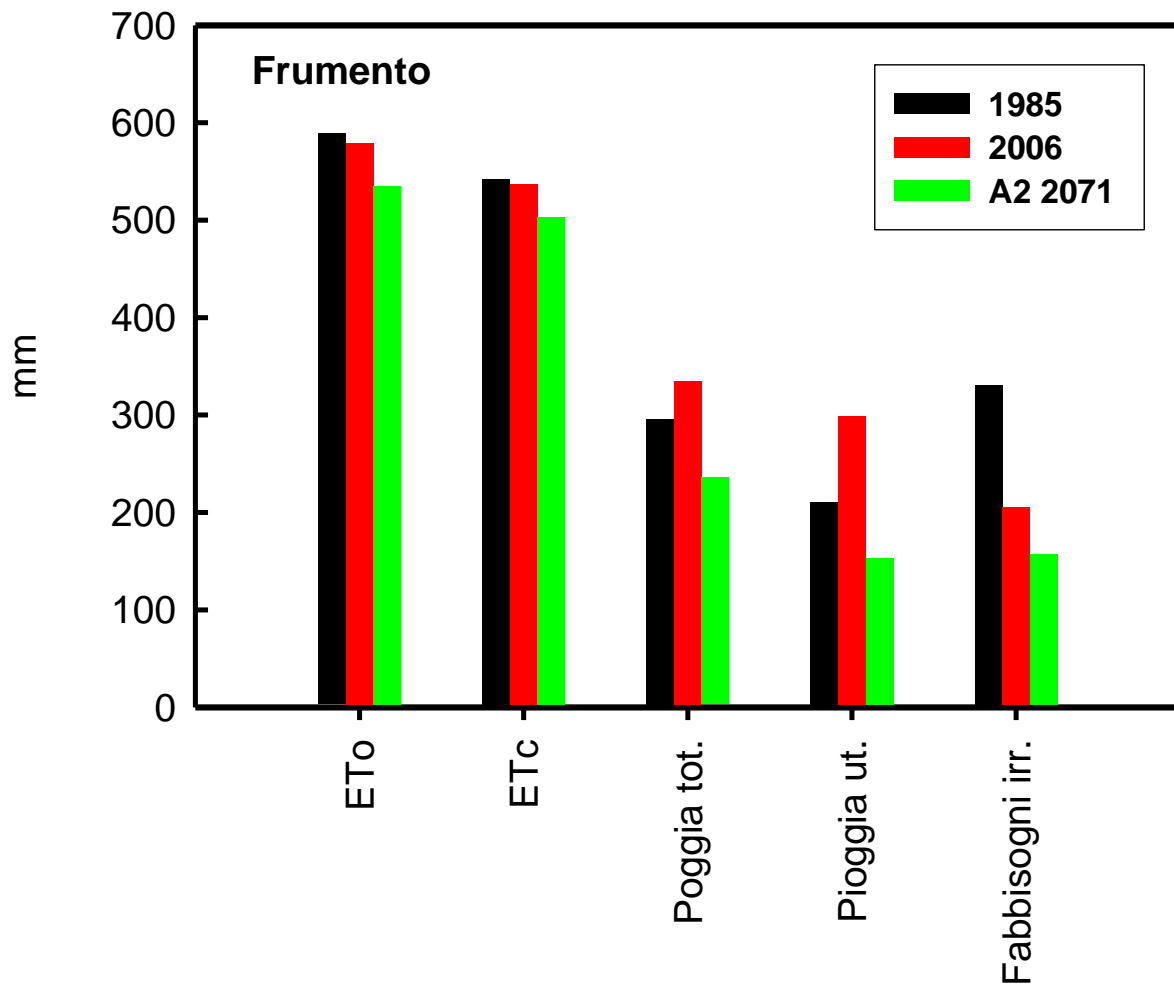
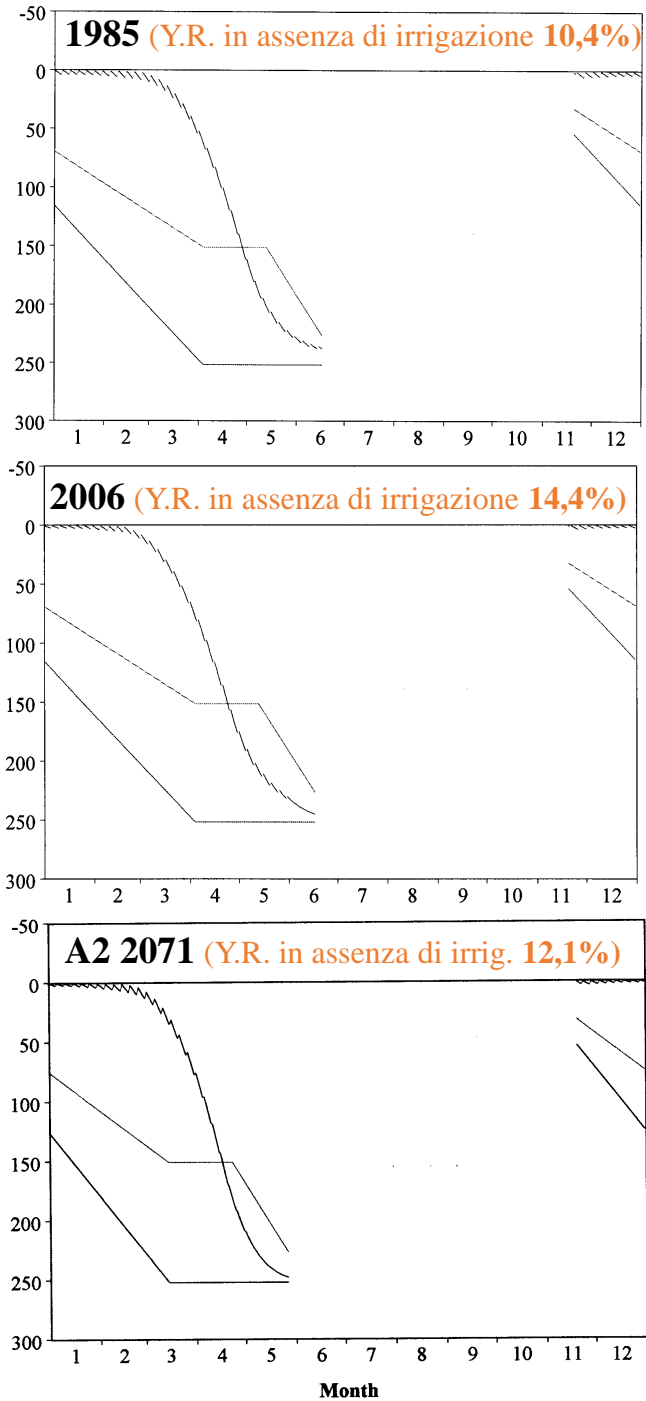
## Consumi idrici ed irrigui e deficit idrici di frumento e pomodoro nei tre scenari

### Parametri relativi alla coltura: Coefficienti colturali



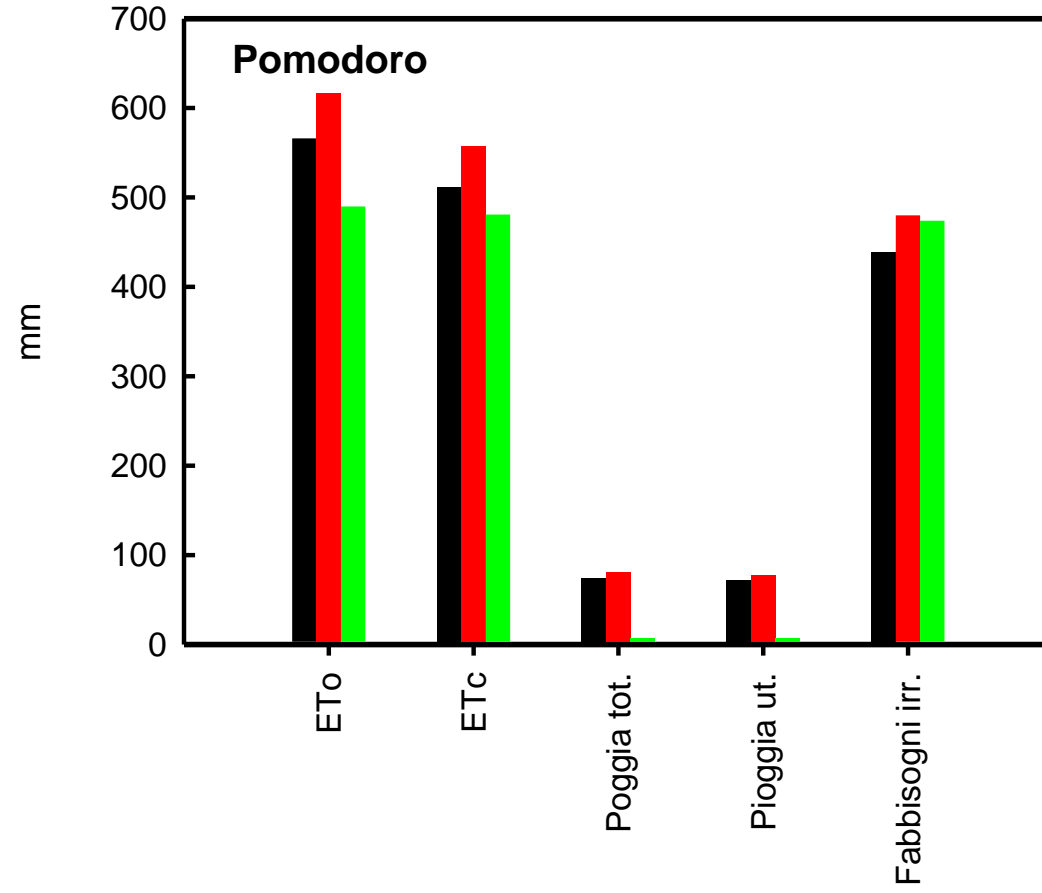
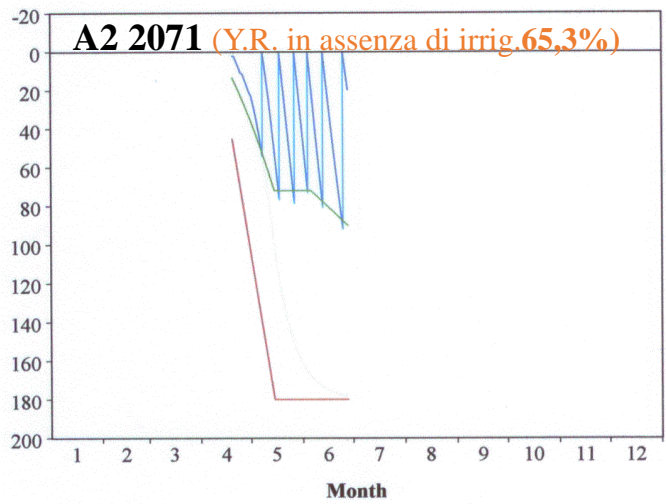
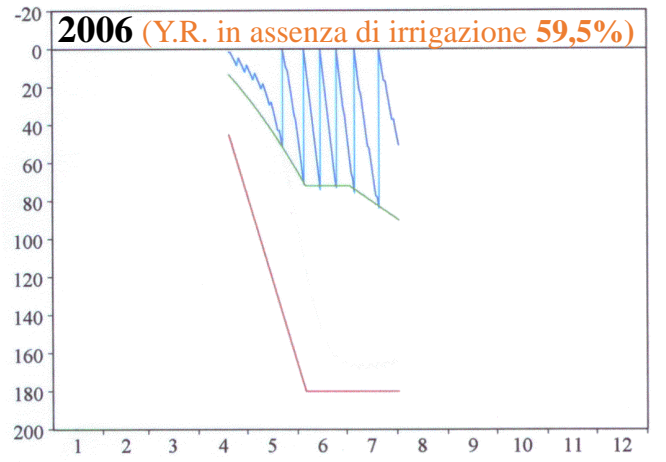
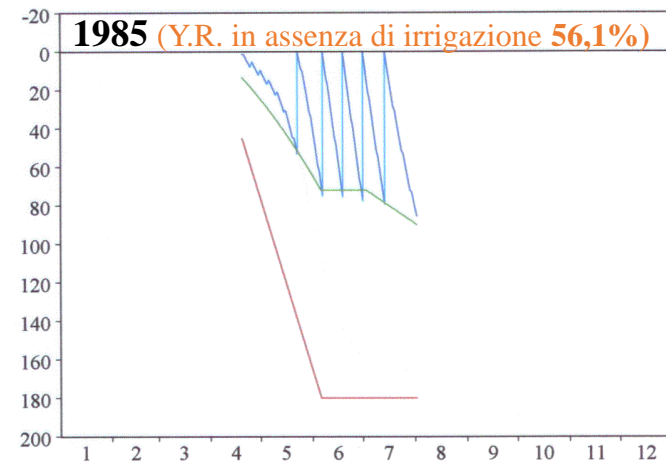


# Consumi idrici ed irrigui e deficit idrici del frumento nei tre scenari



Bilancio idrico e risposta produttiva del frumento secondo il trend osservato nel 1985 e 2006 e quello previsto nello scenario A2 del 2071

## Consumi idrici ed irrigui e deficit idrici del Pomodoro nei tre scenari



Bilancio idrico e risposta produttiva del Pomodoro secondo il trend osservato nel 1985 e 2006 e quello previsto nello scenario A2 del 2071

## **Attività 4.1/3 – *Simulazione di scenari irrigui (area del metapontino)***

### **Prime “parziali” conclusioni**

- Il modello di simulazione climatica conferma la tendenza misurata nell'ultimo decennio ad un significativo aumento delle temperature (dell'ordine 0,06 °C/anno) e ad una riduzione delle precipitazioni totali annue di circa il 15% (rispetto al 1985) di cui si modifica la distribuzione durante l'anno a favore dei periodi autunnali e primaverili.
- L'aumento delle temperatura e la concomitante prevista riduzione delle precipitazione porta ad un aumento del deficit idrico potenziale annuo.
- **Per le colture a ciclo autunno-primaverile, come il frumento, non si prevede un ulteriore aumento del deficit idrico rispetto all'attualità. La riduzione dei consumi idrici (per la riduzione della durata del ciclo colturale e, in parte, per la parziale chiusura stomatica) in concomitanza con la più favorevole distribuzione delle piogge, andranno probabilmente a compensare la maggiore domanda evapotraspirativa dell'ambiente determinata dall'aumento della temperatura.**
- **Per le colture a ciclo primaverile-estivo, come il pomodoro, si prevede invece un consistente aumento del deficit idrico e, quindi, dei fabbisogni irrigui. Per le colture che svolgono il loro ciclo in questo periodo dell'anno, infatti, il consistente aumento della domanda evapotraspirativa dell'aria non riesce ad essere compensato dalla riduzione del ciclo colturale e dalla parziale chiusura stomatica.**



# Il ruolo dell'avvicendamento nei sistemi colturali in biologico



22 Ottobre 2020 9.30 – 12.30

**Convegno web su piattaforma Teams**

**La valutazione della sostenibilità dei sistemi granicoli biologici**

# MONOCOLTURA

## Vantaggi

- Semplicità del processo produttivo;
- Elevata specializzazione professionale degli operatori agricoli e della manodopera;
- Limitazione del parco macchine ed elevata specializzazione;
- Riduzione dei costi di produzione;

## Svantaggi

- **Stanchezza del terreno:** diminuzione della produzione unitaria della coltura per troppo tempo ripetuta su se stessa a sullo stesso terreno a causa del decadimento della fertilità del terreno

# Stanchezza del terreno

## Motivi

- **Sviluppo di parassiti specifici sia vegetali che animali** per la continua presenza nel tempo dell'ospite (i parassiti più dannosi sono quelli che si spostano lentamente (fusarium, verticillium, orobanche, nematodi, cuscuta, ecc.);

## STRATEGIE:

- le specie avvicendate non devono condividere gli stessi patogeni
- Inserire nell'avvicendamento specie ad azione biocida (***crucifere***)
- Oculata gestione dei residui colturali

# Stanchezza del terreno

## Motivi

- **Diffusione di popolazioni di infestanti di difficile controllo.** Ogni coltura seleziona le malerbe con germinazione e ciclo contemporaneo e che disseminano prima o contemporaneamente alla raccolta.
- **STRATEGIE:** - avvicendare con specie da sfalcio prima dell'allegagione (***erbai, prati, colture da biomassa***)
- - avvicendare con specie a ciclo colturale differente (autunno primaverile vs primaverile estivo)
- - avvicendare colture a semina fitta (con utilizzo di erpice strigliatore) con colture sarchiate
- - Oculata gestione del piano di lavorazioni del terreno

TAB. 2.12. - *Influenza della rotazione agraria sulla quantità e qualità (specie) delle malerbe. (Catizone, 1979)*

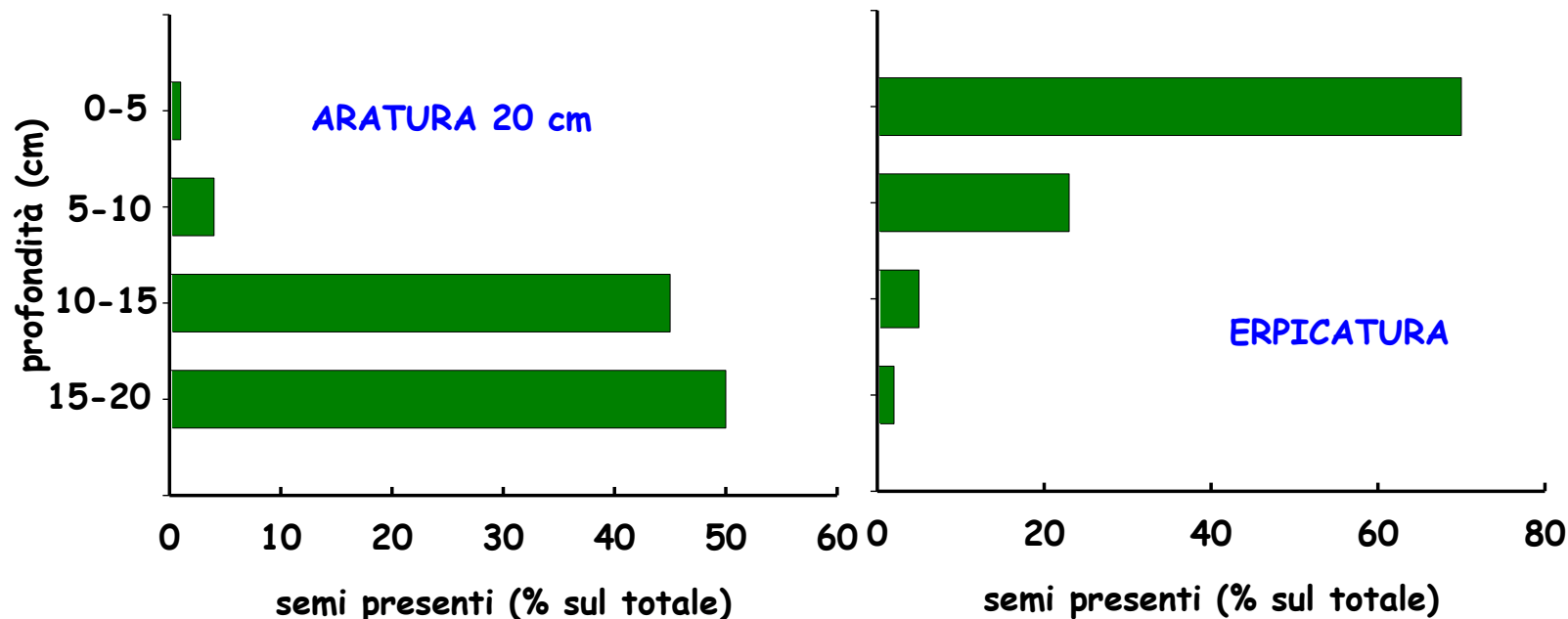
Tipo di rotazione*	Plantule di malerbe (milioni ha <sup>-1</sup> )	Frequenza percentuale delle specie più rappresentate					
		<i>Alopecurus myosuroides</i>	<i>Arabidopsis thaliana</i>	<i>Chenopodium polyspermum</i>	<i>Setaria</i> sp.pl.	<i>Calepina corvini</i>	<i>Matricaria chamomilla</i>
Grano continuo	146	70	13	6	3	1	3
Mais-grano	70	35	17	12	15	6	2
Novennale con mais, grano e medica	79	17	23	6	7	2	24

\* I rilievi sono stati eseguiti, per tutti i tipi di rotazione, sulla coltura di grano.

# Stanchezza del terreno

## Motivi

- **Diffusione di popolazioni di infestanti di difficile controllo.** Ogni coltura seleziona le malerbe con germinazione e ciclo contemporaneo e che disseminano prima o contemporaneamente alla raccolta.
- STRATEGIE: - avvicendare con specie da sfalcio prima dell'allegagione (erbai, prati, colture da biomassa)
- - avvicendare con specie a ciclo colturale differente (autunno primaverile vs primaverile estivo)
- - avvicendare colture a semina fitta (con utilizzo di erpice strigliatore) con colture sarchiate
- - Oculata gestione del piano di lavorazioni del terreno





# Stanchezza del terreno

Motivi

➤ **Squilibri nutrizionali in relazione agli elementi di cui la coltura è particolarmente esigente**

➤ **STRATEGIE:** - le specie avvicendate devono avere una composizione chimica, e quindi esigenze nutrizionali, quanto più differenti possibile

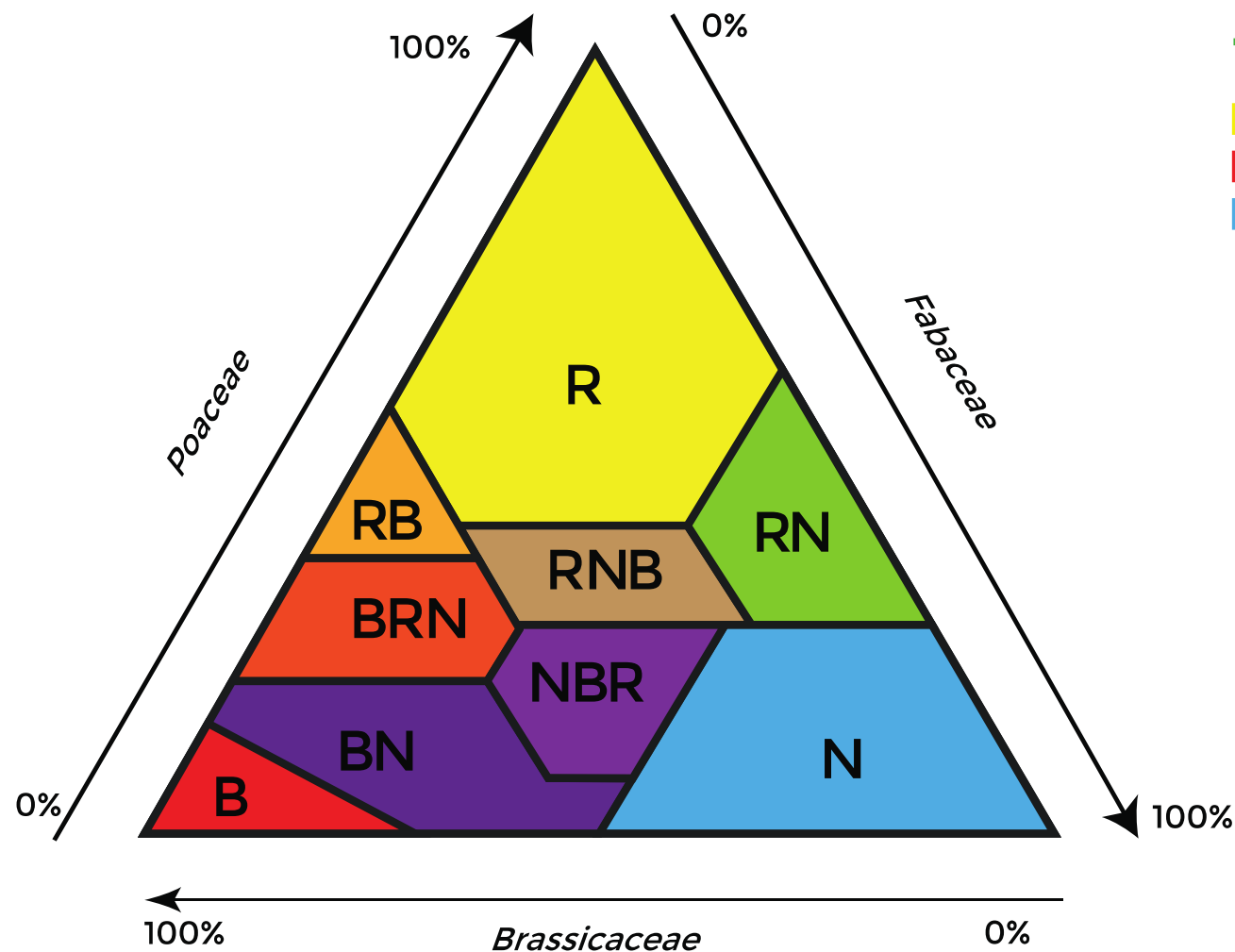
➤ - Inserire le **leguminose** in avvicendamento

➤ - Oculata gestione dei residui colturali

➤ - Fertilizzazione organica

Coltura	N asportato (Kg/ha)	N Fissato(Kg/ha)
Soia	10-115	3-77
Fagiolo	25-125	7-85
Cece	24-84	11-50
Lenticchia	129-192	93-165
Pisello	83-189	51-154
Fava	138-237	88-218
Medica	138-224	59-96
Trifoglio ladino	200	170
Trifoglio sotterraneo	180	158

NELLA FIGURA CHE SEGUE È RIPORTATO, IN UNO SCHEMA A TRIANGOLO, IL CONTRIBUTO RELATIVO CHE LE SINGOLE FAMIGLIE BOTANICHE POSSONO FORNIRE SE CONSOCIATE IN UN MIX DI **CSA**. LA TIPOLOGIA DI SERVIZIO AGROECOLOGICO FORNITO È PERCIÒ FUNZIONALE ALLA PERCENTUALE DELLA SINGOLA FAMIGLIA SUL TOTALE. DEVE ESSERE QUINDI L'OPERATORE A SCEGLIERE L'INCIDENZA DELLA FAMIGLIA ALL'INTERNO DEL MIX AL FINE DI OTTENERE LA TIPOLOGIA DI SERVIZIO, O LA COMBINAZIONE DI SERVIZI, PIÙ ADATTA ALLE ESIGENZE SPECIFICHE.



## TIPOLOGIA DI SERVIZIO

- R Rinettante
- B Biocida
- N Nutrizionale

FIGURA A CURA DI CANALI S. E CIACCIA C.