

An aerial photograph of a rural landscape featuring various agricultural fields. In the foreground, there are large, rectangular plots of land, some covered with green plastic mulch and others with rows of young plants. A dirt road or path runs through the fields. In the background, a small town or village is visible, followed by a large body of water (likely a lake or bay) and distant mountains under a clear sky. The text "Bilancio idrico del suolo" is overlaid in yellow on the central part of the image.

# Bilancio idrico del suolo

Luigi Mariani

# Il portato dei lavori di zonazione viticola

**In ogni terroir**

**C'è una vocazionalità media (VM)**

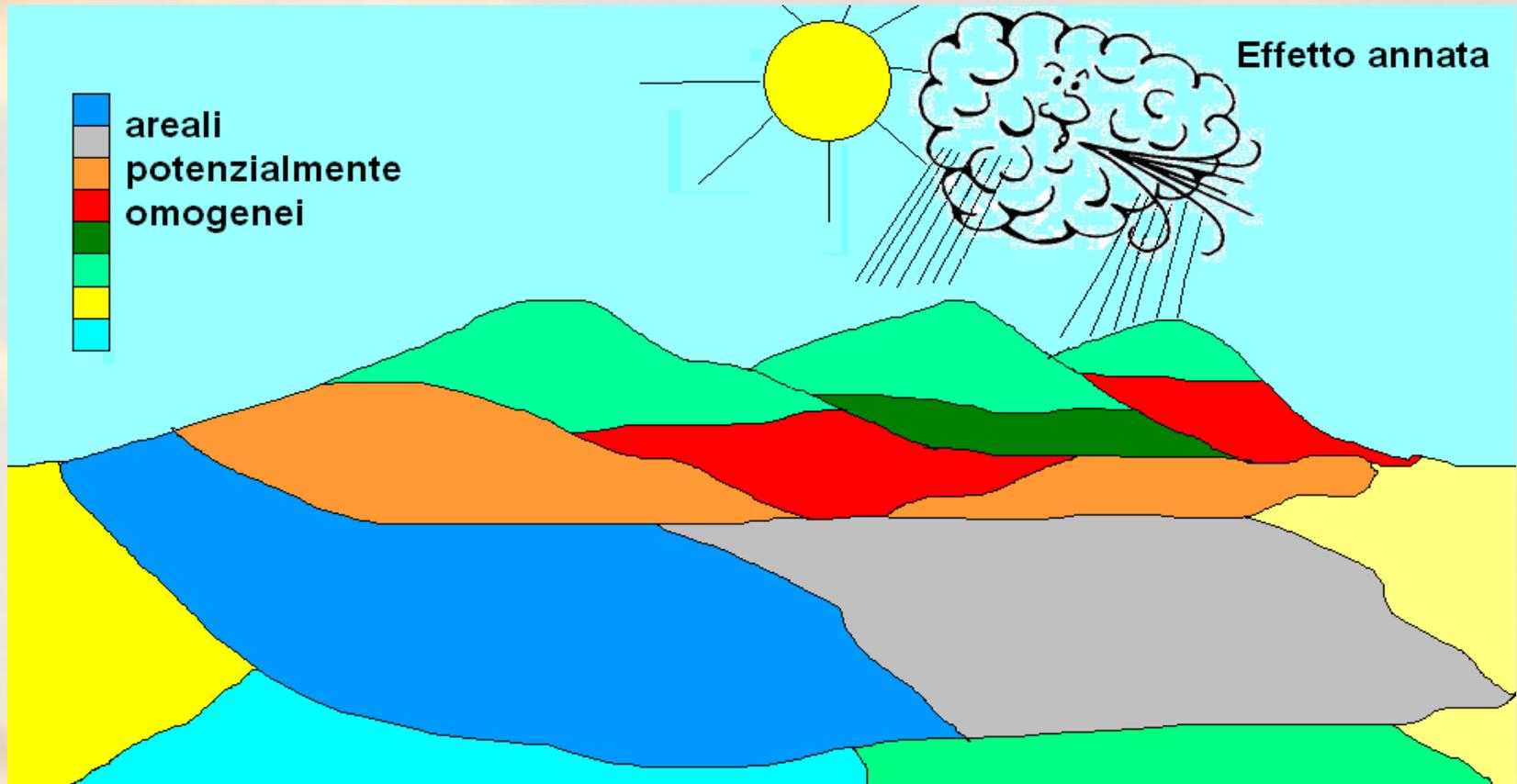
espressione del clima inteso come i valori medi delle variabili atmosferiche su un numero congruo di anni (in genere 30)

**C'è un potente effetto annata (EA):**

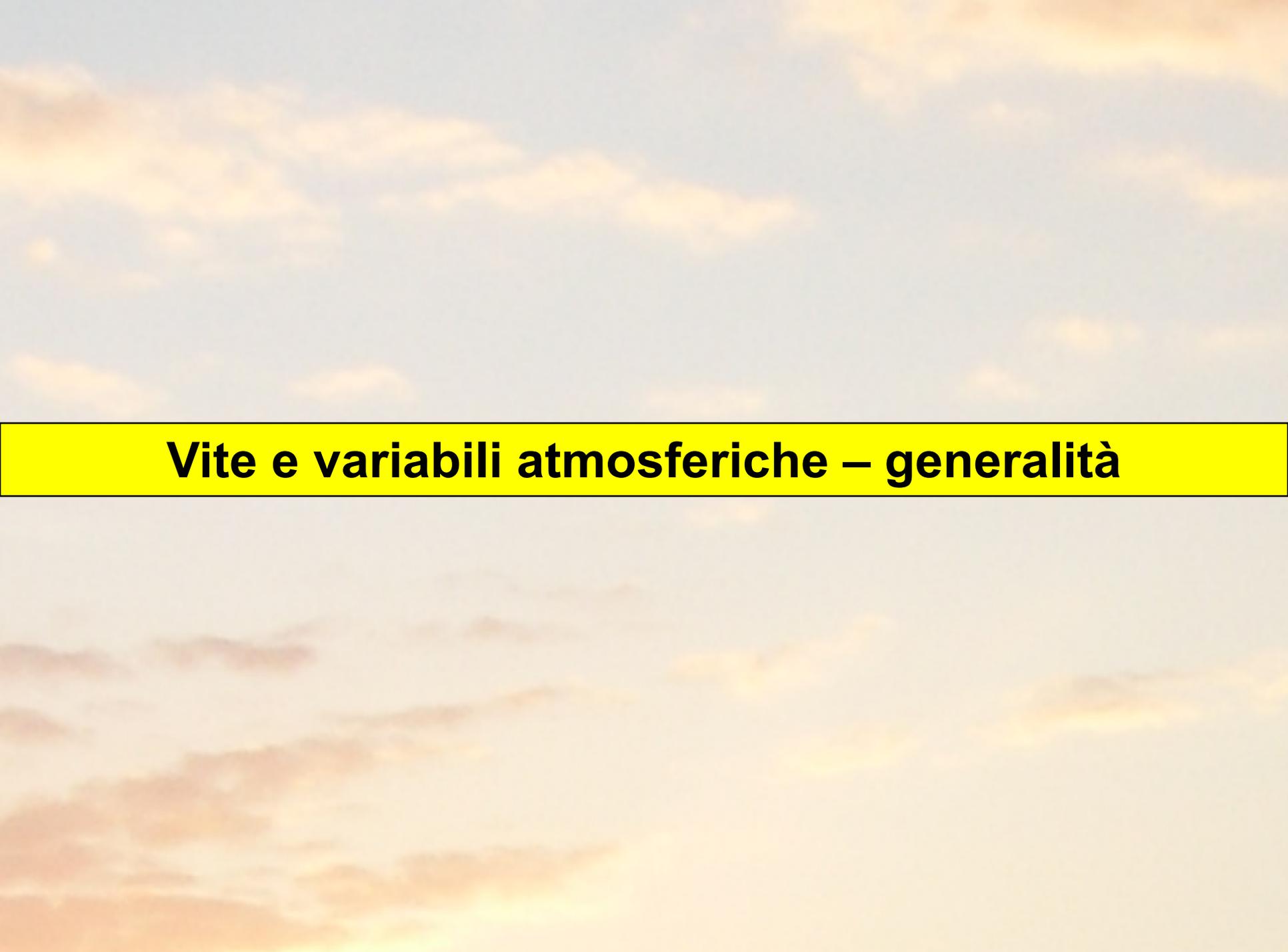
C'è la meteorologia come variabilità “giorno per giorno” che si ripercuote anche sul suolo (attraverso l'idrologia agraria)



# Vocazionalità media ed effetto annata



- **definizione della vocazione del territorio** ai diversi vitigni
- **studio dell'effetto annata:** si valuta come l'effetto annata modifica la vocazionalità media (base: dati meteo in tempo reale, osservazioni fenologiche, ecc. )



# **Vite e variabili atmosferiche – generalità**

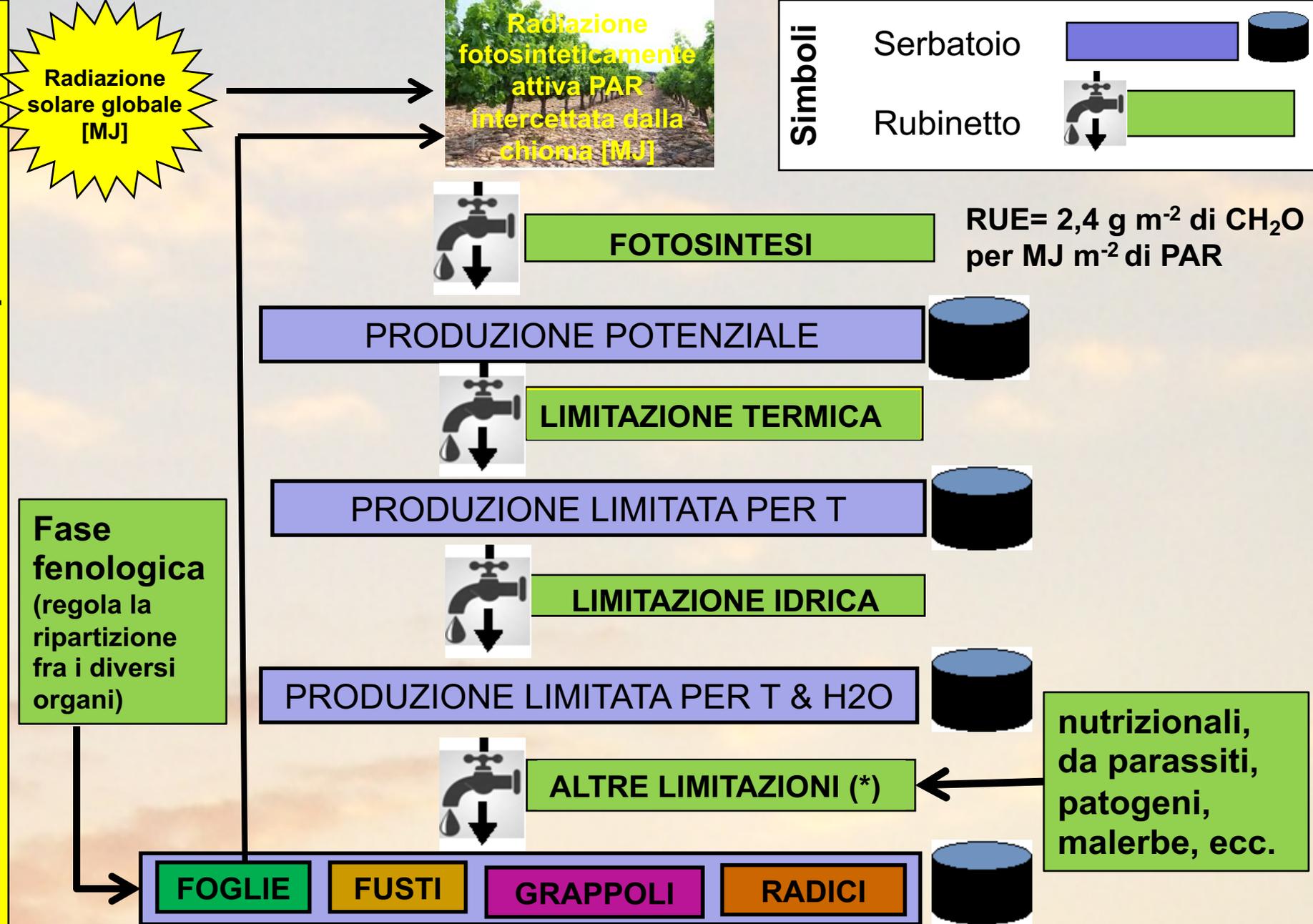
# Vite come sistema



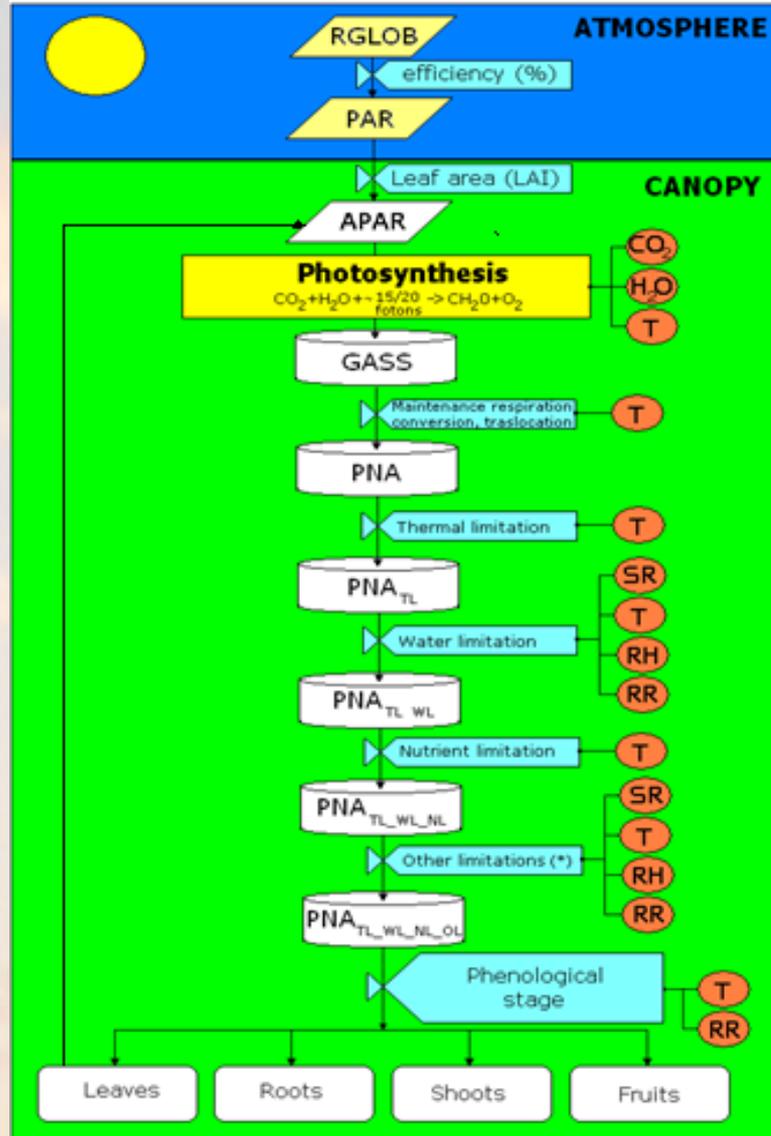
***Vite= essere fotoautotrofo***

1. **Sole** come fonte di energia
2. **Fotosintesi** come processo che trasforma la radiazione in energia di legame chimico della sostanza organica prodotta a partire da  $\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$  (quando frequentavo l'università avevamo 310 ppmv di  $\text{CO}_2$  mentre oggi ne abbiamo 400 -> il potenziale produttivo per le  $\text{C}_3$  è aumentato del 18%).
3. **Organi di accumulo** della sostanza organica (foglie, fusto, radici, organi di riserva)

# Vite – schema di modello di produzione



Cola G, Mariani L, Salinari F, Civardi S, Bernizzoni M, Gatti M, Poni S (2014). Description and testing of a weather-based model for predicting phenology, canopy development and source–sink balance in vitis vinifera L. cv. Barbera, Agricultural and Forest Meteorology, 184 (2014) 117–136



### 1 m<sup>2</sup> di vigneto

1 luglio - tempo stabile e soleggiato

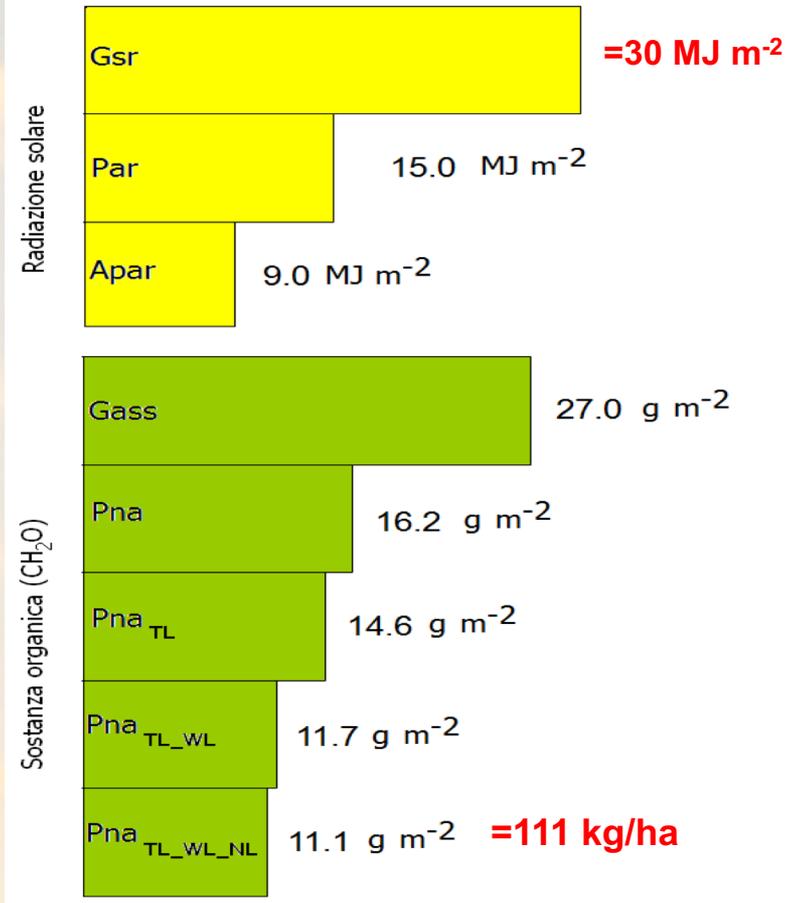
PAR intercettata dalla canopy=60%

RUE=3 g MJ<sup>-1</sup>

Perdite di traslocaz. e

respiraz. di mantenimento=40%

Limitazioni: TL=20%; WL=10%; NL=5%



SR=radiazione solare globale, T=temperatura, RH=umidità relativa, RR=precipitazione

#### BIBLIOGRAFIA

- Cola G, Mariani L, Salinari F, Civardi S, Bernizzoni M, Gatti M, Poni S (2014). Description and testing of a weather-based model for predicting phenology, canopy development and source-sink balance in vitis vinifera L. cv. Barbera, Agricultural and Forest Meteorology, 184 (2014) 117-136

Mariani L., 2017. Carbon plants nutrition and global food security, Eur. Phys. J. Plus (2017) 132 : 69

## metodi adottati per regolare i "rubinetti" = Curve di risposta

Effetto della temperatura -> Ore normali di caldo o di freddo (chill units)  
(curve di risposta alla temperatura)

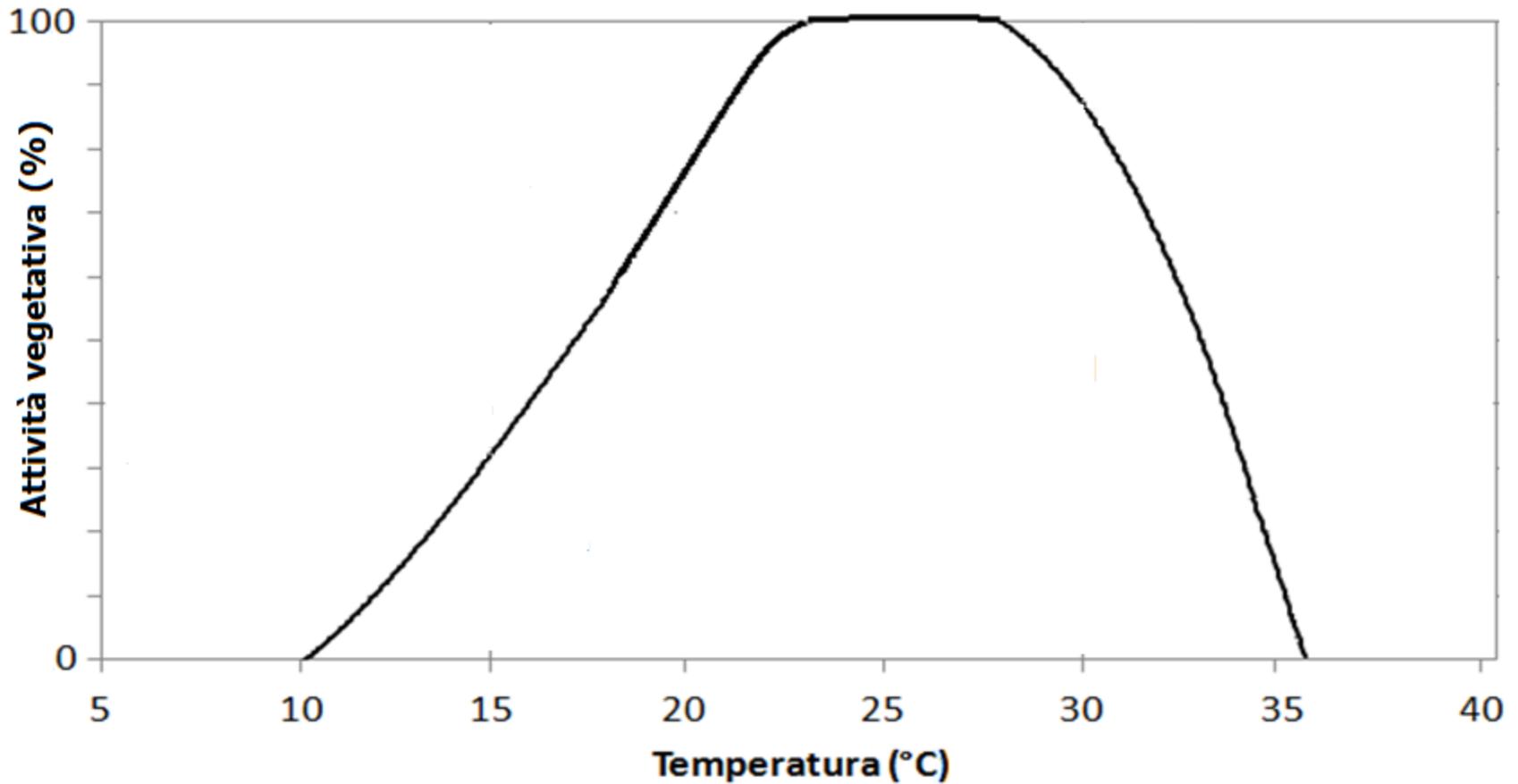
Effetto dell'acqua -> curva di risposta specifica applicata al contenuto idrico del suolo calcolato con bilancio idrico

Effetto dei nutrienti -> Legge di Mischelrich (curva di risposta ai livelli di nutrienti)

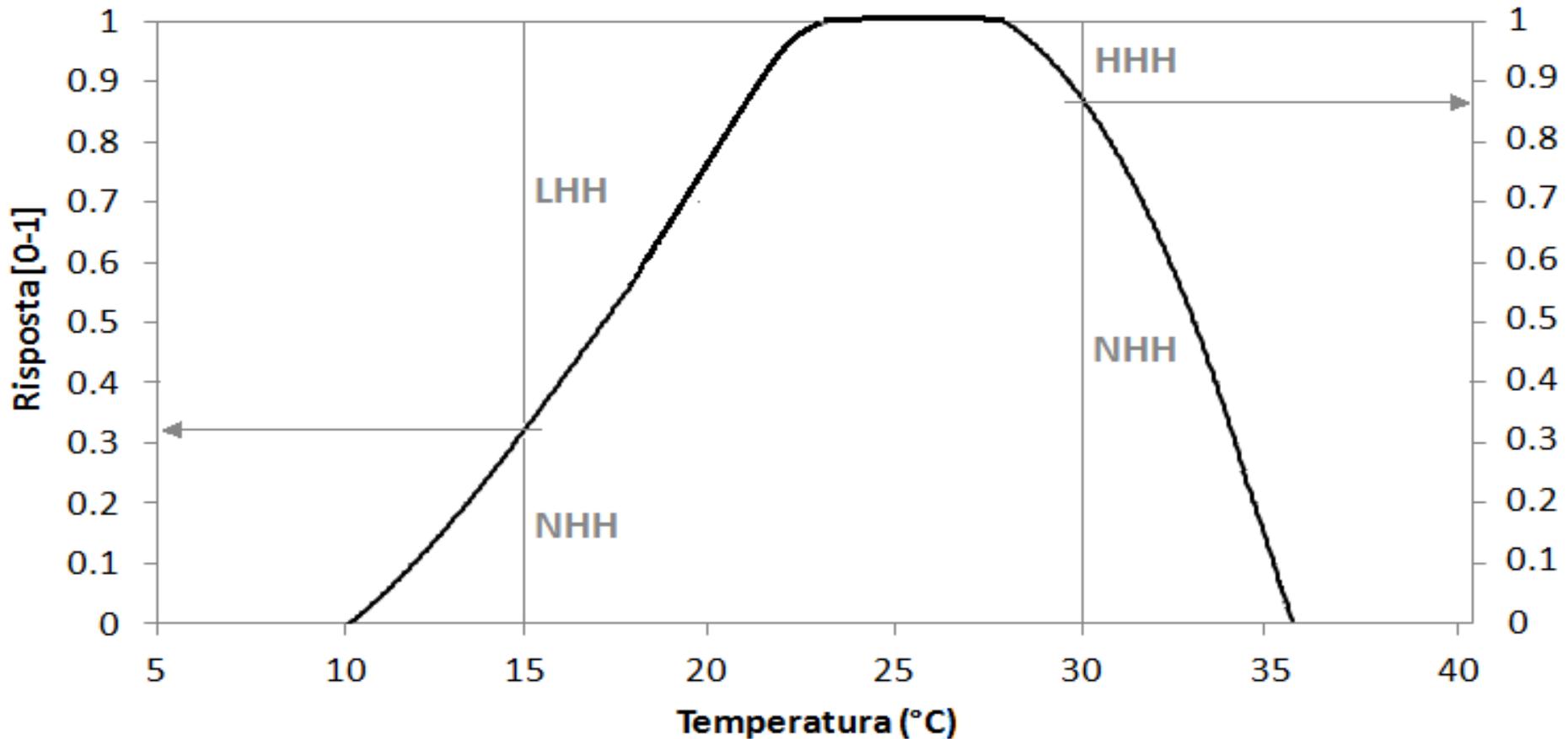
Effetto dei patogeni fungini, dei parassiti, delle malerbe, ecc. -> curve di risposta specifiche

Fenologia: soglie di raggiungimento delle diverse fasi definite in base alle risorse termiche (NHH) stimate con curva di risposta.

# Rapporto fra attività vegeto-produttiva della vite e temperatura



# Traduzione in curva di risposta

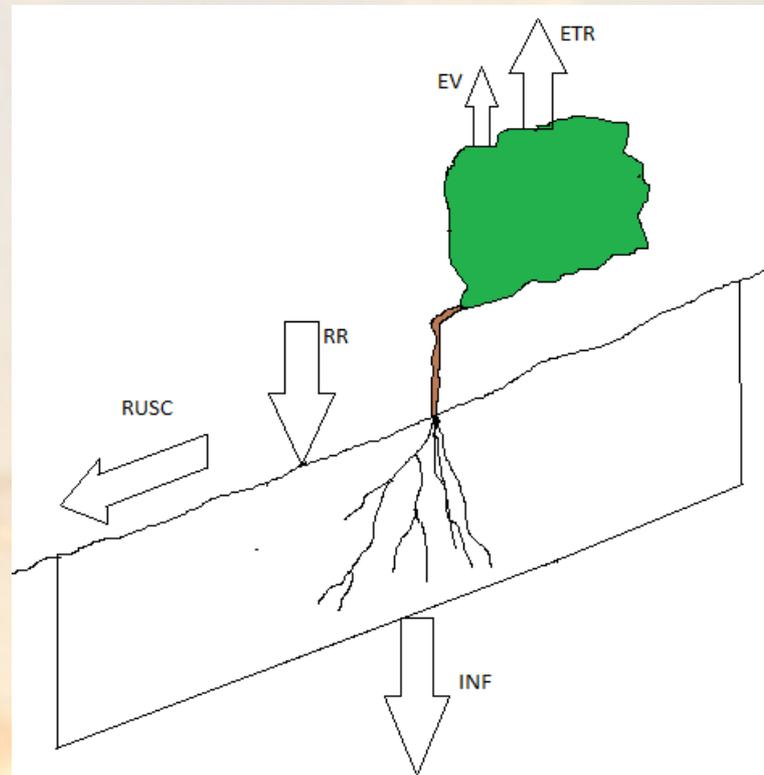


Un'ora trascorsa a 15°C vale 0,32 NHH, 0,68 LHH.  
Un'ora trascorsa a 30°C vale 0,87 NHH e 0,13 HHH.

# Stress da carenza idrica - Metodo

**approccio:** si segue il contenuto idrico del suolo con un bilancio idrico e poi si applica una curva di risposta.

**bilancio idrico:** a passo giornaliero riferito ad un terreno con una data dimensione del serbatoio massimo invasabile (CC-PAP) per lo strato esplorato dalle radici



## Stress da carenza idrica - Metodo

**Equazione di bilancio** (conservazione della massa riferita al serbatoio terreno):

$$C_{i_{d+1}} = C_{I_d} + RR_u - ET_0 d * k_c * WLFR + RIS\_falda - Infiltraz$$

Bilancio portato avanti su un periodo lungo per evitare effetti di "memoria" del sistema (in questo lavoro si è operato sul pluriennio 1973-2019).

# Stime di evapotraspirazione

Svolte con il metodo di Hargreaves e Samani:

$$ET_0 = 0.0023 * (T_x - T_n)^{0.5} * (T_d + 17.8) * Ra / 2.45$$

dove:

$ET_0$  = flusso evapotraspirativo in  $\text{mm d}^{-1}$

$Ra$  = radiazione solare extraterrestre espressa in  $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$  ricavabili da una apposita tabella presente nel quaderno FAO 56 e che viene convertita in  $\text{mm d'acqua}$  evaporata al giorno dividendo per 2.45

$T_x, T_n, T_d$  = temperatura minima, massima e media giornaliera ( $^{\circ} \text{C}$ )

$$ETM = ET_0 * K_c$$

$$ETR = ETM * WLFR$$

# Attività vegetativa in funzione del contenuto idrico del suolo



# Curva di risposta



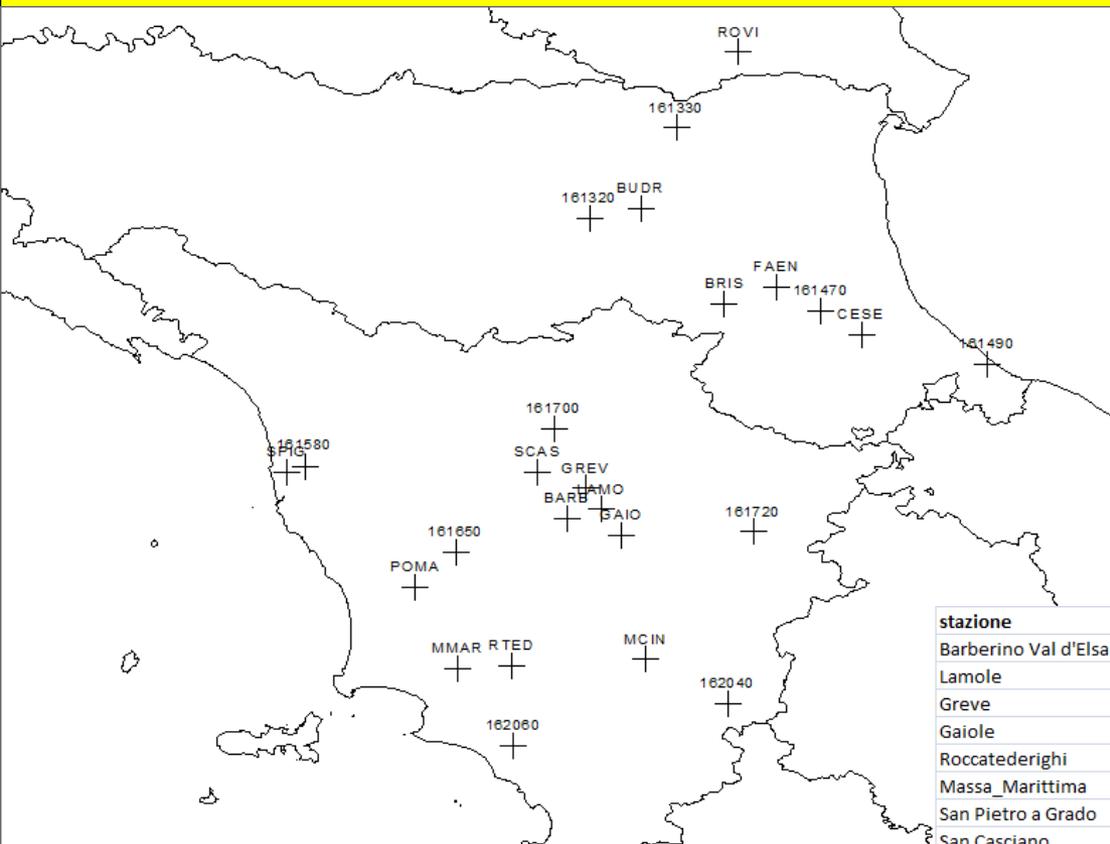
Un giorno trascorso a 300 mm di contenuto idrico vale 0,48 (stress da eccesso=0,52), un giorno trascorso a 200 mm vale 1 (stress=0) e uno trascorso a 70 mm vale 0,3 (stress da carenza =0,7)



**L'areale toscano-romagnolo del Sangiovese  
Analisi fenologica e di risorse/ limitazioni  
termiche, idriche, radiative**

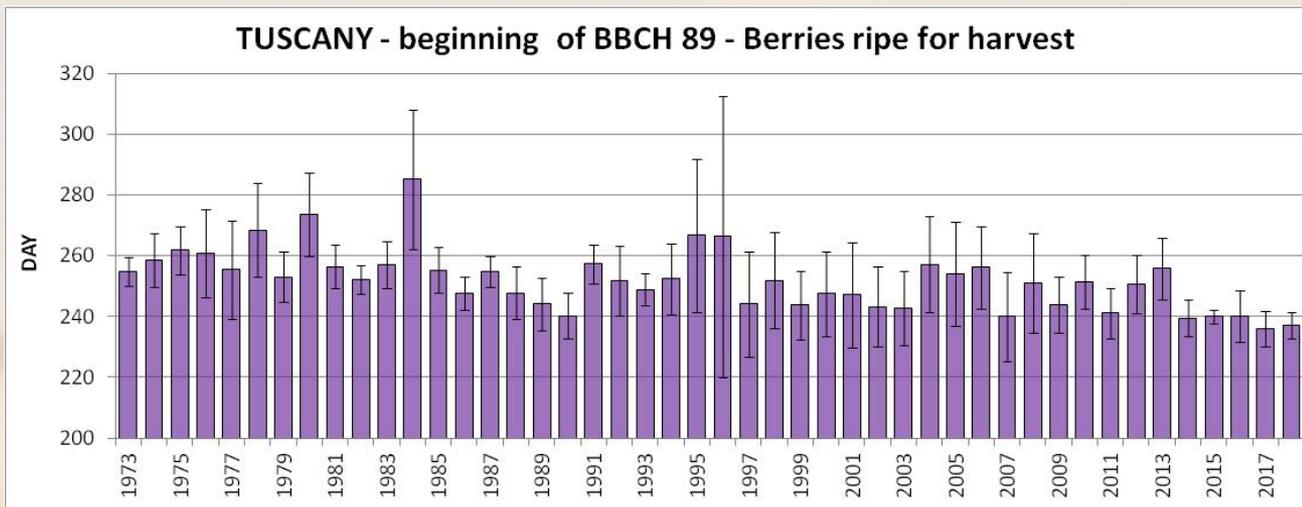
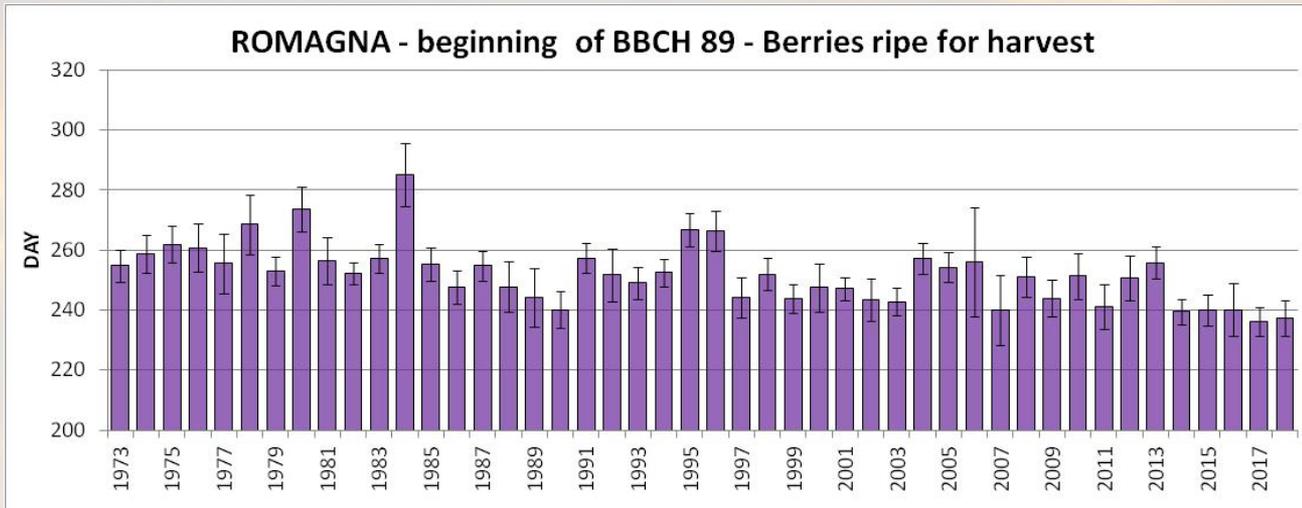
Presentata il 10 settembre 2018 al Master Sanguis Jovis in Montalcino

# La rete utilizzata (25 stazioni sul periodo 1973-2018)



stazione	acronimo	cx (geogr x 1000)	cy (geogr x 1000)	hh	gestore
Barberino Val d'Elsa	BARB	11242	43511	370	ARSIA poi SIR
Lamole	LAMO	11355	43540	540	ARSIA poi SIR
Greve	GREV	11303	43609	290	ARSIA poi SIR
Gaiole	GAIO	11421	43454	390	ARSIA poi SIR
Roccatederighi	RTED	11064	43024	490	ARSIA poi SIR
Massa_Marittima	MMAR	10889	43015	326	ARSIA poi SIR
San Pietro a Grado	SPIG	10330	43664	3	CREA-RAN
San Casciano	SCAS	11146	43664	230	CREA-RAN
Pomarance	POMA	10750	43283	326	CREA-RAN
Budrio	BUDR	11483	44533	30	CREA-RAN
Cesena	CESE	12200	44117	46	CREA-RAN
Rovigo	ROVI	11800	45050	7	CREA-RAN
Bologna	161320	11317	44500	36	AM-GSOD
Ferrara	161330	11600	44800	10	AM-GSOD
Rimini	161490	12610	44020	12	AM-GSOD
Pisa	161580	10390	43684	1	AM-GSOD
Grosseto	162060	11070	42760	4	AM-GSOD
Forlì	161470	12070	44195	29	AM-GSOD
Arezzo	161720	11850	43467	249	AM-GSOD
Volterra	161650	10883	43400	575	AM-GSOD
Radiconfani	162040	11767	42900	918	AM-GSOD
Firenze aeroporto	161700	11200	43807	38	AM-GSOD
Montalcino sintesi(*)	MCIN	11499	43045	500	SIR
Brisighella	BRIS	11755	44220	185	ARPA ER
Faenza	FAEN	11924	44276	32	ARPA ER

# Sangiovese – fenologia (data media raggiungimento BBCH89)



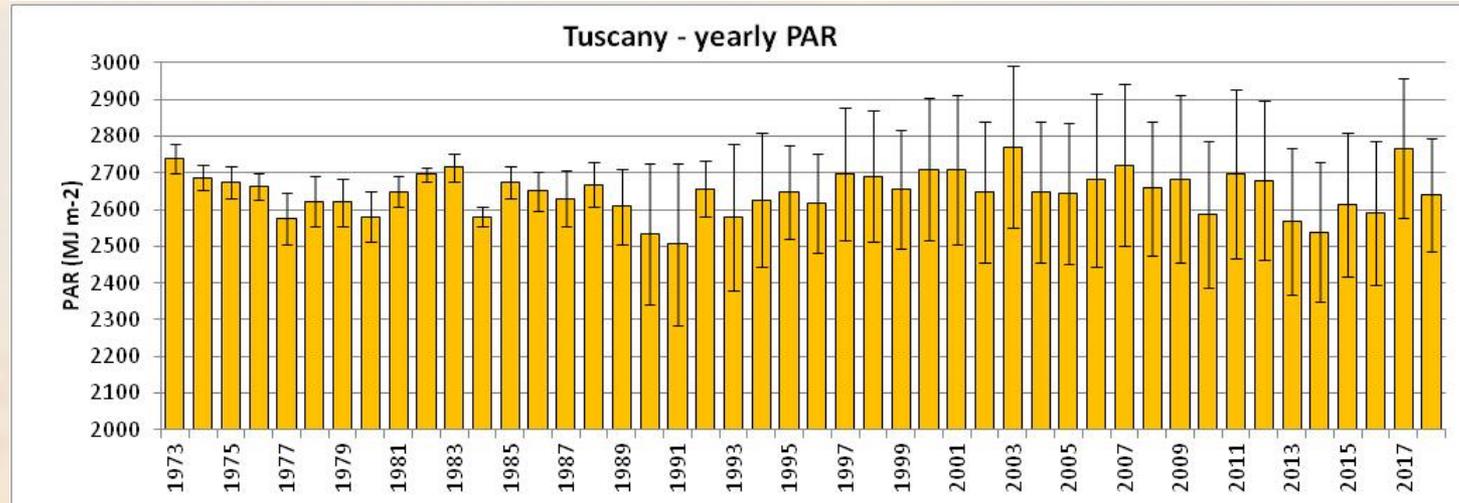
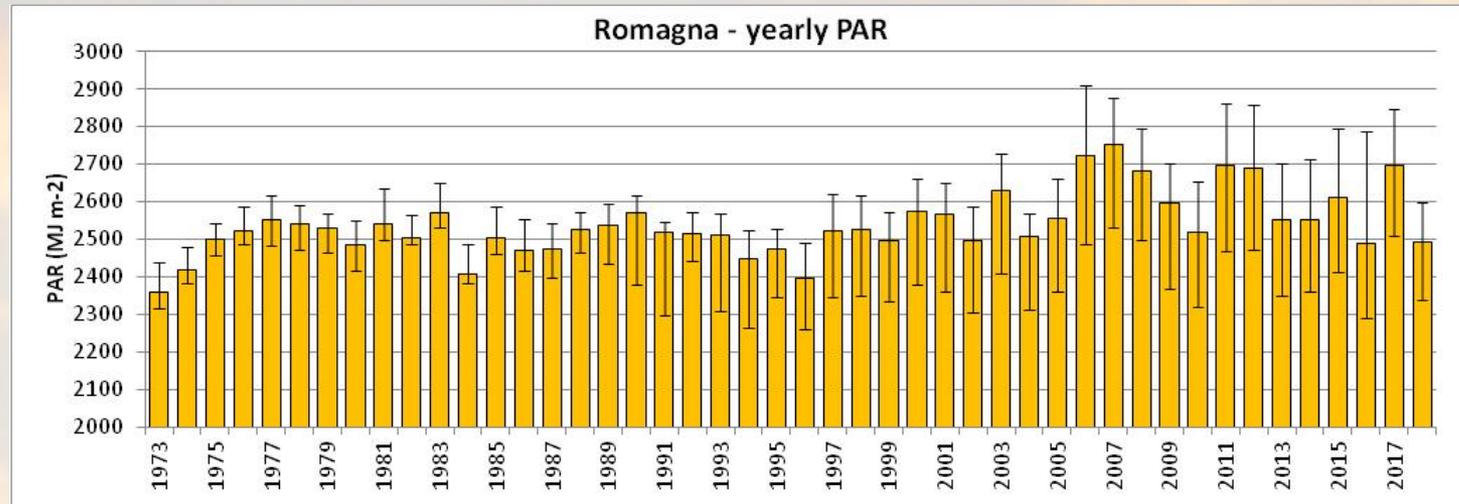
	Romagna		Toscana	
	<u>media</u>	<u>stdev</u>	<u>media</u>	<u>stdev</u>
1973-1992	255	7	257	10
1993-2018	242	7	248	13
Variazione 2° su 1° periodo	-13 dd	0 dd	-9 dd	3 dd

## Risorse radiative per Sangiovese - Metodo

Risorse radiative per Sangiovese stimate con il modello radiativo a base termica di Hargreaves e Samani (Quaderno FAO 56, 1998).

- Si parte dalla radiazione solare extraterrestre (ESR) su superficie inclinata ( $\text{MJ m}^{-2}$ )
- ESR viene decurtata per il filtro atmosferico con clear sky e per la copertura nuvolosa

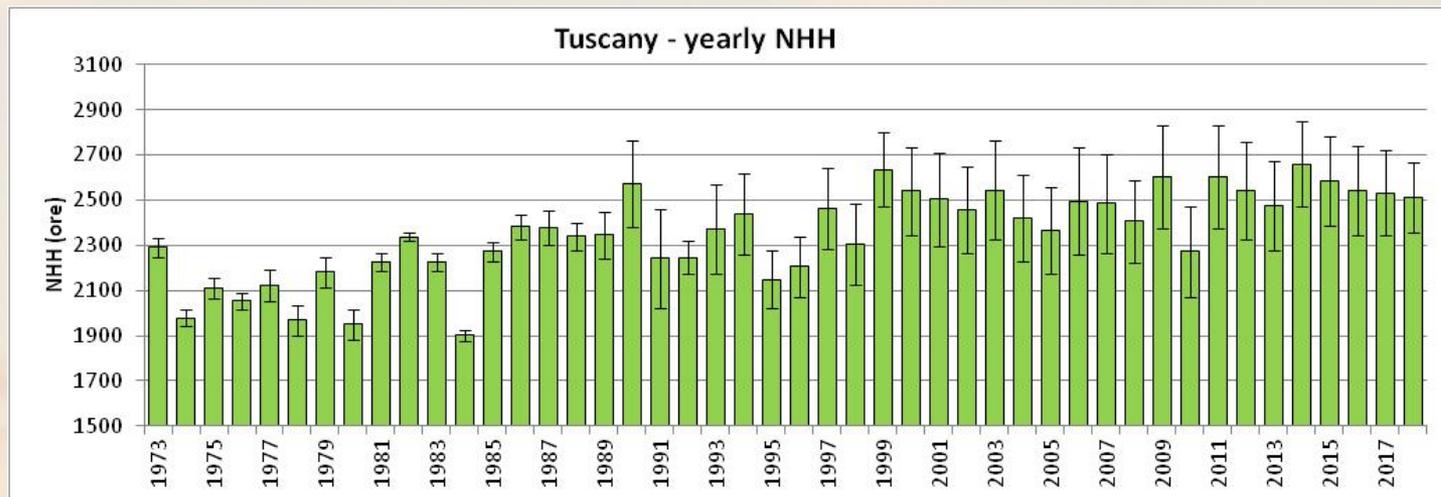
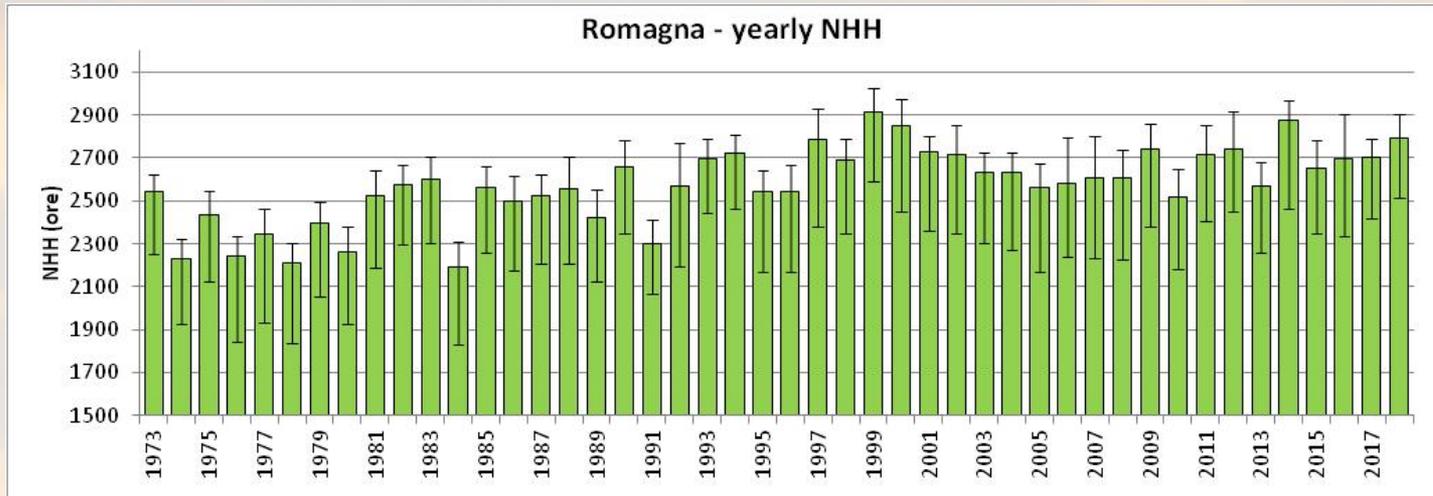
# Sangiovese - Risorse Radiative (PAR – MJ m<sup>-2</sup>)



**METODO:** Risorse radiative per Sangiovese stimate con il modello radiativo a base termica di Hargreaves e Samani (Quaderno FAO 56, 1998). Si parte dalla radiazione solare extraterrestre (ESR) su superficie inclinata (MJ m<sup>-2</sup>). ESR viene decurtata per il filtro atmosferico con clear sky e per la copertura nuvolosa .

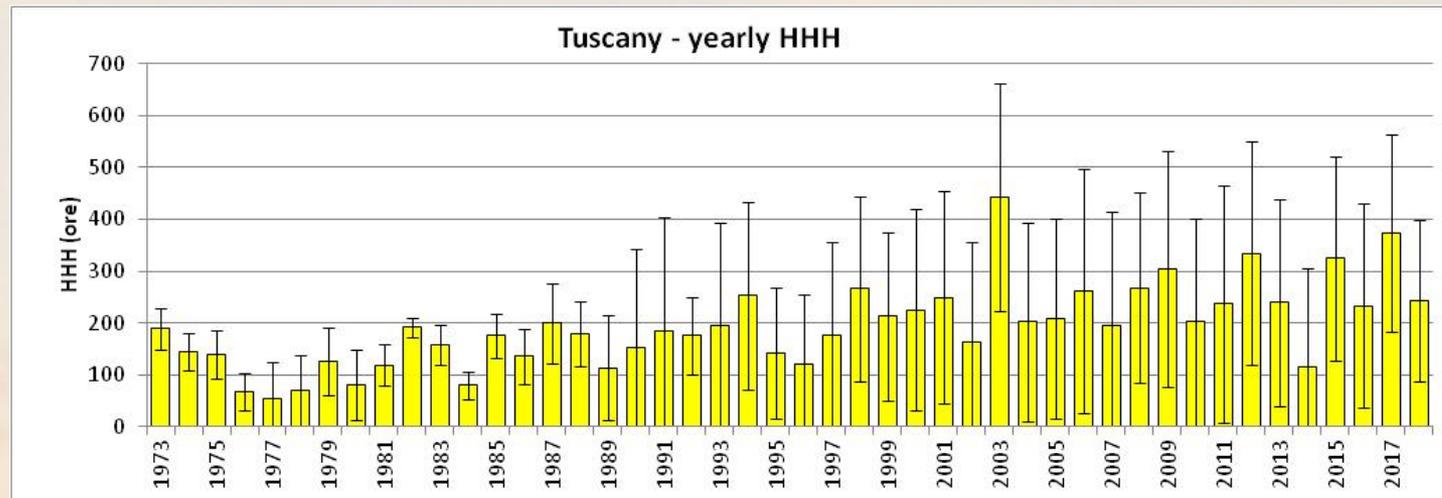
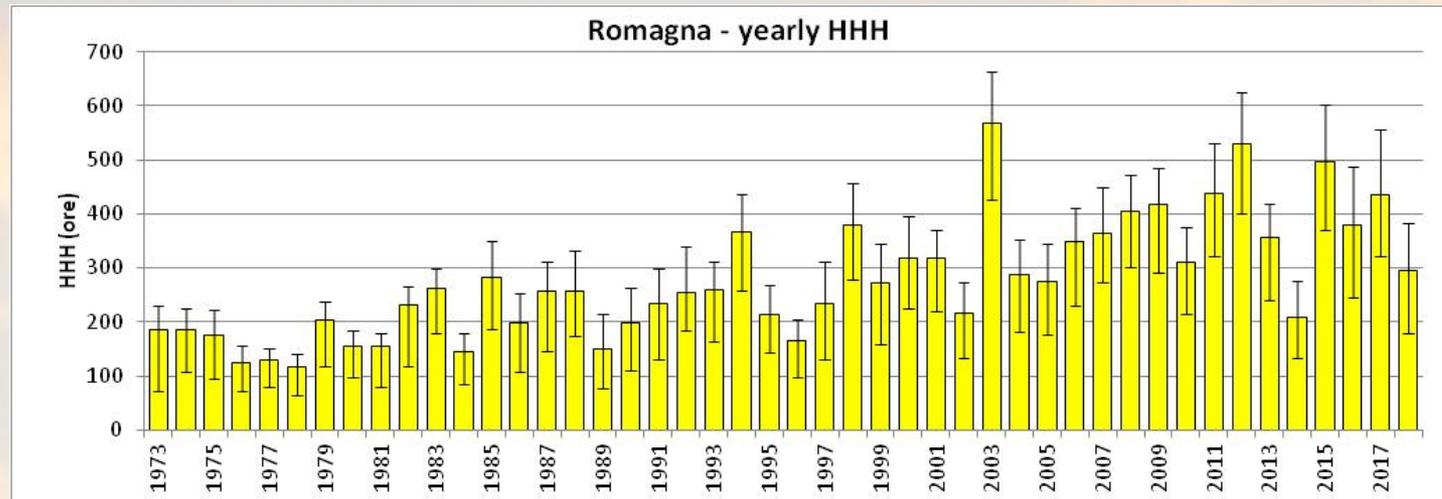
	Romagna		Toscana	
	<u>media</u>	<u>stdev</u>	<u>media</u>	<u>stdev</u>
1973-1992	2502	63	2636	69
1993-2018	2567	120	2656	192
Variazione 2° su 1° periodo	+3%	+90%	+1%	+180%

# Sangiovese - Risorse termiche (NHH - ore)



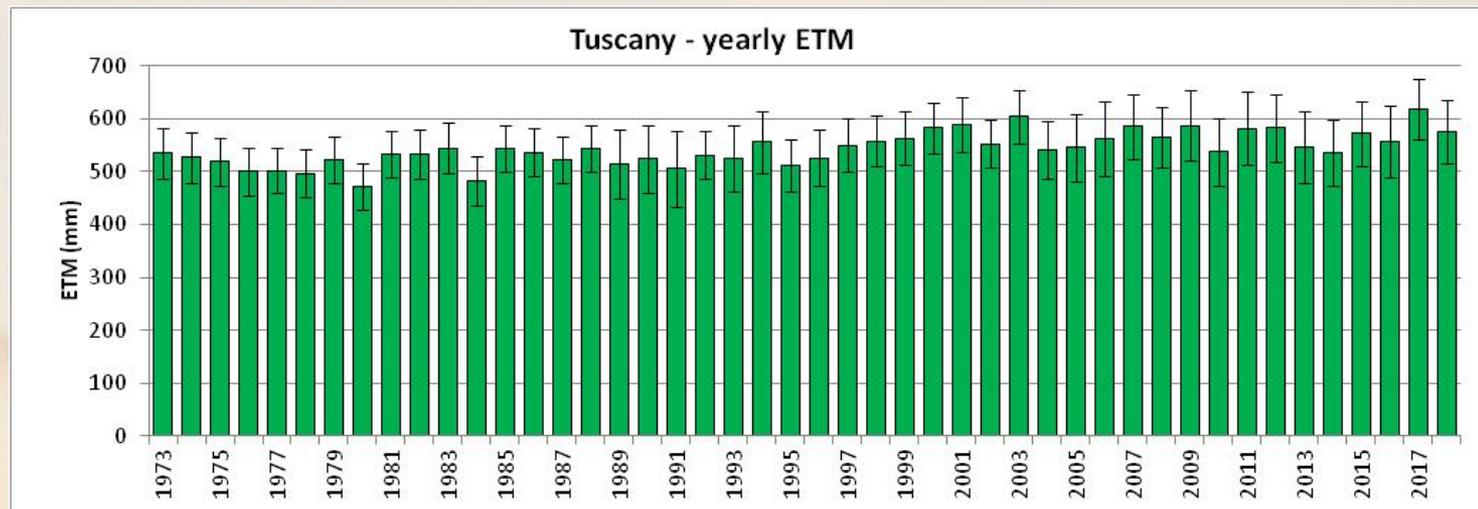
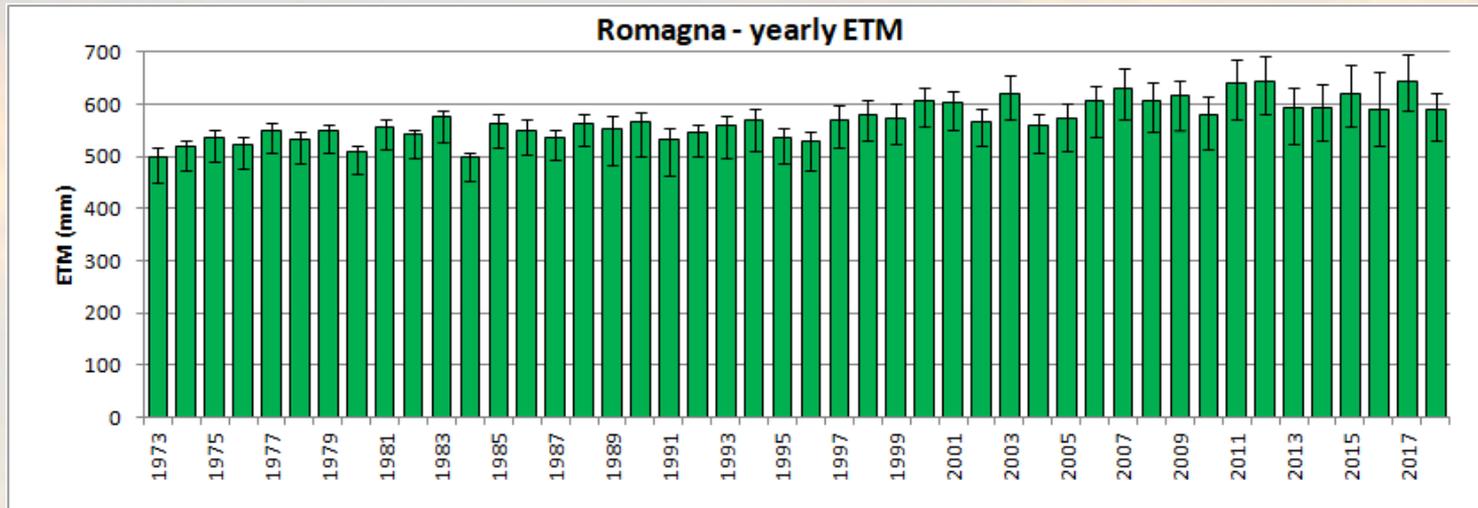
	Romagna		Toscana	
	<u>media</u>	<u>stdev</u>	<u>media</u>	<u>stdev</u>
1973-1992	2433	114	2206	327
1993-2018	2685	124	2466	342
Variazione 2° su 1° periodo	+10%	+9%	+12%	+5%

# Sangiovese - Stress da eccesso termico (HHH)



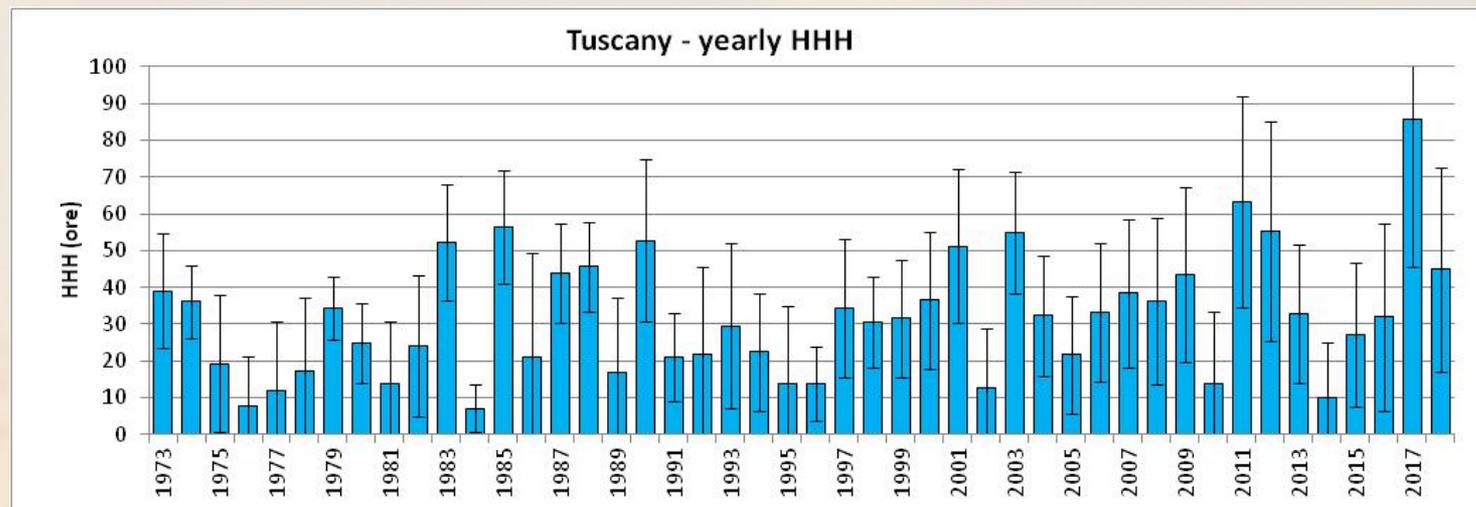
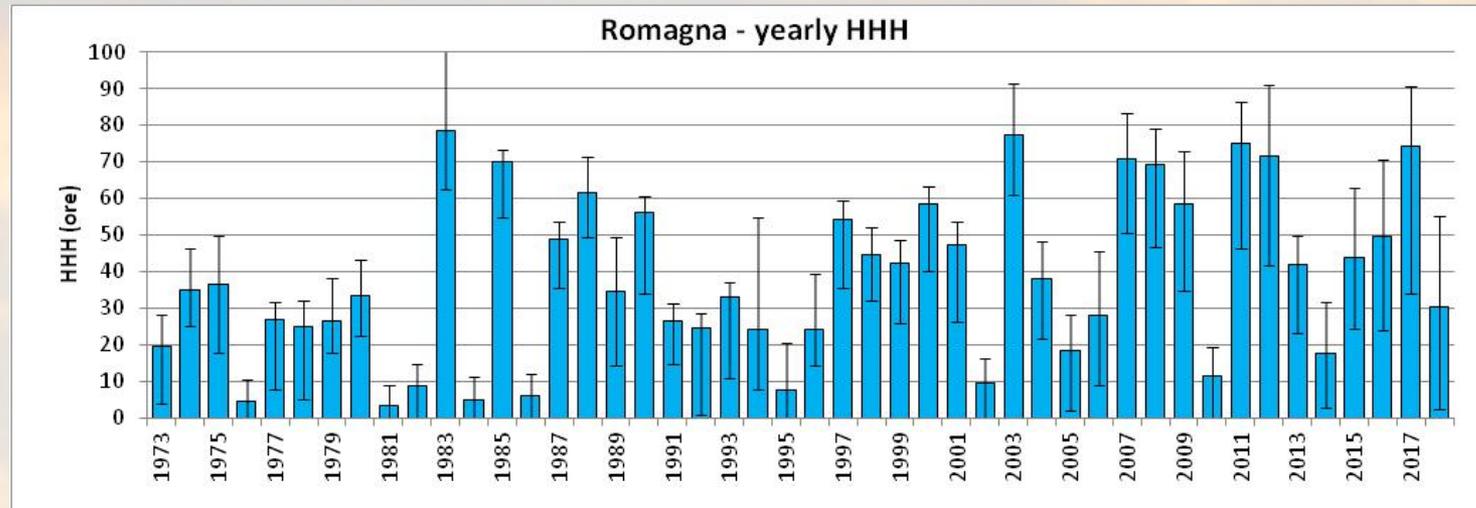
	Romagna		Toscana	
	<u>media</u>	<u>stdev</u>	<u>media</u>	<u>stdev</u>
1973-1992	195	47	137	81
1993-2018	341	75	238	105
Variazione 2° su 1° periodo	+75%	+61%	+74%	+30%

# Sangiovese – ETM (mm/anno)



	Romagna		Toscana	
	<u>media</u>	<u>stdev</u>	<u>media</u>	<u>stdev</u>
1973-1992	540	16	519	49
1993-2018	593	34	562	58
Variazione 2° su 1° periodo	+10%	+116%	+8%	+20%

# Sangiovese - Stress da carenza idrica (giorni)



	Romagna		Toscana	
	<u>media</u>	<u>stdev</u>	<u>media</u>	<u>stdev</u>
1973-1992	32	8	28	16
1993-2018	43	13	35	20
Variazione 2° su 1° periodo	+37%	+54%	+22%	+27%

# San Felice bilancio idrico 1973-2019

1989

2012

