



Agrometeorologia

- Pioggia -



Variabili agrometeorologiche

L'acqua

Agronomia

Fondamentale per i vegetali:

- costituente fino al 95% nei vegetali (98% nelle cactacee, 7% semi)
- $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{carboidrati}$ nella **fotosintesi**
- **traslocazione** fotosintetati
- in tutti i processi **idrolitici** e enzimatici
- **assorbimento** delle sostanze nutritive e loro **trasporto**
- **turgore** dei tessuti (consistenza meccanica agli organi che non hanno tessuti di sostegno)
- **riduzione del riscaldamento** della parte epigea

Forme in cui compare:

- Vapore (umidità assoluta e relativa dell'aria)
- Liquido (nel suolo, nelle piogge, rugiada, corpi idrici)
- Solido (ghiaccio, brina, precipitazione di grandine e neve)

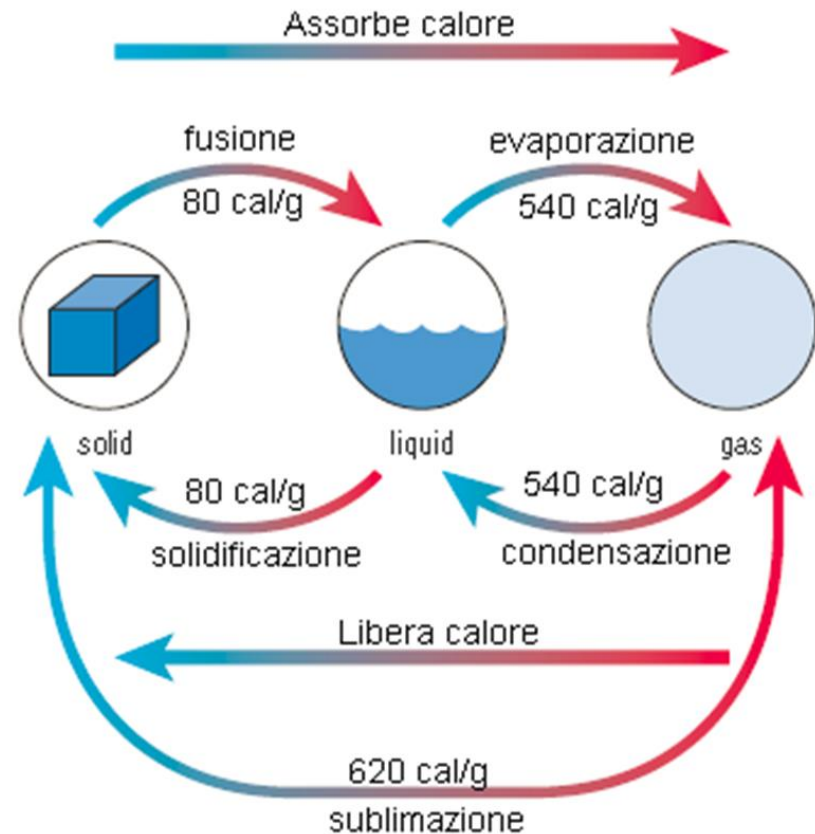


Variabili agrometeorologiche

L'acqua: passaggi di stato

Agronomia

- Da solido a liquido (**fusione**):
occorrono 80 cal g^{-1}
 - ✓ finché tutto il ghiaccio non si è sciolto, la temperatura del solido non va oltre 0°C .
- Da liquido a vapore (**evaporazione**):
occorrono 540 cal g^{-1}
 - ✓ comporta quindi **raffreddamento**
- Da solido a vapore e viceversa (**sublimazione**): occorrono 620 cal g^{-1}
- Solidificazione e condensazione**
liberano una quantità di energia pari rispettivamente a 80 e 540 cal g^{-1}





Variabili agrometeorologiche

L'umidità dell'aria

Agronomia

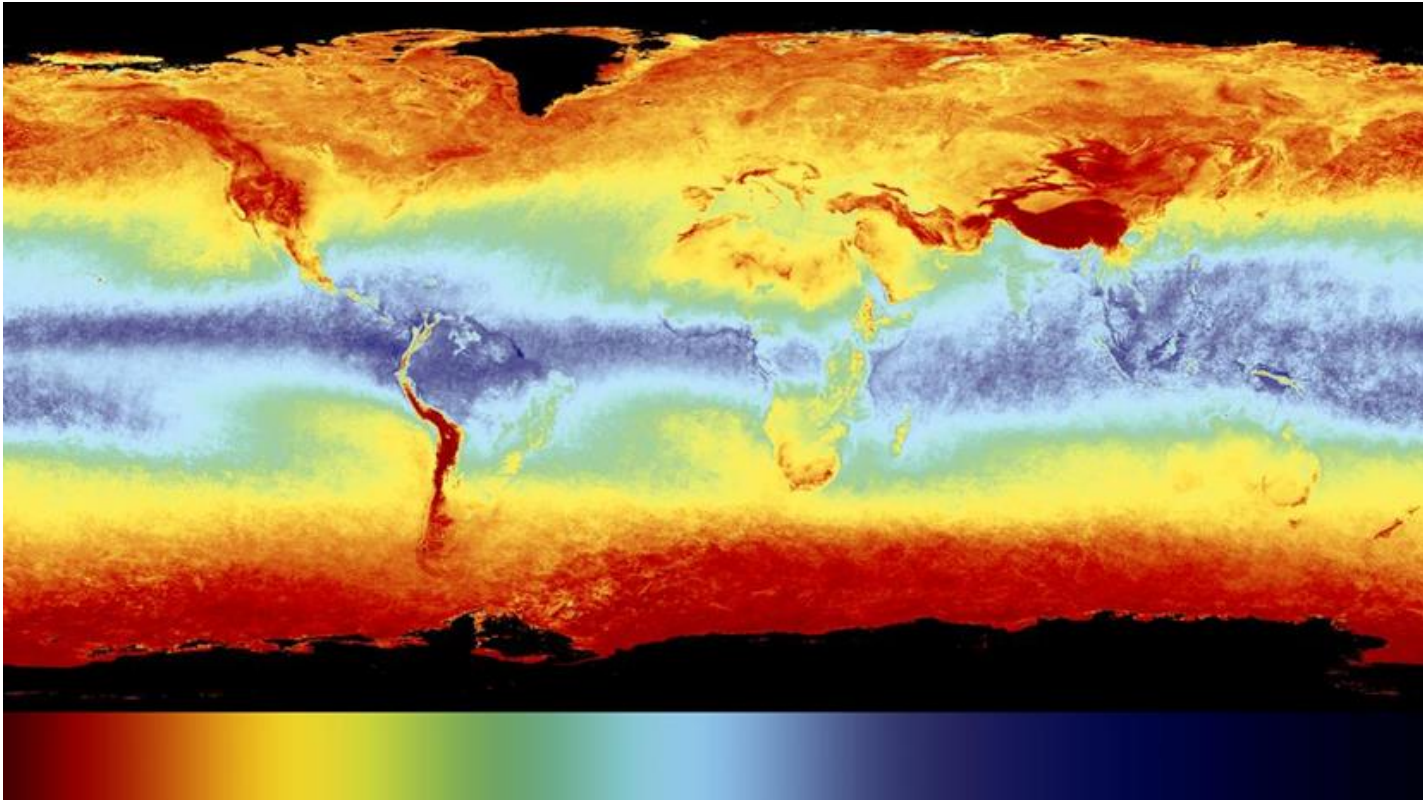
- L'aria è una miscela di gas, con acqua allo stato di vapore
- Il contenuto di umidità nell'aria è presente in misura **molto variabile** (la **media è intorno all'1% sul volume totale**, ma sulle regioni tropicali e in seno alle masse di aria calda **può arrivare al 4%**)
 - ✓ Influenza:
 - bilancio energetico (assorbe radiazione)
 - fenomeni meteorologici (formazione nubi e precipitazione)
 - assorbimento delle sostanze nutritive e loro trasporto
 - turgore dei tessuti
 - riduzione del riscaldamento della parte epigea



Variabili agrometeorologiche

L'umidità dell'aria

Agronomia



Vapore acqueo atmosferico: rosso indica bassi livelli, blu scuro alti livelli.
European Space Agency (2006)



Variabili agrometeorologiche

L'umidità dell'aria

Agronomia

Lo **stato igrometrico** dell'aria si esprime come:

- **umidità assoluta** (UA): esprime quanti **grammi di vapore** acqueo sono presenti **in 1 m³ di aria** umida.
 - ✓ Ad esso corrisponde una determinata **pressione di vapore** (e_a); è **poco utile**, in quanto a seconda della temperatura, la stessa quantità di H₂O ha effetti diversi: **se aumenta la temperatura, aumenta anche l'umidità assoluta**.
- **umidità relativa** (UR): indica il **rapporto %** tra la **quantità di vapore** contenuto da una massa d'aria **e la quantità massima (a saturazione)** che il volume d'aria può contenere **nelle stesse condizioni di temperatura e pressione**.
 - ✓ Più correlata ai **fenomeni biologici**.
- **Deficit di saturazione** (VPD): **differenza** tra la **pressione di vapore attuale** e quella a **saturazione** (driver per processi di evaporazione).



Variabili agrometeorologiche

L'umidità dell'aria

Agronomia

Vapour pressure deficit (VPD, kPa):

$$VPD = e_s - \left(e_s \cdot \frac{UR}{100} \right)$$

dove: e_s è la pressione di vapore acqueo a saturazione:

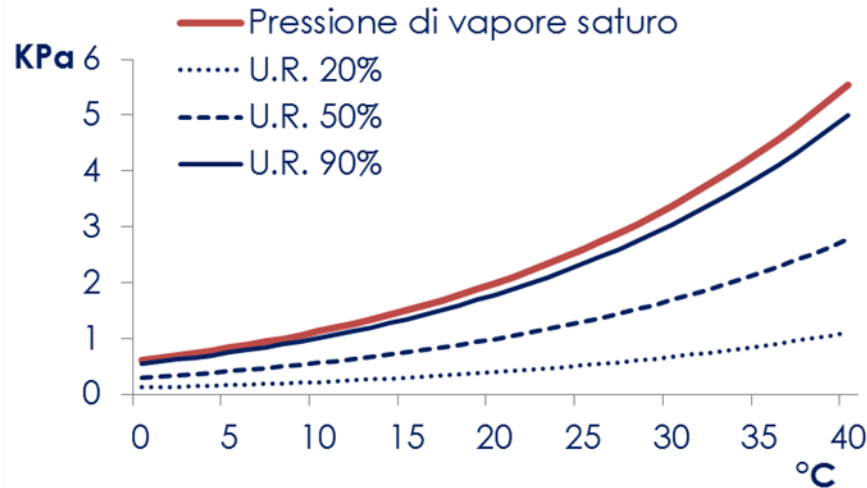
$$e_s = 0.6108 \cdot e^{\left(\frac{17.27 \cdot T_{max}}{T_{max} + 237.3} \right)}$$



Variabili agrometeorologiche

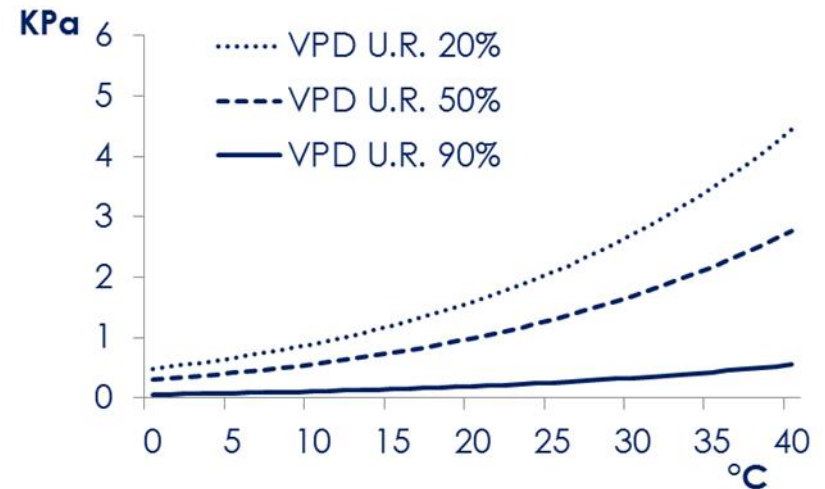
L'umidità dell'aria

Agronomia



Deficit di pressione di vapore
a diversi livelli di umidità relativa
dell'aria

Pressione di vapore a
diversi livelli di umidità relativa
dell'aria





Variabili agrometeorologiche

La pioggia

Agronomia

- La pioggia è **precipitazione** dell'acqua in **forma liquida**.
- Il **vapore** acqueo viene portato **verso l'alto** da **correnti ascendenti**
 - ✓ salendo, l'aria **si raffredda** e **raggiunge la saturazione** (UR=100%).
- La **condensazione** avviene grazie ai "**nuclei di condensazione**" (o "igroscopici"), costituiti da particelle di **pulviscolo** e **cristalli di ghiaccio** (di dimensioni comprese tra 0.1 e 4 μm)
 - ✓ Gocce 0.5 - 5 mm
 - ✓ Velocità di caduta 2 - 9 m s^{-1}



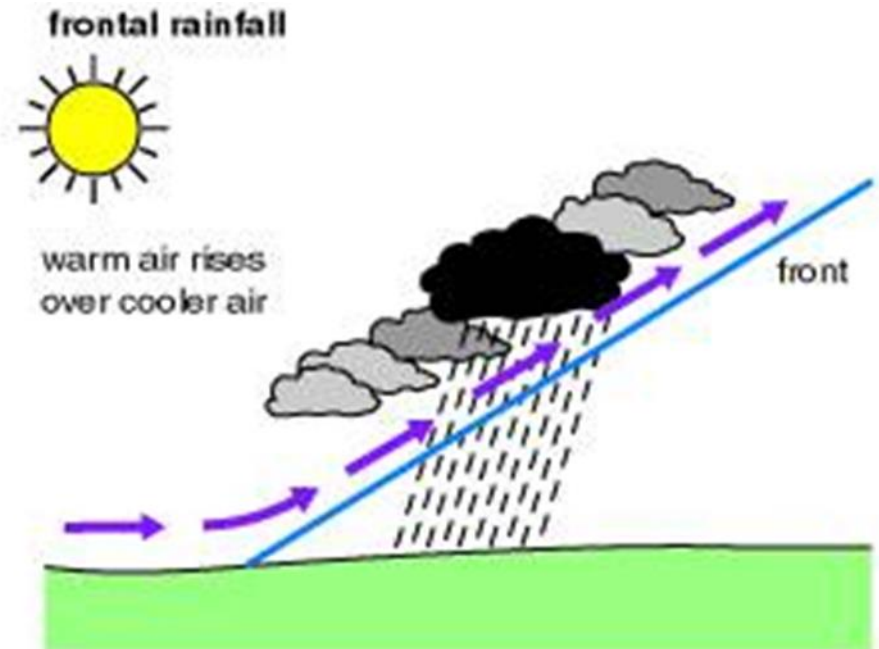
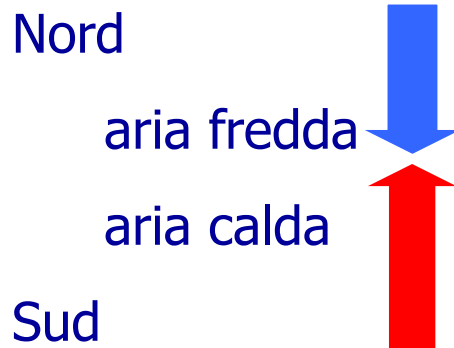
Variabili agrometeorologiche

Tipi di piogge

Agronomia

Frontali:

- Incontro di **masse d'aria** a **diversa temperatura e umidità**
 - ✓ Aree **temperate e sub-tropicali**.





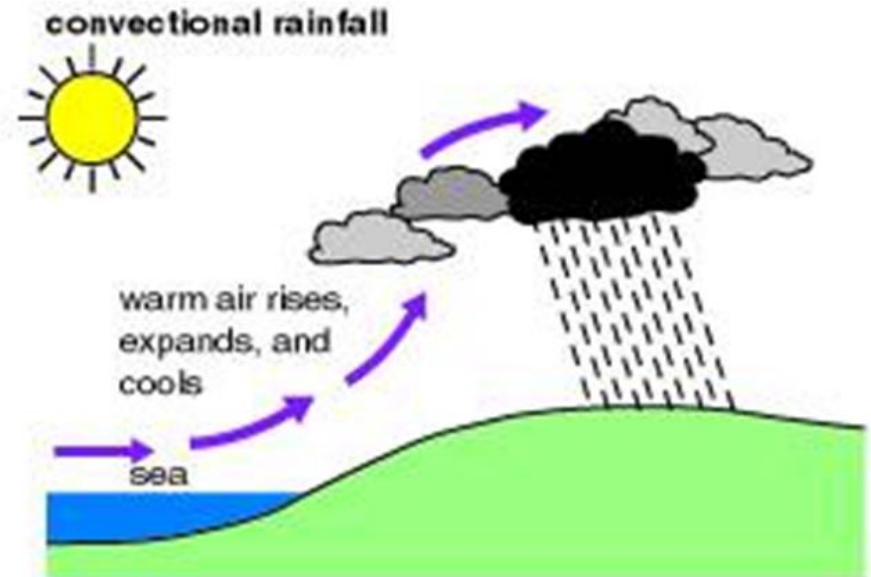
Variabili agrometeorologiche

Tipi di piogge

Agronomia

Convettive:

- **Sollevamento di aria umida riscaldata** dall'atmosfera - **raffreddamento - condensazione.**
 - ✓ Tipicamente **intertropicali, acquazzone pomeridiano**





Variabili agrometeorologiche

Tipi di piogge

Agronomia

Orografiche:

- Masse d'aria umide **incontrano** i **fianchi freddi** delle **montagne**.

- ✓ **Alisei** in **isole tropicali**

che trasportano aria
umida versante sud
Himalaya

- ✓ Alpi Apuane





Variabili agrometeorologiche

Quantità di pioggia

Agronomia

Terra:

- Media: 1000 mm anno⁻¹
- Minimi: 2-3 mm anno⁻¹ (deserto del Cile)
- Massimo: 12000 mm anno⁻¹ (versante sud Himalaya)

Italia:

- Media: 970 mm anno⁻¹
- Minimo: <500 mm anno⁻¹ (Tavoliere delle Puglie, Sicilia sud ovest, Ovada)
- Massimi: 2500-3000 mm anno⁻¹ (Alpi Carniche)



Variabili agrometeorologiche

Quantità di pioggia

Agronomia

Classificazione climi in base alle piogge:

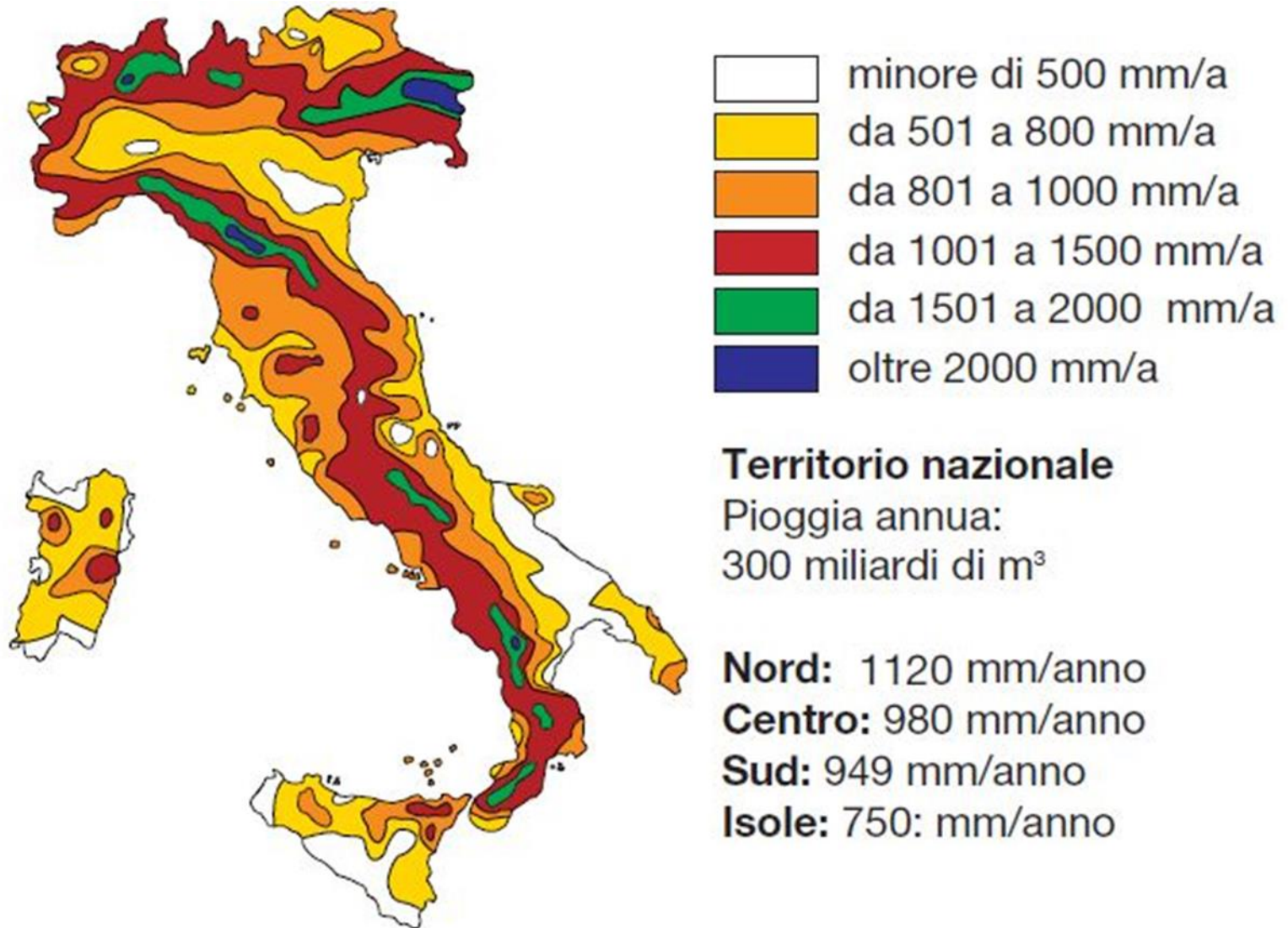
- $< 250 \text{ mm anno}^{-1}$ → **arido**: non si può fare agricoltura senza irrigazione
- $250\text{-}500 \text{ mm anno}^{-1}$ → **semiarido**
- $500\text{-}750 \text{ mm anno}^{-1}$ → **subumido**
- $> 750 \text{ mm anno}^{-1}$ → **umido**: l'irrigazione non comporta incrementi produttivi (attenzione spesso non è vero!)



Variabili agrometeorologiche

Quantità di pioggia

Agronomia





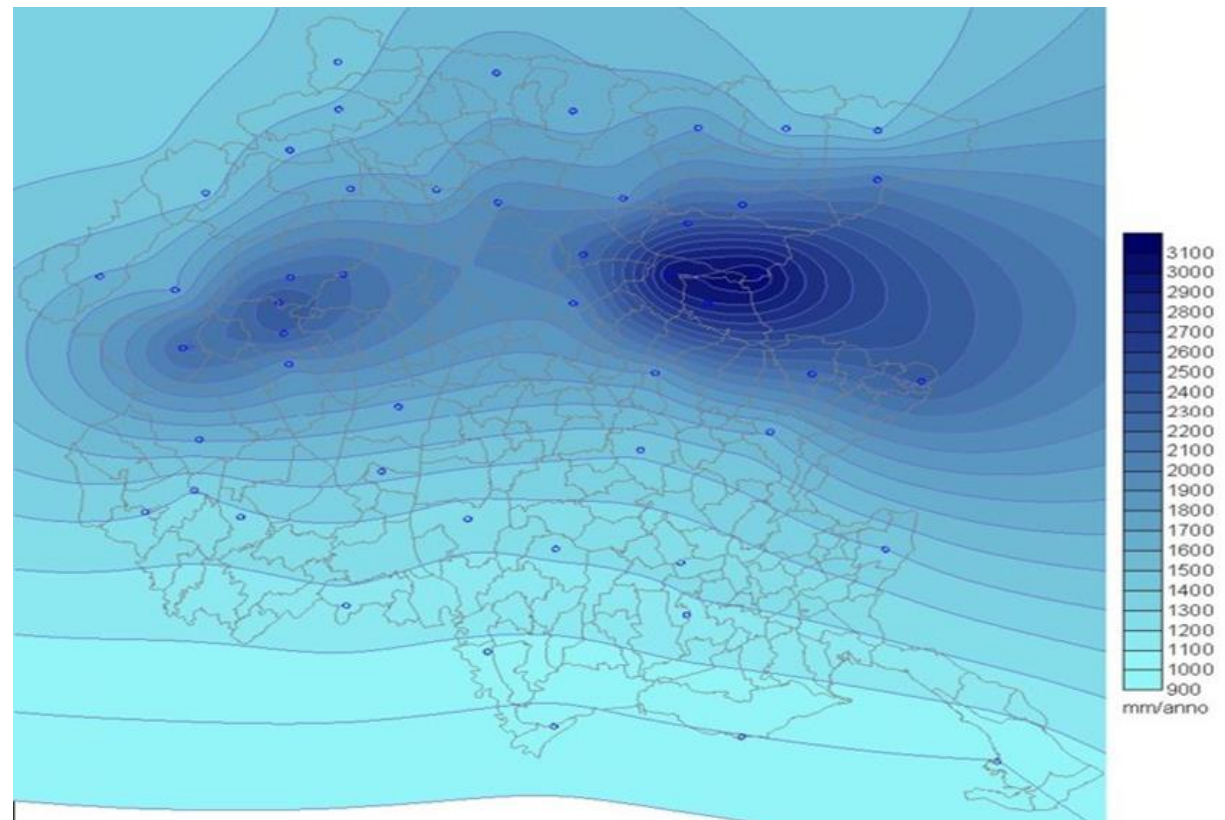
Variabili agrometeorologiche

Quantità di pioggia

Agronomia



Piovosità media Friuli 1960-2004

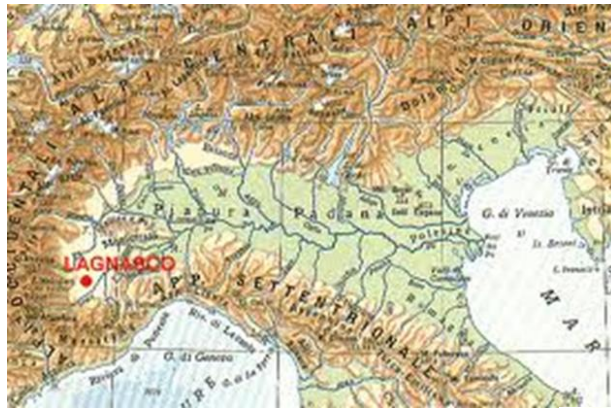




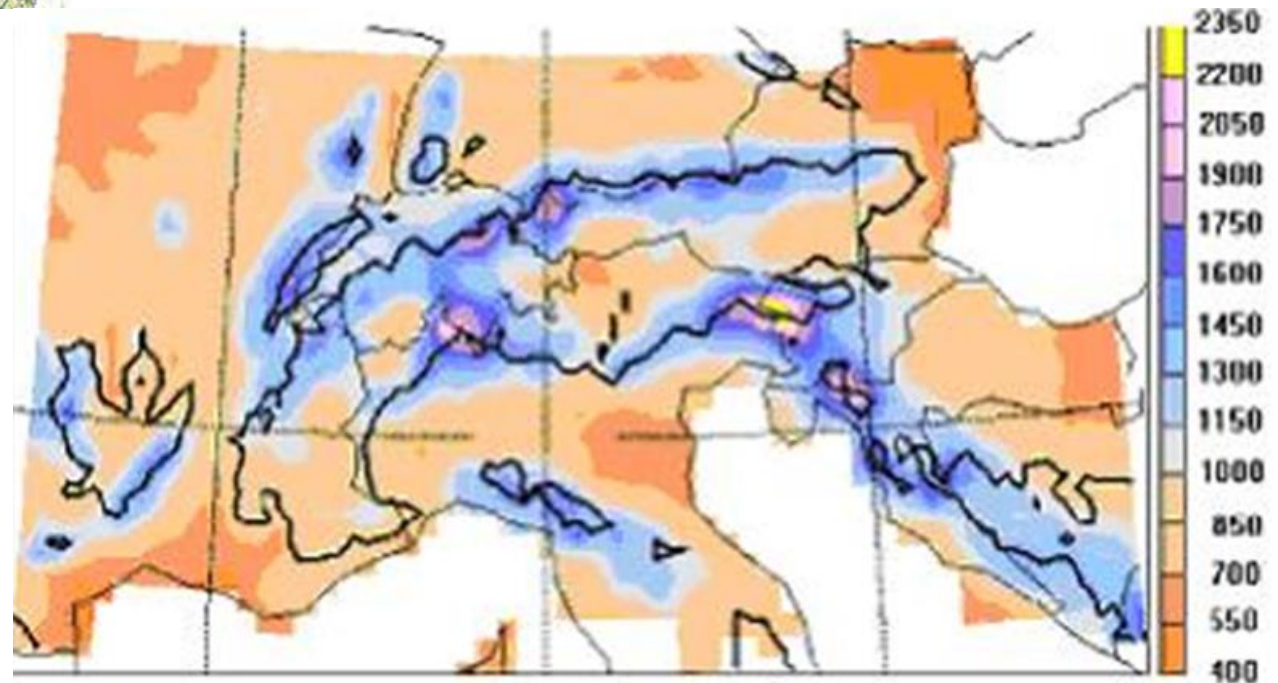
Variabili agrometeorologiche

Quantità di pioggia

Agronomia



Piovosità media 1971-1990



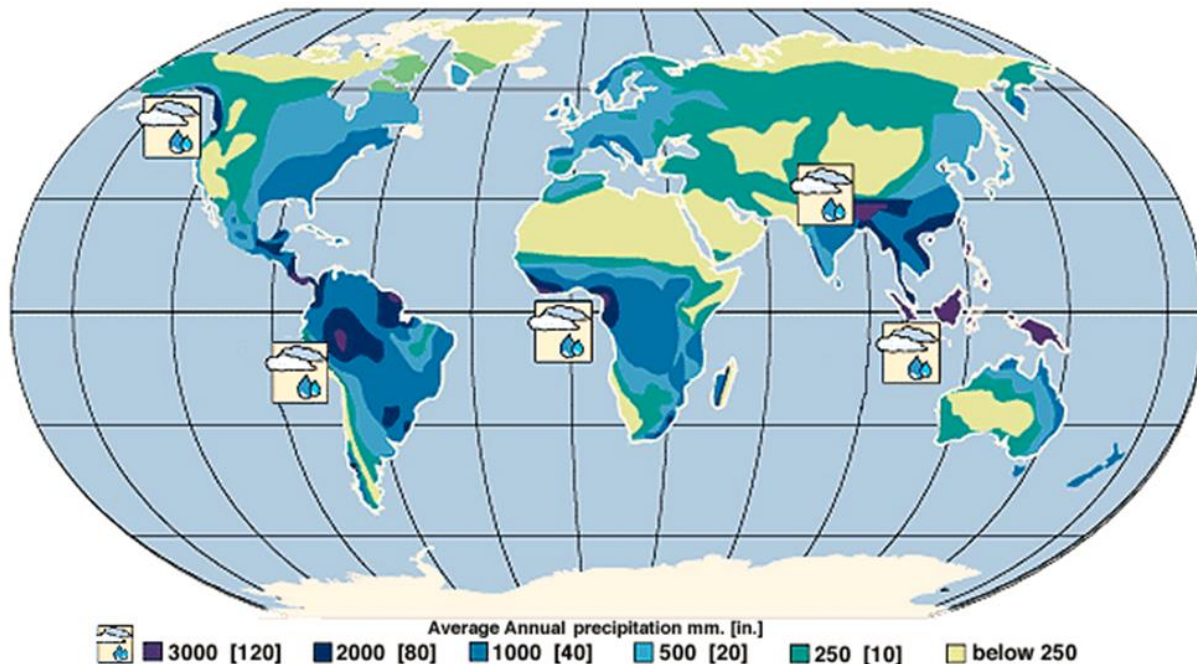


Variabili agrometeorologiche

Distribuzione stagionale delle piogge

Agronomia

- Equatore ($\pm 6^\circ$): **Due stagioni delle piogge** dopo gli equinozi, brevi.
- Tra 6 e 20° : **Una stagione** delle piogge con l'altezza massima del sole.
- Tra 20 e 35° [alte pressioni]: Piogge **scarse e irregolari**, deserti subtropicali.
- $>35^\circ$: Fascia temperata, **piogge più regolari** a nord.





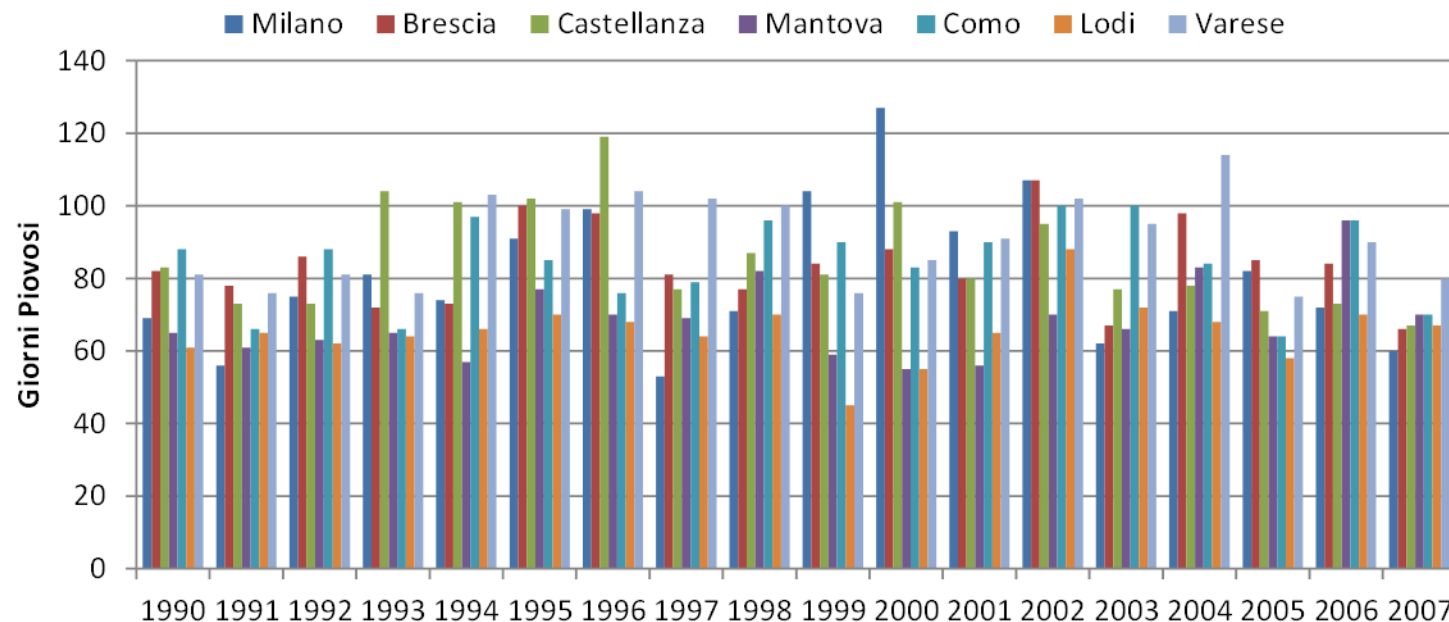
Variabili agrometeorologiche

Frequenza delle piogge

Agronomia

- Numero di **giorni piovosi all'anno** (si considera piovoso un giorno con precipitazioni > 1 mm).
- Piogge **frequenti** soprattutto nei **periodi caldi** sono le **più favorevoli** all'agricoltura... ma non troppo frequenti...

(Parigi 200 giorni piovosi, Marsiglia 60, Londra 150, Milano 60-120)



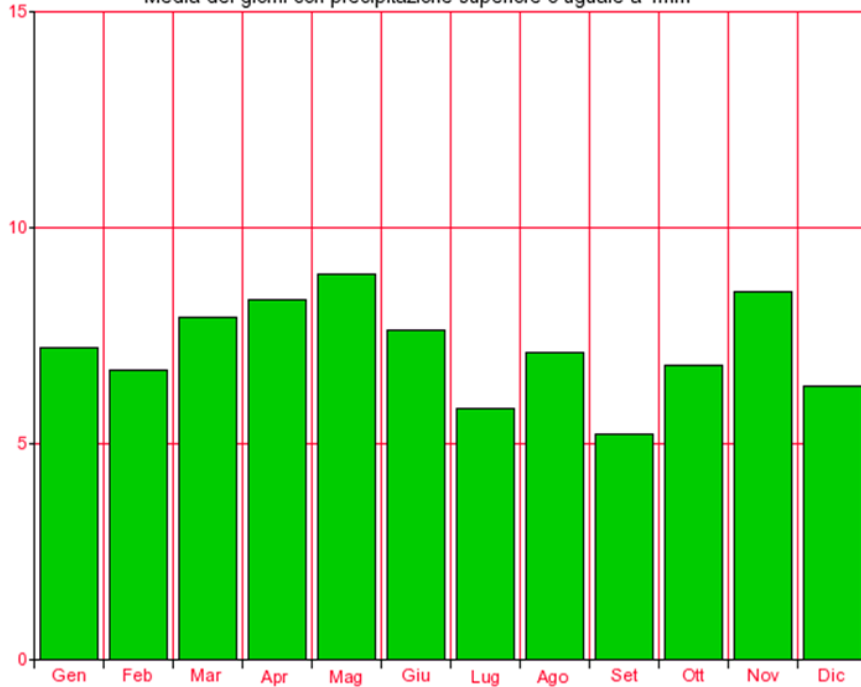


Variabili agrometeorologiche

Frequenza delle piogge

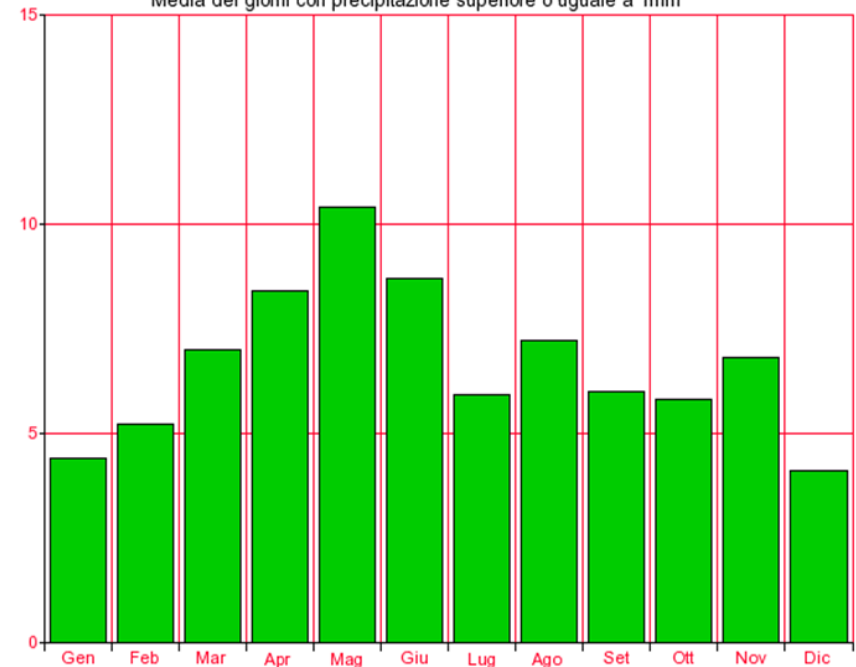
Agronomia

GRAFICO CLINO stazione Milano
Media dei giorni con precipitazione superiore o uguale a 1mm



N giorni piovosi (anni 1931-1990)
(medie mensili giorni piovosi)

GRAFICO CLINO stazione Torino
Media dei giorni con precipitazione superiore o uguale a 1mm





Variabili agrometeorologiche

Intensità di pioggia

Agronomia

- Si esprime in mm ora^{-1}
 - ✓ Rugiada $< 0.5 \text{ mm h}^{-1}$ gocce che si formano su superfici fredde
 - ✓ Pioviggine $< 0.5 \text{ mm h}^{-1}$ gocce con diametro $<$ di 0.5 mm
 - ✓ Pioggia leggera 1 mm h^{-1} gocce con diametro $>$ di 0.5 mm
 - ✓ Pioggia moderata 4 mm h^{-1}
 - ✓ Pioggia forte 15 mm h^{-1}
 - ✓ Pioggia violenta 40 mm h^{-1}
 - ✓ Nubifragio 100 mm h^{-1}
- Le **più efficaci** per l'**agricoltura** sono quelle **leggere e moderate**, non danno luogo a **ruscellamento**.
- **Piogge forti**, oltre al **ruscellamento** hanno **azione battente** sul terreno, con formazione di **croste**.



Variabili agrometeorologiche

Pioggia utile

Agronomia

- Frazione della **pioggia** totale di un evento **che può essere utilizzata dalle piante**.



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
RU F _e	20 0,73	25 0,77	37,5 0,86	50 0,93	62,5 0,97	75 1,00	100 1,03	125 1,04	150 1,06	175 1,07	200 1,08					



Variabili agrometeorologiche

Probabilità di pioggia

Agronomia

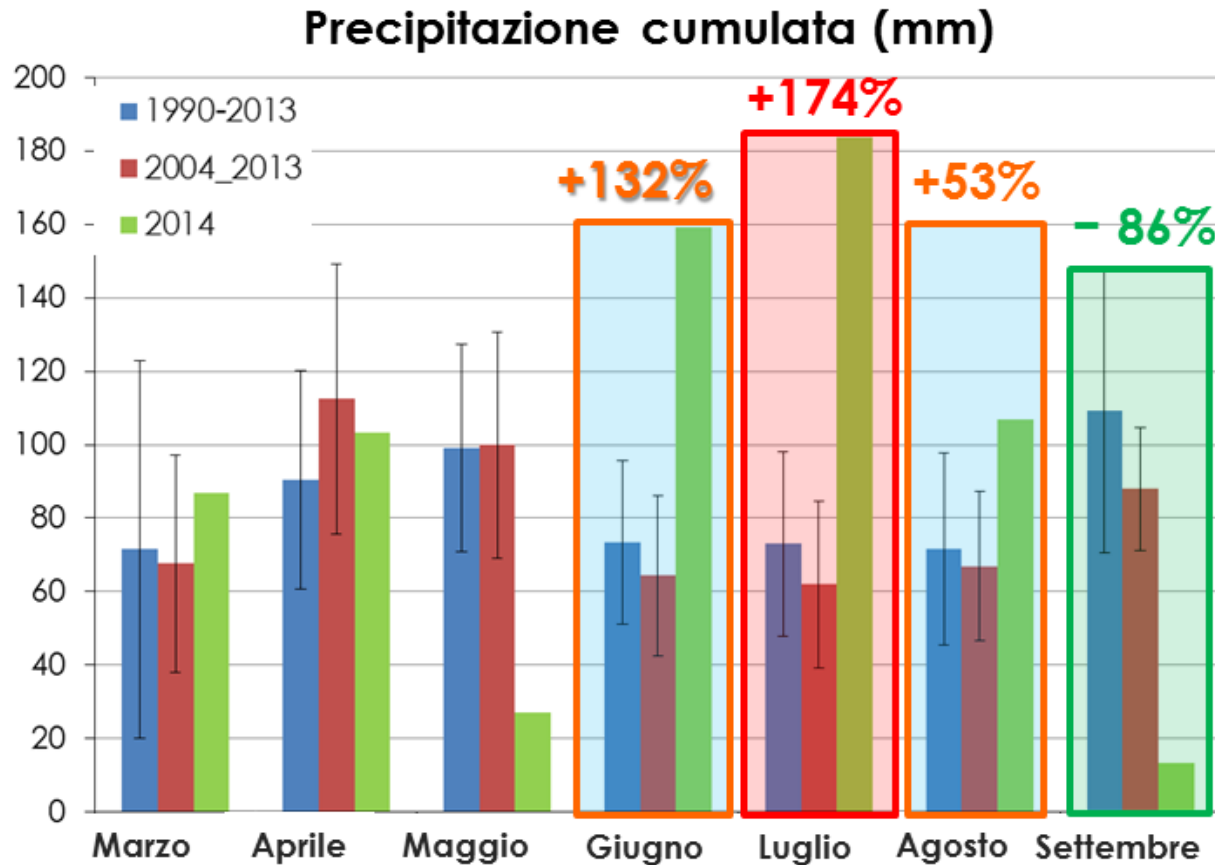
- Programmazione delle colture, bilanci idrici e **dimensionamento di impianti irrigui** in una certa zona
 - ✓ è utile conoscere la **probabilità di superamento di determinati valori di pioggia** (in genere mensili e nei mesi più caldi), dato che la **variabilità tra gli anni** spesso è **elevata**.
- **Frequenza (F)**
 - del verificarsi di un fenomeno (es. evento piovoso $> 40 \text{ mm giorno}^{-1}$).
 - ✓ Numero di volte che un **evento** si verifica **in n anni**.
- **Tempo di ritorno (TR = $1/F$)**
 - ✓ E' il **tempo medio di attesa** tra il verificarsi di due eventi successivi.



Variabili agrometeorologiche

Probabilità di pioggia

Agronomia





Variabili agrometeorologiche

Acqua e piante: fabbisogni

Agronomia

FABBISOGNI IDRICI DELLE PIANTE				
COLTURE	STAGIONE IRRIGUA	FABBISOGNI IDRICI TOTALI (m ³ / ha)	FABBISOGNI DI PUNTA MENSILI (m ³ / ha)	MESE DI MAGGIORE RICHIESTA D'ACQUA
medica	Aprile-Settembre	6800-8400	1500	Luglio
mais da granella	Giugno-Settembre	3600	1400	15 Luglio-15 Agosto
barbabietola da zucchero	Aprile-Agosto	4200	1300	Luglio
patata	Maggio-Agosto	3200	1200	Luglio
erbaio estivo	Luglio-Settembre	4000	1500	15 Luglio-15 Agosto
frutteto-agrumeto	Maggio-Ottobre	4200	1200	15 Luglio-15 Agosto
ortaggi	Aprile-Ottobre	5000-6000	1500	Giugno-Agosto
vigneto	Luglio-Agosto	1200	1000	15 Luglio-15 Agosto



Variabili agrometeorologiche

Esempi di domande

Agronomia

- Acqua: quali sono le ragioni per cui è elemento fondamentale per i vegetali?
- Umidità assoluta e umidità relativa
- Valori orientativi dei mm e dei giorni di pioggia nella Pianura Padana
- Come si classificano le piogge in base alla intensità e quali sono le più efficaci in agricoltura?
- Cosa si intende per pioggia utile e come si calcola?
- Fabbisogno idrico delle piante: alcuni valori colturali.
- Come si classificano le piogge in base alla intensità e quali sono le più efficaci in agricoltura?