



LIFE Programme 2014 - 2020



# MODULO 2

**DATI METEOROLOGICI NECESSARI  
PER L'APPLICAZIONE DI *AQUACROP***

# MENÙ PRINCIPALE

**Main menu**

**Environment and Crop**

**Climate**

Climate  Specify climatic data when Running AquaCrop

**Crop**

Crop  a generic crop  
Growing cycle: Day 1 after sowing: 22 March - Maturity: 24 July  
Calendar mode

**Management**

Irrigation  Rainfed cropping

Field  No specific field management

**Soil**

Soil profile  deep loamy soil profile

Groundwater  no shallow groundwater table

**Simulation**

Simulation period

Initial conditions  Soil water profile at Field Capacity

Off-season

Project  No specific project

Field data  No field observations

**Run** <<<<

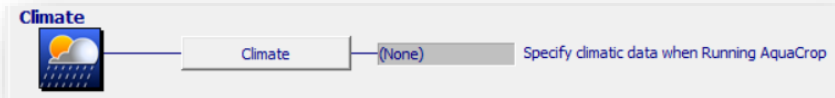
**Exit Program**

# SEZIONE «**Environment and Crop**»

1. PARAMETRI CLIMATICI: «**CLIMATE**»
2. INFORMAZIONI SULLA COLTURA: «**CROP**»
3. PRATICHE DI GESTIONE DELL'IRRIGAZIONE E DEL CAMPO: «**MANAGEMENT**»
4. E LE CARATTERISTICHE DEL SUOLO: «**SOIL**»

# SEZIONE «**Environment and Crop**»

## PARAMETRI CLIMATICI



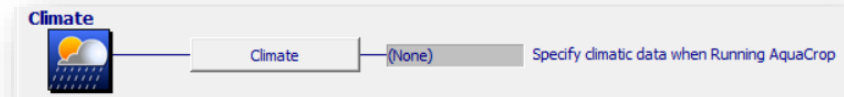
### PARAMETRI CLIMATICI – «**Climate**»

- **ET<sub>o</sub>**: calcolata in automatico da *AquaCrop*
- **Temperatura dell'aria** (min/max)
- **Precipitazioni**
- **Concentrazione media annua di CO<sub>2</sub>**

- Calcolate da stazioni agrometeorologiche
- Valori medi giornalieri, 10-giorni, mensili
- Meglio disporre di dati giornalieri...

# SEZIONE «**Environment and Crop**»

## PARAMETRI CLIMATICI



## EVAPOTRASPIRAZIONE DI RIFERIMENTO $ET_0$ :

- VIENE CALCOLATA SULL'EVAPOTRASPIRAZIONE DI UN'ERBA DI RIFERIMENTO IN CONDIZIONI STANDARD.
- $ET_0$  ESPRIME LA FORZA EVAPORATIVA DELL'ATMOSFERA.
- CONSISTE IN UNA QUANTIFICAZIONE DELL'EVAPORAZIONE DELL'ACQUA DAL TERRENO E DEL TASSO DI TRASPIRAZIONE DELLE PIANTE.
- AQUACROP HA INTEGRATO UN SISTEMA DI CALCOLO AUTOMATICO DELL' $ET_0$  DAI DATI AGROMETEOROLOGICI.

# DATI CLIMATICI: L'EVAPOTRASPIRAZIONE

- Concetto di evapotraspirazione ET:  
**Traspirazione + Evaporazione**
- Fattori che influenzano la ET:
  - Clima
  - Coltura (copertura vegetale, specie, ecc.)
  - Ambiente
  - Gestione colturale

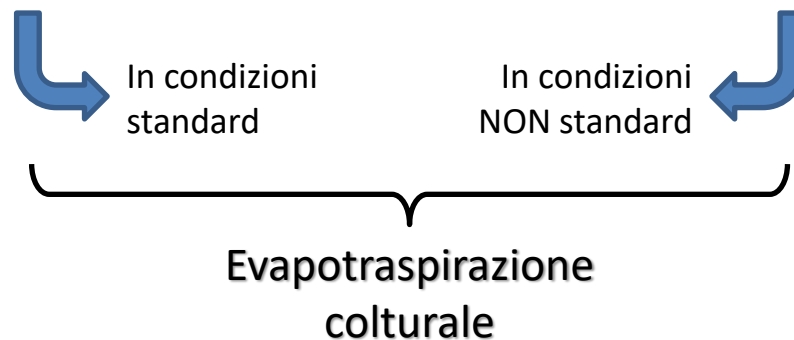
# STIMA DELL'EVAPOTRASPIRAZIONE

	ET <sub>o</sub>	ET <sub>c</sub>	ET <sub>c</sub> <sub>adj</sub>
FATTORI CLIMATICI	Variano	Variano	Variano
CARATTERISTICHE DELLA COLTURA	Coltura di riferimento	Variano	Variano
AMBIENTE & GESTIONE COLTURALE	Standard, <i>condizioni non limitanti</i>	Standard, <i>condizioni non limitanti</i>	Variano

Equazione di Penman-Monteith:

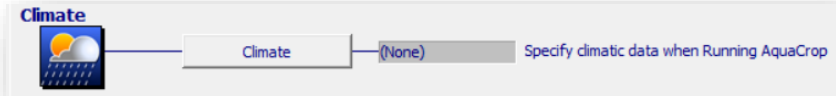
$$ET_o = \frac{0.408 \Delta (R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma (1 + 0.34 u_2)}$$

Evapotraspirazione di riferimento =  
forza evapotraspirativa dell'atmosfera



# SEZIONE «**Environment and Crop**»

## PARAMETRI CLIMATICI



### LA TEMPERATURA DELL'ARIA MINIMA E MASSIMA:

- DETERMINANO IL TASSO DI CRESCITA DELLA COLTURA E POSSONO COMPORTARE CONDIZIONI DI STRESS (valori estremi comportano uno stress per le piante che influisce sulla produzione di biomassa e quindi sulle rese).
- LA TEMPERATURA SERVE PER CALCOLARE I **GRADI GIORNO** CHE CONDIZIONANO LA VELOCITÀ DI CRESCITA DELLA COLTURA.

**LE PRECIPITAZIONI:** PER STIMARE IL BILANCIO IDRICO DEL SUOLO E SIMULARE SITUAZIONI DI STRESS IDRICO

**LA CONCENTRAZIONE ANNUALE DI CO<sub>2</sub>:** INFLUISCE SULLA TRASPIRAZIONE E SULLA PRODUZIONE DI BIOMASSA.



# SEZIONE «**Environment and Crop**»

## PARAMETRI CLIMATICI


### TEMPERATURA MINIMA E MASSIMA

- Servono per calcolare i *Growing Degree Days* (**GDD: somme termiche**) in quanto determinano il tasso di crescita della coltura.
- La Temp. può determinare situazioni di stress (freddo o caldo) che vengono tenute conto nella determinazione delle rese e nella produzione di biomassa in *AquaCrop*.


# ACCESSO AI DATI CLIMATICI

I dati climatici possono essere ottenuti:


- dalle stazioni meteo locali,
- dal servizio meteorologico locale/regionale,
- da piattaforme online:
  - NOAA
  - Weather Underground
  - NASA



**NASA Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER)**



**NOAA** National Oceanic and Atmospheric Administration  
Climatic Data Online tools



**Weather underground**  
<http://www.wunderground.com>  
Collects weather data from stations around the world.  
From more than 170,000 weather stations : Personal weather stations, automated weather stations operating at airports, ...

# SCHEDA: Climate

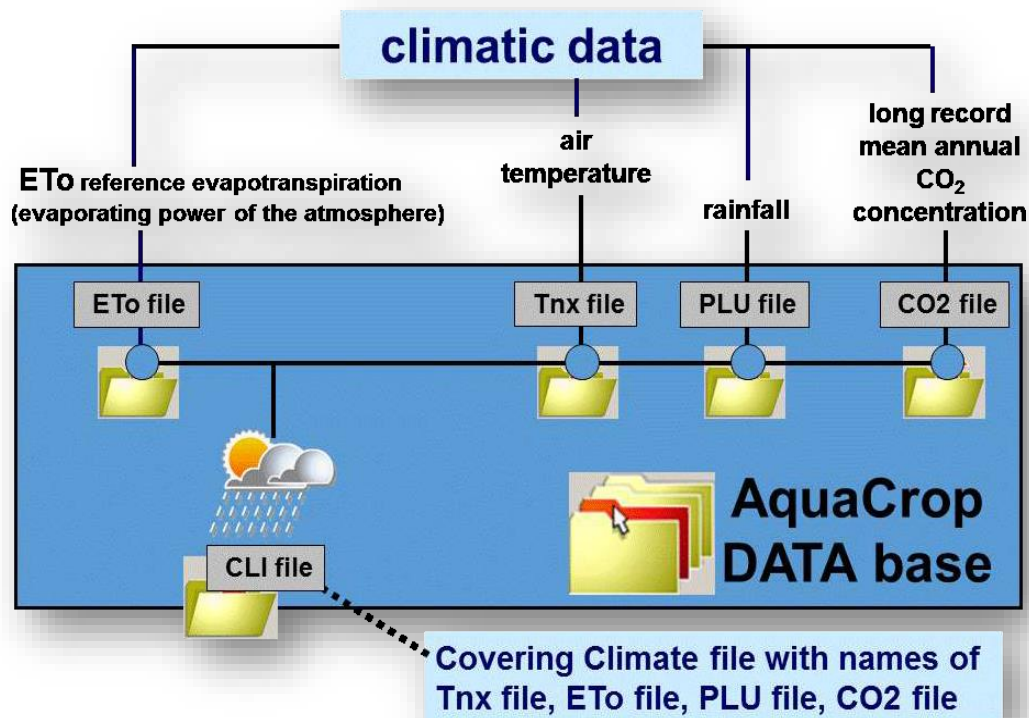
## Dati climatici necessari ad AquaCrop:

Per ogni giorno del periodo di simulazione, AquaCrop necessita di:

1. temperatura minima ( $T_n$ ) e massima ( $T_x$ ) dell'aria,
2. evapotraspirazione di riferimento (ET<sub>o</sub>),
3. i dati sulle precipitazioni e
4. la concentrazione media annuale di CO<sub>2</sub> nell'atmosfera.

I dati climatici richiesti vengono salvati rispettivamente in:

1. file della temperatura (file con estensione '.Tnx'),
2. file ET<sub>o</sub> (file con estensione '.ETo'),
3. file sulle precipitazioni (file con estensione '.PLU') e
4. file sulla CO<sub>2</sub> (file con estensione '.CO2').



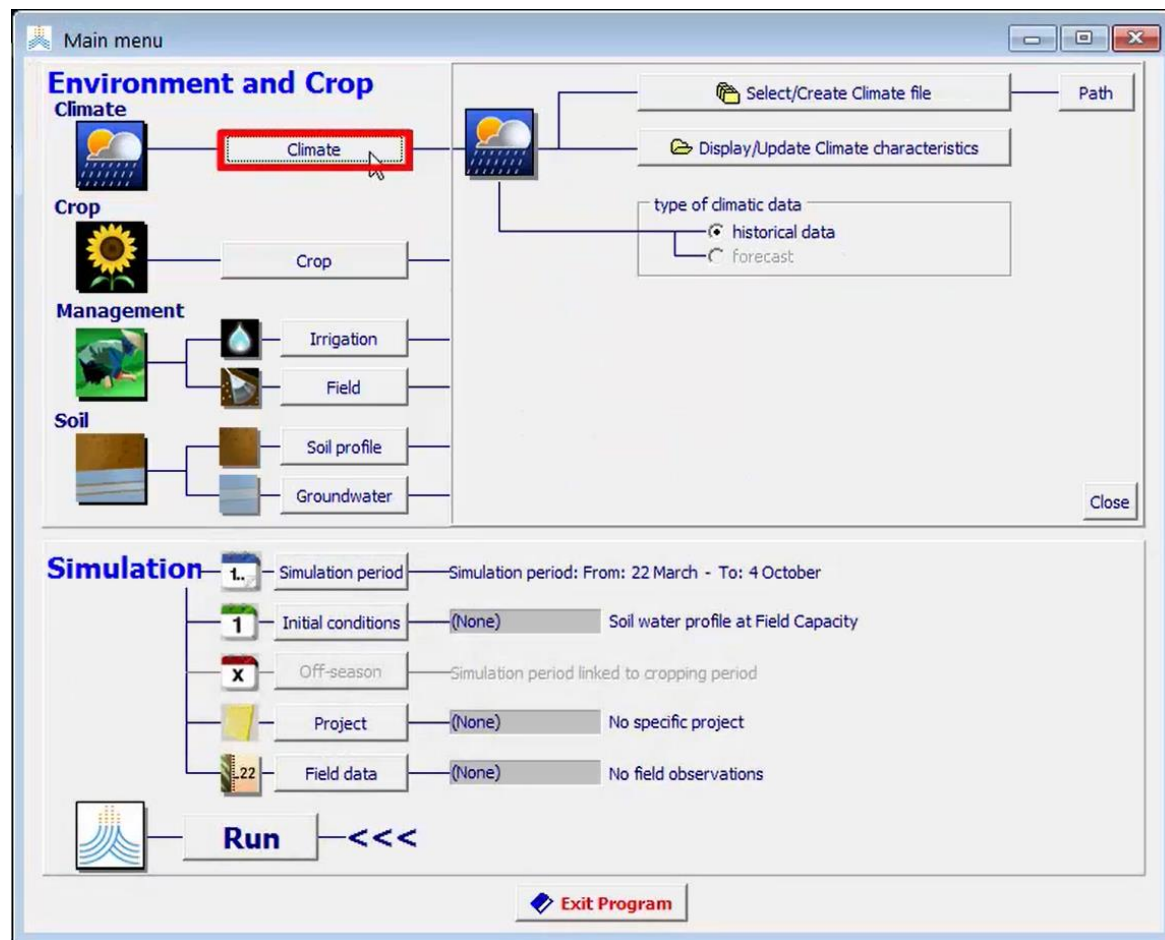
Un file generale sul clima (file con estensione '.CLI') contiene i nomi dei file Tnx, ET<sub>o</sub>, PLU e CO<sub>2</sub>

# SCHEDA: **Climate**

## Pannello di controllo dei dati climatici

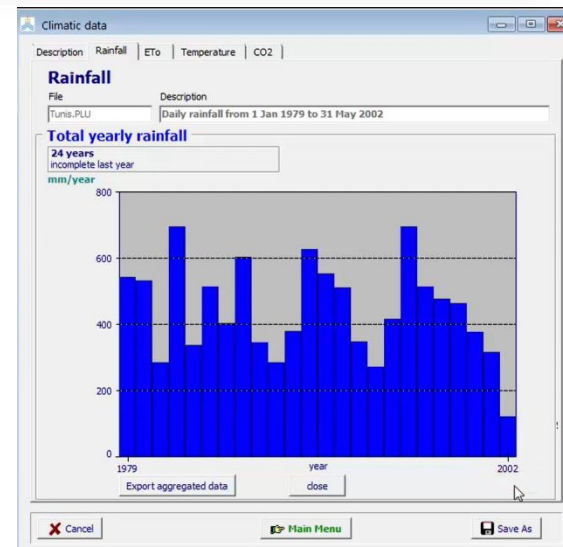
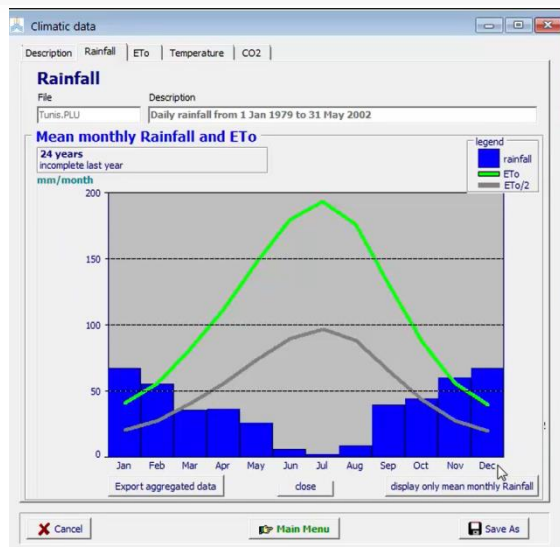
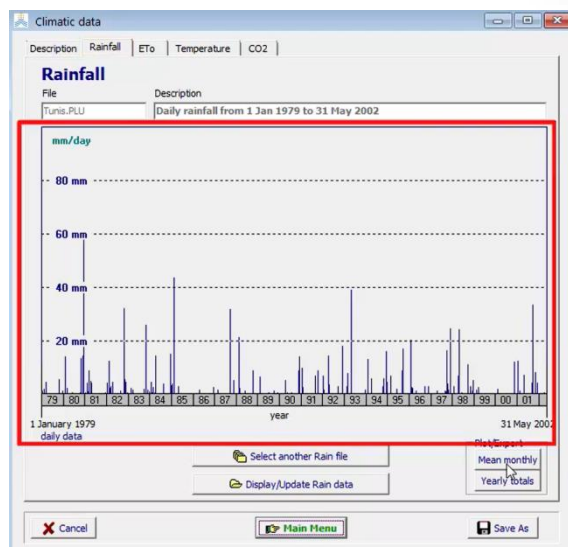
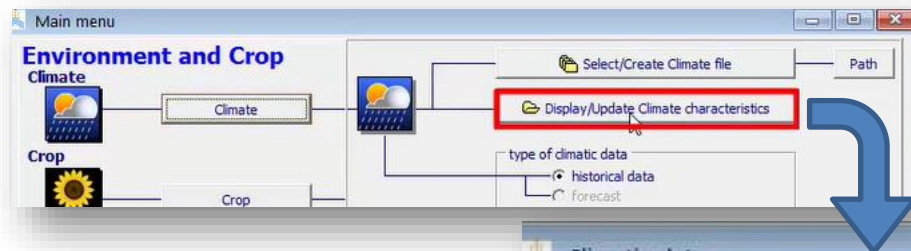
Selezionare **“Climate”** nella sezione **“Environment and Crop”** per accedere alle funzionalità:

1. Importazione/Creazione di file climatici (serie storiche)
2. Una volta importati i dati, è possibile visualizzarli/aggiornarli selezionando il pulsante **“Display/Update Climate characteristics”**



# SCHEDA: Climate

**ESEMPIO:** Visualizzazione dati giornalieri, mensili o annui medi di precipitazione:



# IMPORTAZIONE DEI DATI CLIMATICI

1. Compilazione del database
2. Copia dati su file TXT
3. Importazione file TXT in *AquaCrop*
4. Creazione file CLI.

# 1. COMPILAZIONE DEL DATABASE

Compilazione di un foglio elettronico con tutti i dati climatici giornalieri/10-giorni/mensili (i dati mancanti vanno segnalati con -999 affinché il sistema li riconosca)

## DATI CLIMATICI IMPORTABILI:

1. Temp Min; Temp max
2. Precipitazioni
3. ETo, oppure i dati climatici con cui si calcola la ETo, ovvero:
  - Radiazione
  - Umidità dell'aria
  - Luminosità
  - Velocità del vento

Date	Tmax °C	Tmin °C	RHmax %	u10 m/s	Rain mm
01/01/1999	-	-	-	-	-
02/01/1999	-	-	-	-	-
03/01/1999	-	-	-	-	-
04/01/1999	-	-	-	-	-
27/12/2015	-	-	-	-	-
28/12/2015	-	-	-	-	-
29/12/2015	-	-	-	-	-
30/12/2015	-	-	-	-	-
31/12/2015	-	-	-	-	-



# PARAMETRI CLIMATICI E UNITA' DI MISURA

Parametro climatico e simbolo	Possibili unità di misura
<b>Temperature dell'aria</b>	
Temperatura massima dell'aria (Tmax)	°C o °F
Temperatura media dell'aria (Tmean)	°C o °F
Temperatura minima dell'aria (Tmin)	°C o °F
<b>Umidità dell'aria</b>	
Umidità relativa massima (RHmax)	%
Umidità relativa media (RHmean)	%
Umidità relativa minima (RHmin)	%
Temperatura del punto di rugiada (Tdew)	°C o °F
Tensione di vapore effettiva: e(act)	kPa, mbar, psi, atm o mmHG
Temperatura del bulbo secco (Tdry)	°C o °F
Temperatura del bulbo umido (Twet)	°C o °F
<b>Velocità del vento</b>	
Velocità del vento a x m sopra sulla superficie del suolo: u(x)	m/sec, km/day, knot o ft/sec
<b>Radiazione e luce solare</b>	
Effettiva durata della luce solare in un giorno (n)	ora
Effettiva durata della luce solare (n/N)	-
Radiazione solare o ad onde corte (Rs)	MJ/m2.day, W/m2, J/cm2.day, mm/day, cal/cm2.day
Radiazione netta (Rn)	MJ/m2.day, W/m2, J/cm2.day, mm/day, cal/cm2.day
<b>ETo, Evapotraspirazione delle colture di riferimento</b>	
Importazione diretta dell'evapotraspirazione delle colture di riferimento (ETo)	mm/day
<b>Precipitazioni</b>	
Precipitazioni (Pioggia)	mm or inch



## 2. COPIA DATI SU FILE “TEXT”

Copia dei soli dati numerici in un File di testo con estensione .txt che verrà importato in *AquaCrop*

	Solar rad MJ/m <sup>2</sup> /day	Tmax °C	Tmin °C	Wind at 10 m m/s	RHmean %	Rainfall mm
1/01/2002	9.54	9.54	9.54	9.54	9.54	9.54
2/01/2002	11.23	16.8	7.3	2.9	63.1	0.3
3/01/2002	7.16	10.5	4.9	5.5	72.3	0.0
4/01/2002	12.60	13.3	2.2	2.5	56.4	1.9
5/01/2002	9.97	16.3	5.2	2.8	43.9	6.8
6/01/2002	7.38	11.2	4.1	3.5	64.0	6.0
7/01/2002	7.16	7.6	3.0	5.8	71.6	1.1
8/01/2002	3.64	9.8	3.9	5.2	81.9	0.0
9/01/2002	3.60	10.7	5.1	5.4	80.9	7.8
10/01/2002	4.93	7.5	4.1	3.1	89.0	4.3
11/01/2002	11.92	9.5	4.3	2.6	86.4	0.0
12/01/2002	4.93	10.4	3.4	1.5	87.9	0.0
13/01/2002	9.83	12.3	4.0	1.6	71.9	0.0
14/01/2002	10.91	13.8	3.1	3.0	51.4	11.8
15/01/2002	12.06	14.5	2.8	2.7	61.7	0.5
16/01/2002	12.31	13.3	3.6	1.2	81.6	0.0
17/01/2002	13.46	16.0	3.5	1.6	55.5	0.0
18/01/2002	13.21	18.0	5.1	2.5	36.1	0.0

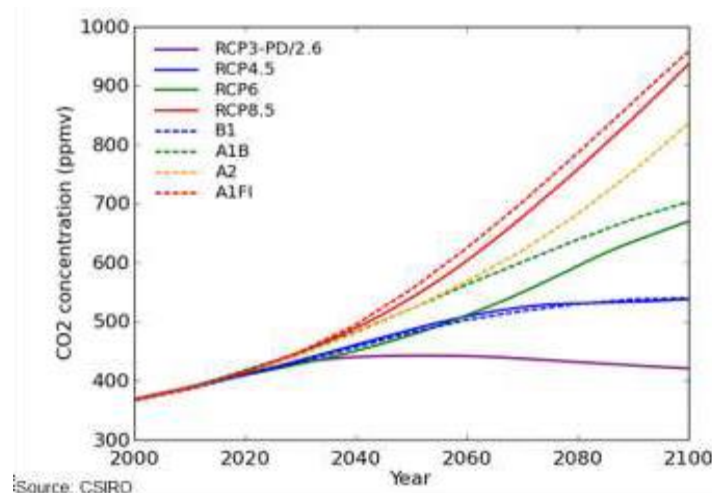
  

17.21	30.1	15.5	2.5	38.8	0.0	
17.03	29.9	16.7	2.4	44.9	0.0	
16.42	27.7	16.7	3.0	64.6	0.0	
16.38	27.2	15.7	3.0	63.5	0.0	
15.59	25.9	15.5	2.9	62.9	0.0	
9.11	24.1	14.5	3.9	66.9	0.0	
14.15	23.9	14.9	3.9	63.8	0.7	
13.64	28.6	16.5	3.5	45.8	0.3	
13.61	24.7	15.2	4.2	63.7	0.0	
13.93	23.0	14.6	3.7	70.2	0.0	
13.93	22.5	14.4	2.0	65.3	0.0	
16.09	25.4	12.2	3.9	37.8	0.0	
16.60	25.8	9.9	5.5	18.9	6.0	
13.95	28.4	12.4	5.5	14.1	0.5	
15.84	30.0	13.4	3.3	18.7	0.0	
15.44	29.0	14.4	2.5	34.0	0.0	
15.44	27.9	14.3	2.1	39.7	0.5	
14.33	25.8	13.3	2.0	51.9	0.0	
14.22	25.4	13.2	1.8	51.7	0.1	
13.32	26.3	14.7	1.6	41.8	0.8	
14.51	24.8	14.0	2.5	53.5	0.0	
9.76	21.8	12.6	3.0	71.4	9.0	
11.16	22.5	13.3	2.9	71.8	0.7	
14.18	23.8	11.8	2.5	63.5	0.0	
13.93	26.9	12.4	4.3	41.0	0.3	
13.82	27.8	15.2	3.9	40.3	0.0	
13.07	23.4	12.8	3.7	70.3	0.0	
9.00	20.8	12.6	5.5	67.3	0.0	
10.15	18.9	11.2	3.2	65.7	0.8	
5.04	16.6	10.5	2.3	77.1	4.1	
12.74	18.3	9.6	3.4	71.6	0.1	
6.37	17.3	10.6	6.1	70.3	0.0	
4.75	15.3	9.8	4.0	81.4	0.0	
12.96	18.8	9.5	1.9	69.8	0.0	
11.84	19.1	10.0	1.9	67.8	0.8	
13.07	20.4	8.6	2.2	63.0	0.0	

# DATI DI CO<sub>2</sub>

Nel database di *AquaCrop* sono già disponibili serie di dati relativi alle concentrazioni di CO<sub>2</sub> atmosferica:

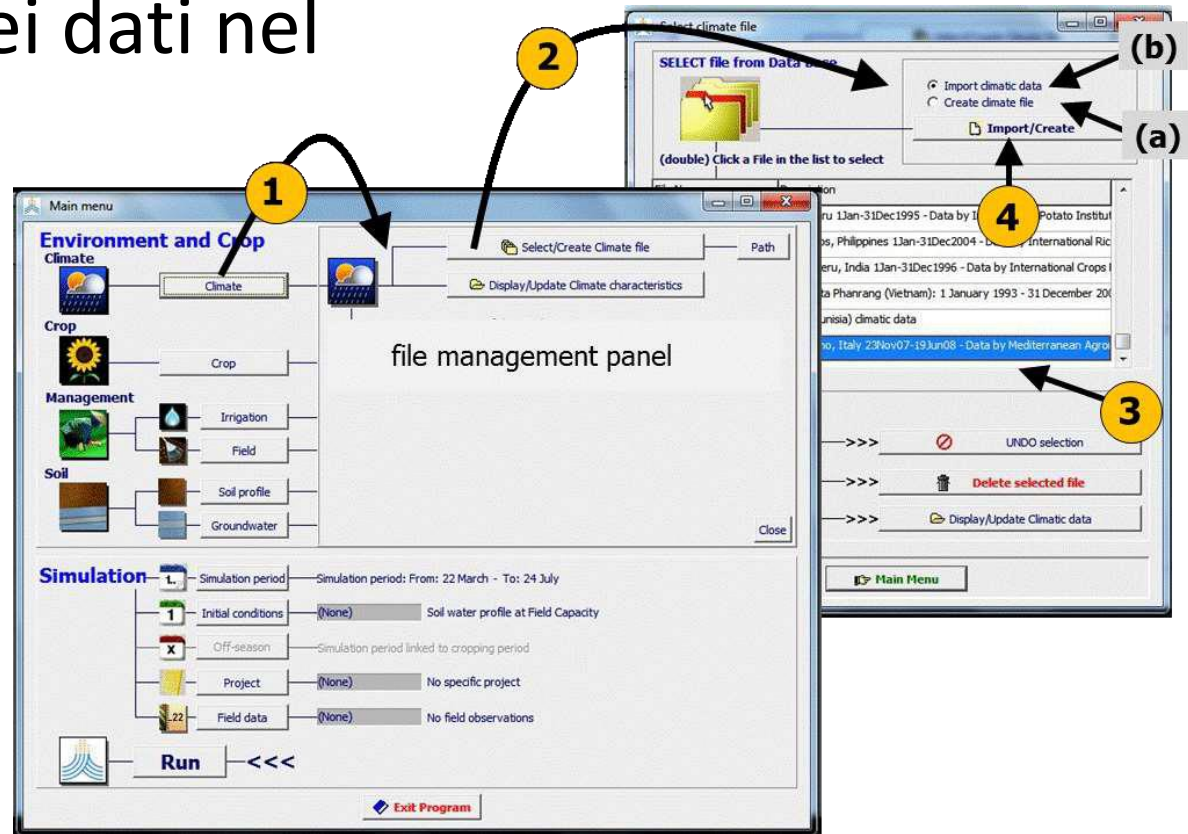
- Per simulazioni con dati storici può essere utilizzato il file 'MaunaLoa.CO2' presente nella sottodirectory SIMUL di *AquaCrop*.
- Per simulazioni relative all'immediato futuro si possono utilizzare i file basati sulle stime di CO<sub>2</sub> dell'ICPP (Intergovernmental Panel on Climate Change), anche questi contenuti nella sottodirectory SIMUL di *AquaCrop*.
- il valore medio annuo di concentrazione di CO<sub>2</sub> può anche essere derivato da stazioni presenti sul territorio nazionale



# IMPORTAZIONE FILE TEXT IN AQUACROP

## 3. Importazione dei dati nel programma

Selezionando (1) il comando <Climate> e poi (2) il comando <Select/Create Climate file> nel file management panel del *Main menu*, l'utente accede al menu *Select climatic file*, in cui (3) si può selezionare uno dei file CLI disponibili o creati in precedenza, o (4) il comando (a) per <Create a climate file> (nuovo file CLI) o (b) per <Import climatic data> (per generare il file a partire dai dati misurati di temperatura dell'aria, ETo e precipitazione).



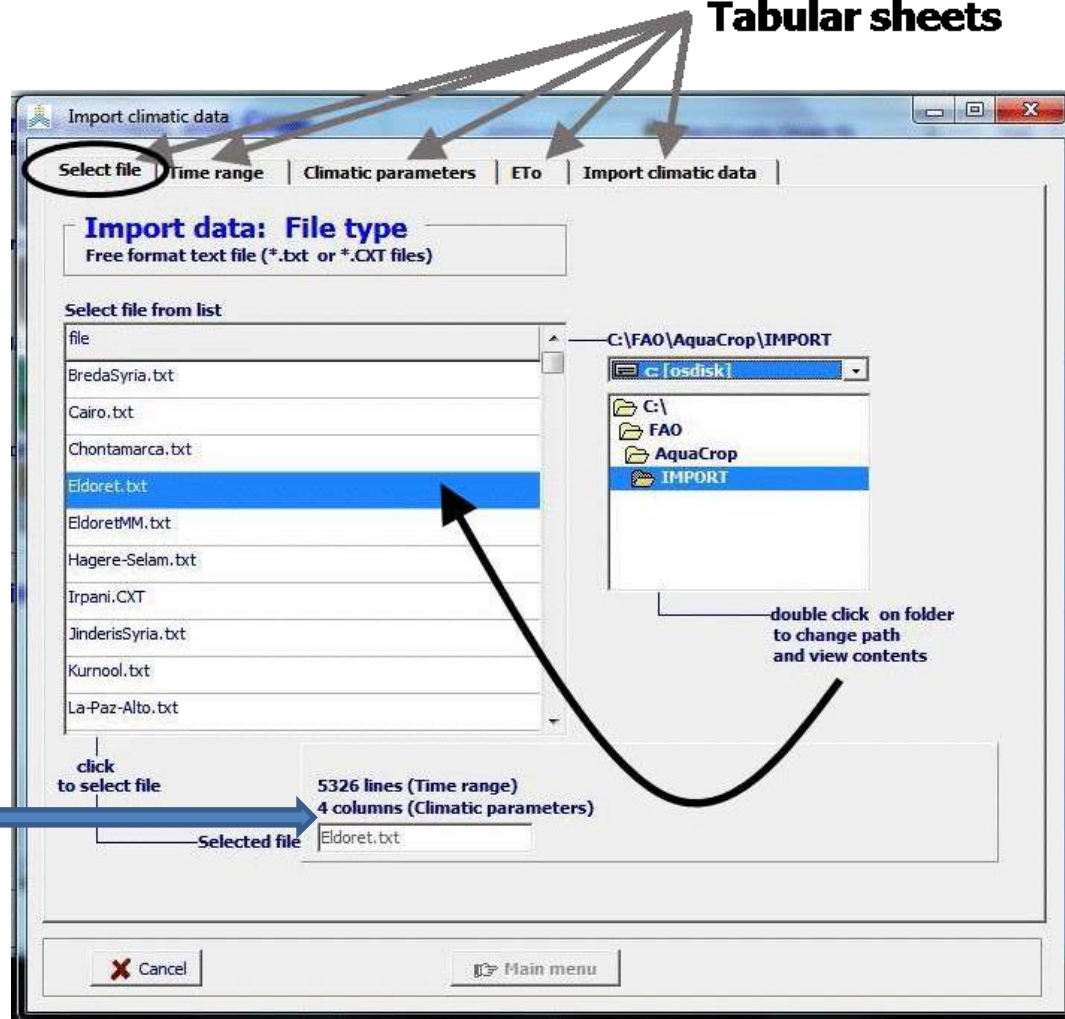
# Selezione del file

## SELECT FILE – SELEZIONE DEL FILE

Nella scheda Select File sono elencati tutti i file climatici importabili dalla directory creata nel proprio PC in precedenza.

Dall'elenco TXT si seleziona il file desiderato ed il programma indica il numero di linee e colonne presenti nel file caricato.

**Tabular sheets**



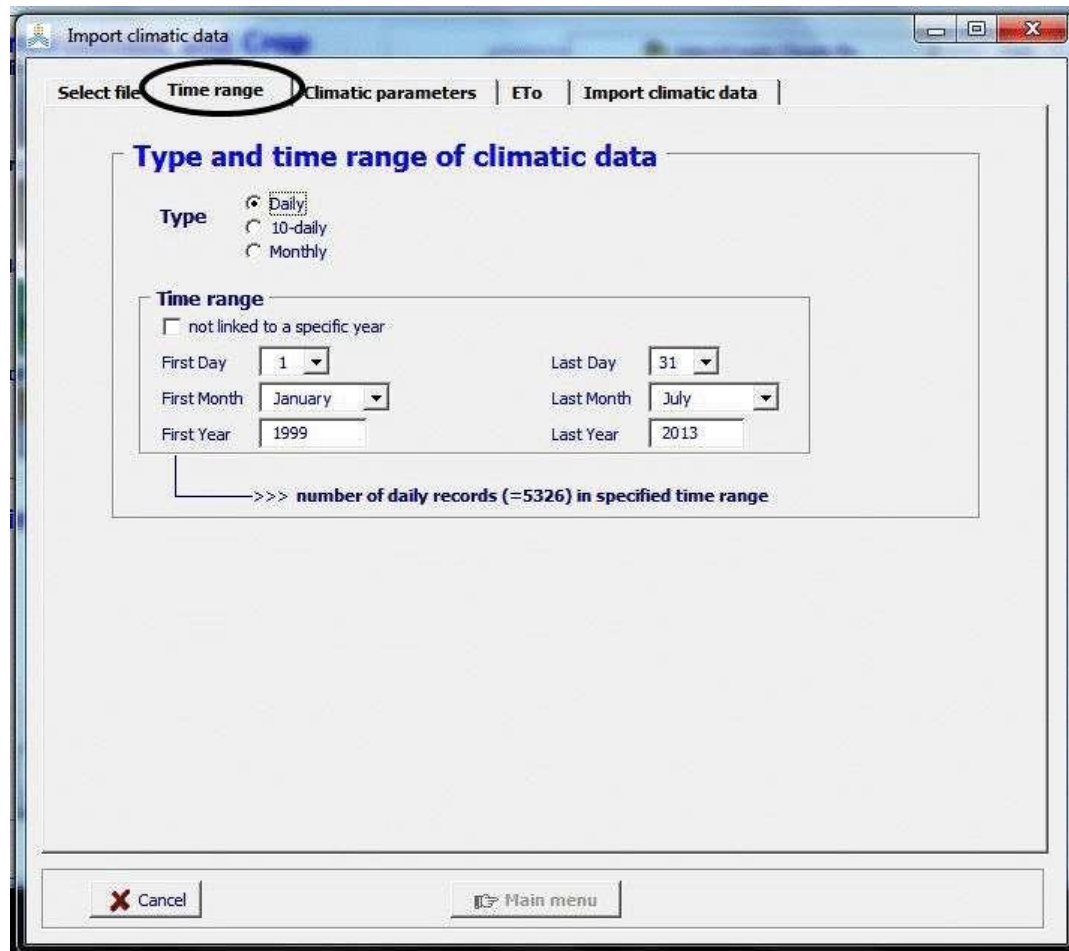


# Intervallo di tempo

## TIME RANGE – INTERVALLO DI TEMPO

Nella scheda 'Time range', l'utente specifica la cadenza con cui sono forniti i dati in ingresso (giornaliera, ogni 10 giorni o mensile) e l'intervallo temporale a cui fanno riferimento tali dati (dalla data – alla data).

(Se i dati climatici consistono in medie di diversi anni, i dati non dovrebbero essere collegati a un anno specifico e l'anno non va indicato.)



Import climatic data

Select file **Time range** Climatic parameters ETo Import climatic data

**Type and time range of climatic data**

Type

- ☒ Daily
- ☐ 10-daily
- ☐ Monthly

Time range

☐ not linked to a specific year

First Day 1 Last Day 31

First Month January Last Month July

First Year 1999 Last Year 2013

>>> number of daily records (=5326) in specified time range

Cancel Main menu

# Selezione dei parametri climatici

## SELEZIONE DEI PARAMETRI CLIMATICI

Per ogni colonna del file TEXT importato, occorre specificare a che cosa si riferisce ogni colonna di dati del file .txt in ingresso:

- temperatura
- umidità
- vento
- ETo
- precipitazioni
- radiazione

default for undefined values

access to data range

Va indicata anche l'unità di misura.

**Import climatic data**

Select file | Time range | **Climatic parameters** | ETo | Import climatic data

**Climatic parameters**

Column... 1 2 3 4  
 << click in cell to select parameter >>

Symbol	Tmin	Tmax	Tmean	Rain
Unit	°C	°C	°C	
Code	103	101	102	

**Missing data**

Undefined Value... -999.00

Missing... none none none

**Data range**

Column	Max	Min
Column Max	16.6	30.6
Column Min	1.6	16.1

**Program limits (Data Range)**

Limit	Value
Upper limit	45.0
Lower limit	-15.0

**List of climatic parameters**

Code	Symbol	Unit	Description
601	Rain	mm	Rainfall
602	Rain	inch	Rainfall

Temperature | Humidity | Wind | Sunshine/Radiation | ETo | **Rain** | None

click to select parameter

Update Data Range

Close

Cancel Main menu

# Modifica intervallo valori

Il menu **Limits of climatic data** contiene l'intervallo dei dati (limite inferiore e superiore) assegnati di *default* dal programma ai vari parametri climatici che possono essere importati

Qui può essere modificato il limite inferiore e superiore relativo a (1) precipitazioni totali (2) e (3) temperature dell'aria, (4) umidità relativa, (5) velocità giornaliera del vento, (6) deviazione dalla massima radiazione giornaliera possibile (dati da (a) latitudine e (b) periodo dell'anno) e (7) ETo giornaliera.

**Limits of climatic data**

Station: Eldoret

**Limits**

**Rainfall**

Lower limit: 0 mm/day (0 inches)

Upper limit: 300 mm/day (11.81 inches)

adjust limit with: +/- 1 mm

**Temperature**

Maximum, mean and minimum air temperature

Dewpoint temperature, wet and dry bulb temperature

Lower limit: 15 degrees Celsius (5.0 degrees Fahrenheit)

Upper limit: 45 degrees Celsius (113.0 degrees Fahrenheit)

adjust limit with: +/- 1 %

**Relative humidity**

Maximum, mean and minimum relative humidity

Lower limit: 15 percent

Upper limit: 100 percent

adjust limit with: +/- 1 %

**Vapour pressure**

Actual vapour pressure

Lower limit: 0.0286 kPa (0.2857 mbar)

Upper limit: 9.5825 kPa (95.8248 mbar)

adjust limit with: +/- 1 m/sec

**Wind speed**

Lower limit: 0 m/sec (0 km/day)

Upper limit: 8 m/sec (691.2 km/day)

adjust limit with: +/- 1 m/sec

**Hours of bright sunshine**

January.....December

0.....24 hours

**Radiation**

Solar or shortwave radiation,

Net radiation

Lower limit: 0 MJ/m2.day (0 mm/day)

Upper limit: 45 MJ/m2.day (12.6 mm/day)

accepted deviation ... + 5 %

adjust limit with: +/- 1 %

**Angstrom equation**

a = 0.25

b = 0.50

$R_s = a + b (n/N=1) R_a$

correction for altitude (2097 m)

**ETo (reference ET)**

Lower limit: 0 mm/day

Upper limit: 10 mm/day

adjust limit with: +/- 1 mm/day

(a) Latitude station 0° 28 North

(b) 9 January.....13 March

29.7 31.5

12.1 12.9

Cancel Save and Close



# Caratteristiche per il calcolo della ETo

## ETo

Se si hanno dati sufficienti per calcolare l'ETo con i dati climatici importati, le informazioni e i dati richiesti per tale calcolo, vengono specificati nella scheda 'ETo'.

Le informazioni che è possibile inserire sono relative a (1) le **coordinate della stazione meteo** e ai valori necessari per il calcolo dell'equazione FAO Penman-Monteith:

- (2) Valori della radiazioni solare,
- (3) Velocità del vento
- (4) Pressione di vapore
- (5) Valori per i coefficienti della equazione Angstrom.

The screenshot shows the 'Import climatic data' window with the 'ETo' tab selected. The 'Coordinates of Meteorological station' section includes fields for Station (Eldoret), Altitude (2097 meter above sea level (m.a.s.l.)), and Latitude (0 degrees 28 minutes North). The 'ETo calculation (FAO Penman-Monteith method)' section includes fields for Air temperature, Air humidity, Radiation, and Wind speed, all marked as 'estimated'. The 'Location' section includes radio buttons for 'at the coast' and 'interior location', and checkboxes for wind conditions and area types. The 'Estimation of Solar radiation' section shows Rs = 0.16. The 'Estimation of Wind speed' section shows average wind speed = 2.0 [m/sec]. The 'Estimation of Vapour pressure' section shows Tdew = Tmin + subtract 0.0 [°C]. The 'Angstrom formula' section shows Rs = (a + b n/N) Ra, with a = 0.25 and b = 0.50. The 'Clear-sky: Rso = 0.792 Ra' is also displayed.



# Importazione dei file dei dati climatici

Nell'ultimo menù **"IMPORT CLIMATIC DATA"** si può modificare il nome e la descrizione del file di Temperatura, ETo e di quello delle precipitazioni.

Selezionando il comando **"Import climatic data"** vengono creati i file climatici selezionati (con i dati importati) e salvati nella cartella specifica (di default il database 'DATA' di *AquaCrop*).

Import climatic data

Select file | Time range | Climatic parameters | ETo | Import climatic data

**Import climatic data in file(s)**

☒ **Temperature file** Amman .Tnx  
Description ..... Amman : daily temperature data (1 January 2002 - 31 December 2014)

☒ **ETo file** Amman .ETo  
Description ..... Amman : daily ETo data (1 January 2002 - 31 December 2014)

☒ **Rainfall file** Amman .PLU  
Description ..... Amman : daily rainfall data (1 January 2002 - 31 December 2014)

Path

**Data base**  
Path: E:\Dirk\AquaCrop64bit\50Nr23102015\DATA\

**Imported files:**

Type	File name
Rain	Amman.PLU
Temp	Amman.Tnx
ETo	Amman.ETo

Create climate file

Cancel Main menu

# CREAZIONE FILE “.CLI”

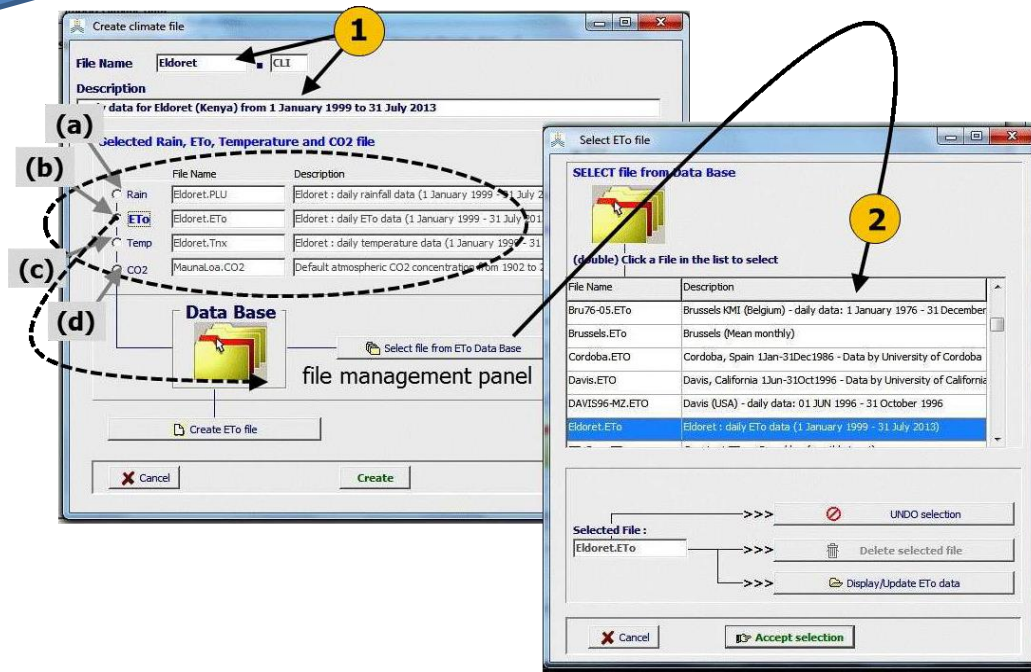
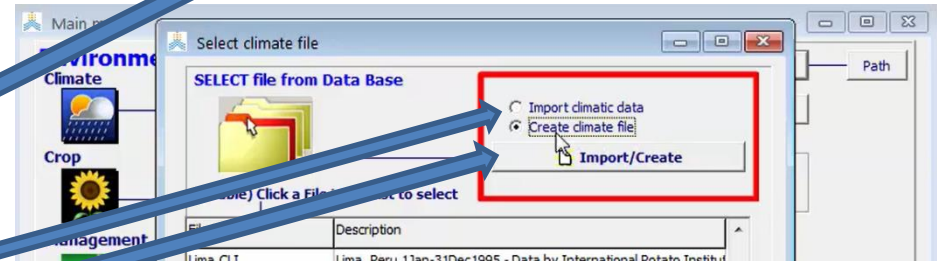
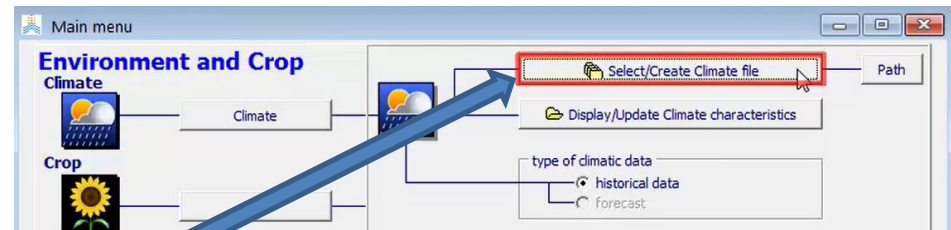
4. Con i dati climatici salvati nei file Tnx, ETo, PLU e CO2, può essere creato un file con estensione ‘.CLI’ che li raggruppa.

1. Tornare al menù principale di Aquacrop e cliccare **“Select/create climatic file”**

2. Selezionare **“Create climate file”**

3. Cliccare su **“Import/Create”**

4. Il file CLI file viene creato nel menu **Create climate file** (1) specificandone nome e descrizione e (2) selezionando dal database un file (a) precipitazioni, (b) ETo, (c) temperatura dell’aria e (d) CO2.



# Bibliografia & References

## FAO Irrigation and Drainage paper Nr. 66

Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E., and Raes, D. 2012.

**Crop yield responses to water.** FAO Irrigation and Drainage Paper Nr. 66. Rome, Italy. *Reproduced with permission.*

Website: <http://www.fao.org/3/i2800e/i2800e00.htm>

## Manuale di riferimento

Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T.C., and Fereres, E. 2015.

**AquaCrop Reference manual.** Rome, Italy. *Reproduced with permission.*

Website: <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/aquacrop/en/>

## Manuali AquaCrop di training

**Book I - Understanding AquaCrop.** FAO, April 2017. Rome, Italy *Reproduced with permission.*

**Book II - Running AquaCrop.** FAO, April 2017. Rome, Italy *Reproduced with permission.*

## Pubblicazioni scientifiche di base

### **AquaCrop – The FAO crop model to simulate yield response to water**

Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E. & Raes, D. (2012). [Crop yield response to water](#) FAO Irrigation and Drainage Paper No. 66. Rome, Italy. *Reproduced with permission.*

Vanuytrecht, E., Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T.C., Fereres, E., Heng, L.K., Garcia Vila, M. & Mejias Moreno, P. (2014). [AquaCrop: FAO'S crop water productivity and yield response model.](#) *Environmental Modelling & Software*, 62: 351–360 *Reproduced with permission.*

Steduto, P., Hsiao, T.C., Raes, D. & Fereres, E. (2009). [AquaCrop: The FAO Crop Model to Simulate Yield Response to Water: I. Concepts and Underlying Principles.](#) *Agronomy Journal*, 101: 426–437 *Reproduced with permission.*

Raes, D., Steduto, P., Hsiao, T.C. & Fereres, E. (2009). [AquaCrop: The FAO Crop Model to Simulate Yield Response to Water: II. Main Algorithms and Software Description.](#) *Agronomy Journal*, 101: 438–447 *Reproduced with permission.*

Hsiao, T.C., Heng, L.K., Steduto, P., Rojas-Lara, B., Raes, D. & Fereres, E. (2009). [AquaCrop: The FAO Crop Model to Simulate Yield Response to Water: III. Parameterization and Testing for Maize.](#) *Agronomy Journal*, 101: 448–459 *Reproduced with permission.*

Heng, L.K., Hsiao, T.C., Evett, S., Howell, T. & Steduto, P. (2009). [Validating the FAO AquaCrop Model for Irrigated and Water Deficient Field Maize.](#) *Agronomy Journal*, 101: 488–498 *Reproduced with permission.*

## Foto, Mappe e altre Illustrazioni

Fonte: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Original Scientific Illustrations Archive. *Reproduced with permission.*

Website di riferimento: <http://www.fao.org/aquacrop/resources/tutorials/en/>

## Versione Italiana del powerpoint qui prodotto

**Powerpoint** realizzato da: dr. Luca Fiorentini, ing. Marinella Masina, prof. Maria Speranza (*Alma Mater Studiorum* - Università di Bologna).

