



LIFE Programme 2014 - 2020



# MODULO 5

## GESTIONE DELLE IRRIGAZIONI E DELLA FERTILITA' DEI SUOLI



# SEZIONE «**Environment and Crop**»

- PRATICHE DI GESTIONE DELL'IRRIGAZIONE E DEL CAMPO – «**Management**»



## — **GESTIONE IRRIGUA**

- Agricoltura piovana
- Agricoltura irrigata: con quale metodo, quando, con quali quantità, la qualità dell'acqua

## — **GESTIONE CULTURALE**

- Pacciamatura, baulatura, fertilità del suolo, ecc.
- Pratiche di gestione delle superfici



# GESTIONE IRRIGUA



# GESTIONE IRRIGUA

## MODALITA' IRRIGUE PREVISTE CON AQUACROP

1. Coltivazioni gestite con le sole precipitazioni (no irrigazioni per tutto il ciclo): *Rainfed cropping*
2. Determinazione dei fabbisogni irrigui netti
3. Programmazione delle irrigazioni (quando, volumi, qualità delle acque, modalità): è gestita dall'utente
4. Il software *AquaCrop* può generare un consiglio irriguo (*irrigation schedule*) a supporto della coltivazione indicando quando e quanto irrigare.

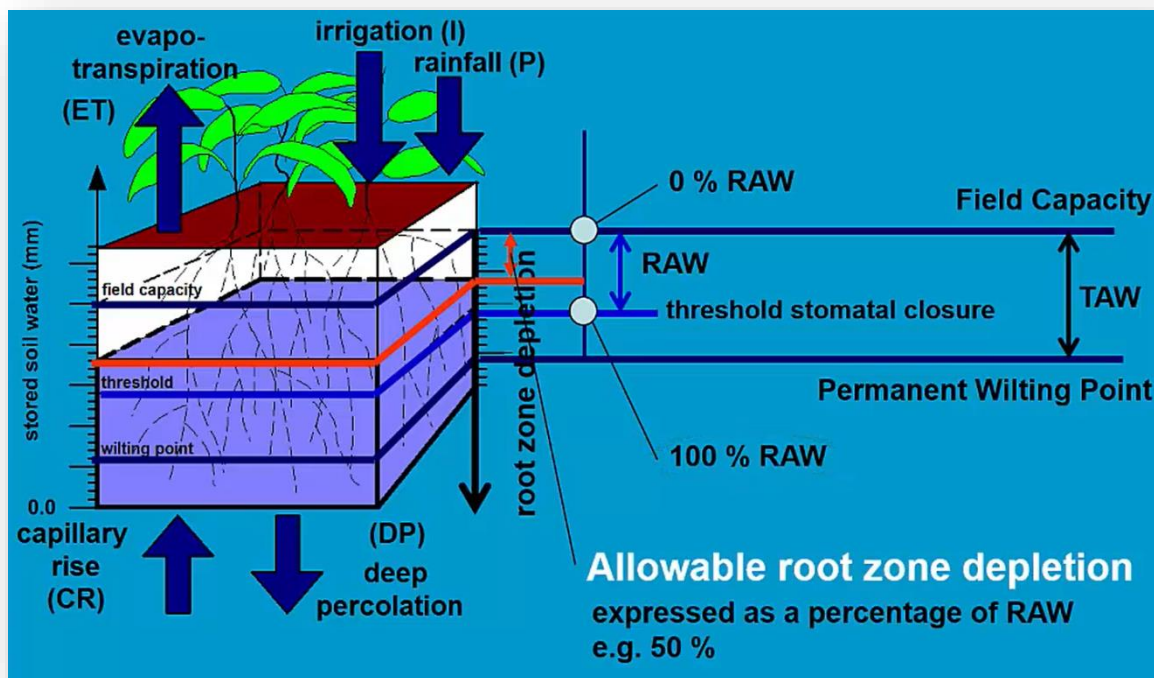




# 1. Fabbisogni irrigui netti: $I_{net}$

**Determinazione dei fabbisogni irrigui netti:** sono ottenuti sommando gli apporti irrigui effettuati durante tutta la stagione.

- Sono “netti” in quanto non considerano apporti extra che andrebbero applicati per tener conto di perdite per ruscellamento o dovute ad irregolarità della superficie coltivata.
- AquaCrop prevede che si consideri una **soglia di esaurimento delle riserve idriche nella zona esplorata dalle radici**, che è una frazione della RAW (*readily available water*: la frazione di TAW (acqua totale disponibile) che una coltura può estrarre dalla zona radicale senza soffrire di stress idrico viene definita come l'acqua del suolo prontamente disponibile o RAW): al superamento della soglia prevista occorre irrigare per riportare il contenuto idrico nella zona esplorata dalle radici entro i valori consentiti.



- TAW: acqua totale disponibile; è compresa tra la capacità idrica di campo e il punto di appassimento permanente.
- RAW: acqua prontamente estraibile dalle radici, è una frazione di TAW ed è compresa tra la capacità idrica di campo e la soglia di chiusura degli stomi.
- Alla capacità idrica di campo, la richiesta di acqua prontamente disponibile è = 0%. Man mano che il contenuto idrico nel terreno decresce, e ci si avvicina ad una condizione che impone la chiusura degli stomi, la richiesta di acqua prontamente disponibile diventa massima (RAW = 100%).
- L'esaurimento consentito delle risorse idriche nella zona radicale è una % di RAW
- La soglia (**linea rossa**) viene fissata dall'utente in un punto compreso tra il massimo e il minimo di acqua prontamente disponibile RAW.



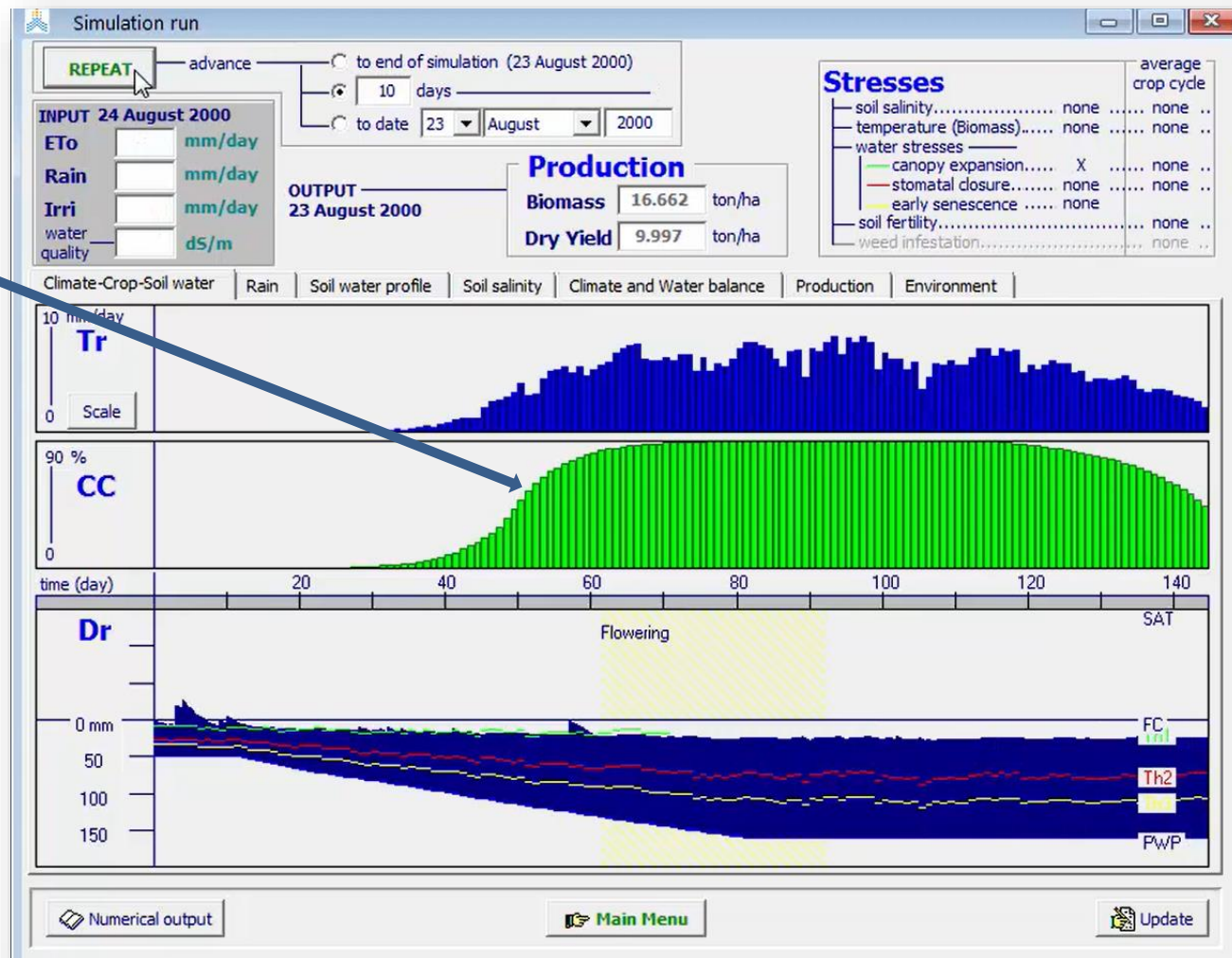
# 1. Fabbisogni irrigui netti: $I_{net}$

## Esempio applicativo:

- Nella schermata del Main Menù, cliccare sul pulsante “Irrigation”.
- poi “Display/Update Irrigation Management”.
- Selezionare prima la voce “Determination of Net Irrigation water requirement”.
- Aprire la scheda “Net Irrigation Requirement”:
- in questa scheda l’utente può fissare il valore della soglia di RAW al di sotto della quale il contenuto idrico non deve scendere.
- La soglia al 50% però si trova al di sotto della linea verde che indica la soglia di contenuto idrico per l’espansione fogliare. Questo significa che se si lascia la soglia al 50% possono incorrere stress idrici che influiranno sulla crescita vegetativa.
- Pertanto, la soglia va modificata e portata a livello della soglia verde indicata da AquaCrop per la coltura in esempio (che è il pomodoro coltivato a Foggia): la % di RAW deve corrispondere almeno alla soglia che garantisce l’espansione fogliare (dal 50% viene portata al 31%).



Nella simulazione *AquaCrop*, si noti ora che avendo impostato la RAW al 31%, si ha uno sviluppo ottimale della copertura vegetale (CC), grazie al fatto che per tutta la stagione vengono effettuati apporti idrici mantenendo sempre un contenuto idrico entro la soglia di acqua prontamente disponibile (linea tratteggiata in verde) nella zona delle radici che soddisfa la condizione imposta in precedenza.



Si noti che viene riportata anche la Resa secca “Dry Yield” che per questo esempio, pomodoro, è pari a circa 10 tonnellate per ettaro. Per convertire questo valore in peso fresco di bacche bisogna conoscere il contenuto di sostanza secca delle bacche fresche: si veda “FAO Irrigation and Drainage paper Nr. 66, chapter 3” che riporta che la sost. secca del pomodoro varia tra il 4 % e il 7%. Pertanto la resa fresca è ottenuta dividendo 10 t/ha per 7% = circa 145 tonnellate di pomodori freschi per ettaro.



Selezionando la scheda “**Climate and water balance**”, si può verificare a quanto corrispondono gli apporti irrigui netti totali per tutta la stagione.

Nell'esempio:  
a 613,9 mm

Simulation run

**REPEAT** — advance — ☐ to end of simulation (23 August 2000)  
☒ 10 days  
☐ to date 23 August 2000

**INPUT 24 August 2000**

ET<sub>o</sub>  mm/day  
 Rain  mm/day  
 Irri  mm/day  
 water quality  dS/m

**OUTPUT 23 August 2000**

**Production**

Biomass 16.662 ton/  
 Dry Yield 9.997 ton/

**Stresses**

	average	crop cycle
soil salinity.....	none	none ..
temperature (Biomass).....	none	none ..
water stresses		
— canopy expansion.....	X	none ..
— stomatal closure.....	none	none ..
— early senescence .....	none	none ..
soil fertility.....	none	none ..
weed infestation.....	none	none ..

Climate-Crop-Soil water | Rain | Soil water profile | Soil salinity | **Climate and Water balance** | Production | Environment

**Climate**

**INPUT 24 August 2000**

growing degrees  °C.day  
 CO<sub>2</sub> : 369.41 ppm  
 ET<sub>o</sub> :  mm  
 Rain :  mm  
 Irri :  mm

from : 1 April 2000  
 to : 23 August 2000

GD : 2006.4 °C  
 ET<sub>o</sub> : 734.9 mm  
 Rain : 116.6 mm  
 Irri : 0.0 mm

**Soil water balance**

**OUTPUT 23 August 2000**

From: 1 April 2000 to 23 August 2000

	mm/day	Total (mm)
Ex: 1.4	1.4	234.6
Trx: 2.0	2.0	525.3
Evaporation (E) :	1.2	196.9
— in growing cycle		196.9
Transpiration (Tr) :	2.0	525.3
Surface Water :	0.0	mm
Runoff :	0.0	8.6
Infiltrated :	0.0	108.0
Drained :	0.0	22.2
Capillary Rise :	0.0	0.0

Groundwater table  
absent

**Net irrigation requirement**

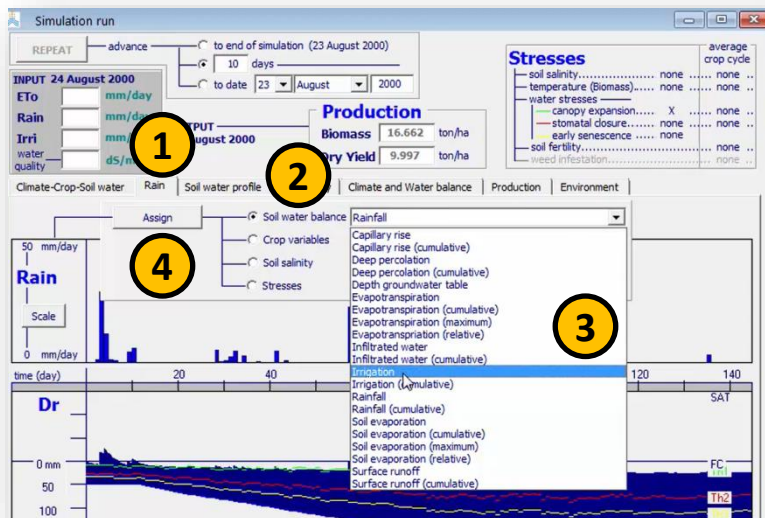
Total 613.9 mm

Numerical output | Main Menu | Update

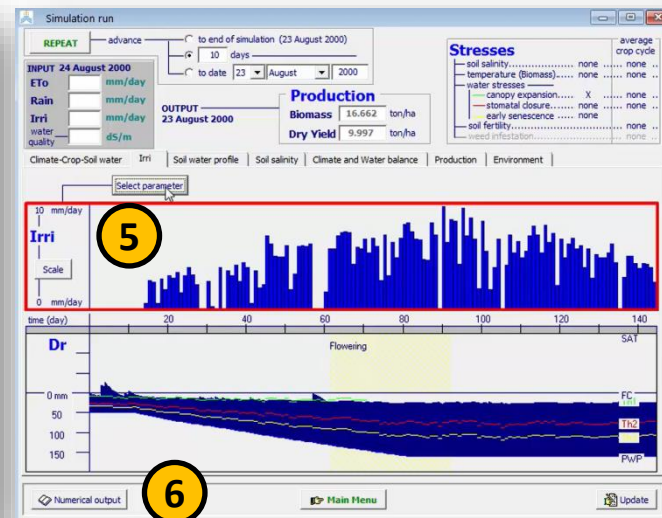


Per visualizzare graficamente gli apporti irrigui,

1. selezionare la scheda **"Rain"**,
2. e dal menù a tendina a fianco di **"Soil water balance"**
3. Selezionare **"Irrigation"**
4. e cliccare su **"Assign"**.
5. Il grafico degli andamenti di apporti irrigui viene mostrato
6. È possibile anche visualizzare i valori numerici cliccando sul pulsante **"Numerical output"** in basso a destra



7. Selezionare l'ultima voce **"Net irrigation requirements"**
8. I fabbisogni irrigui netti vengono riportati nell'ultima colonna (Inet)
9. Possono essere visualizzati i fabbisogni giornalieri, oppure in modo aggregato come media di 10 giorni, mensile, o su base annua (nell'esempio in figura: media mensile)



Numerical output window showing the 'Monthly Net irrigation requirements' table. The table displays irrigation requirements (E, Trx, ET, Rain, Inet) for the period from 1 April 2000 to 23 August 2000. The 'Inet' column is highlighted in blue.

Month	Year	E	Trx	ET	Rain	Inet
4	2000	82.4	1.0	83.5	62.0	35.6
5	2000	77.6	71.3	148.9	41.6	103.8
6	2000	9.8	179.0	189.2	2.4	184.3
7	2000	9.2	183.5	192.4	6.4	184.6
8	2000	17.6	90.5	108.4	4.2	105.7

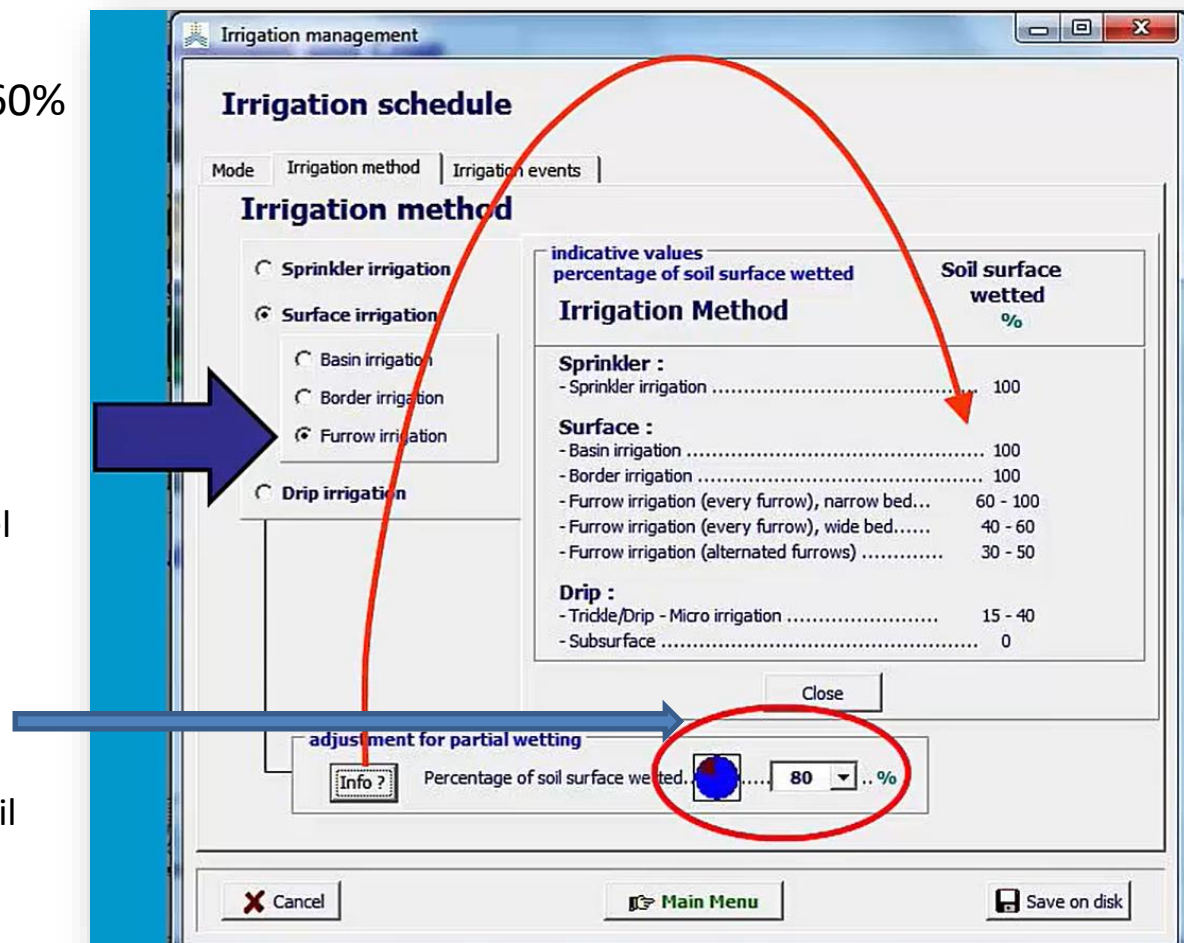


## 2. Metodi irrigui

A seconda del metodo irriguo, varia la porzione di superficie bagnata:

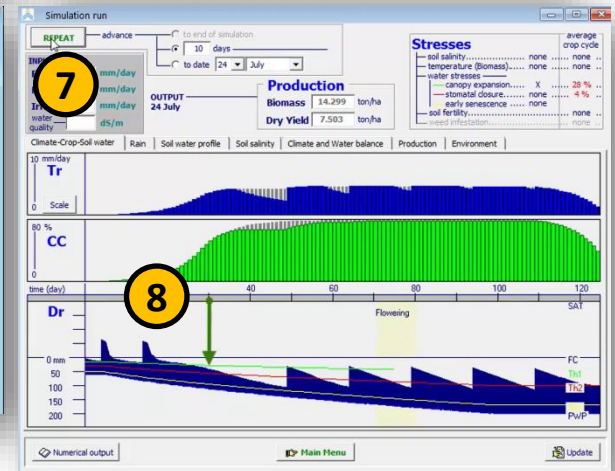
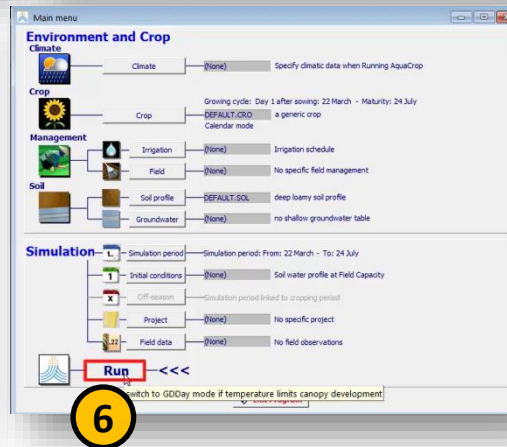
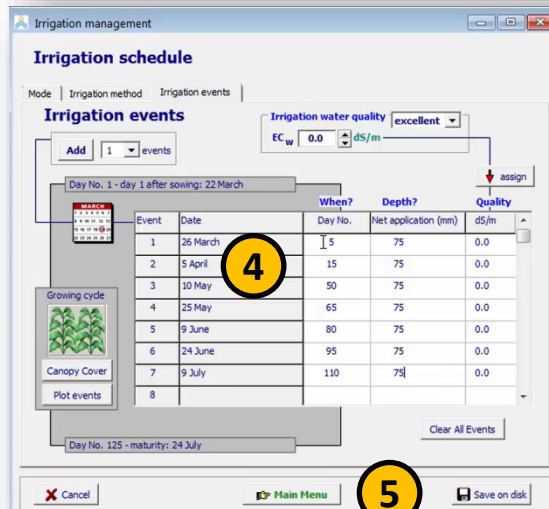
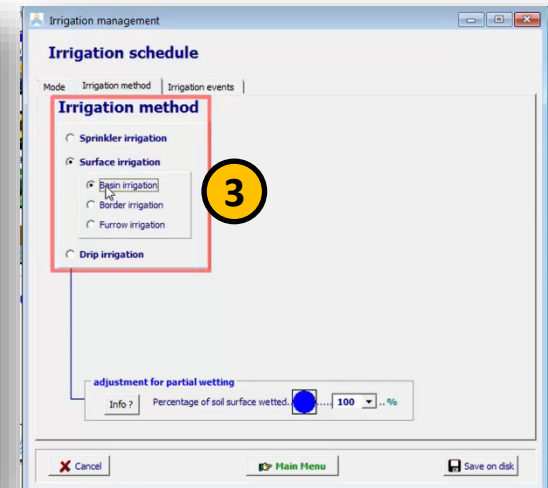
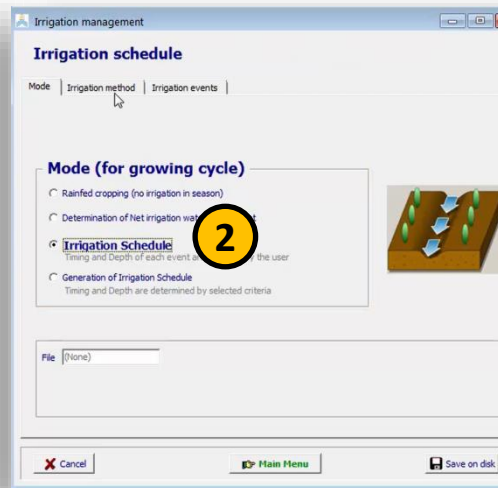
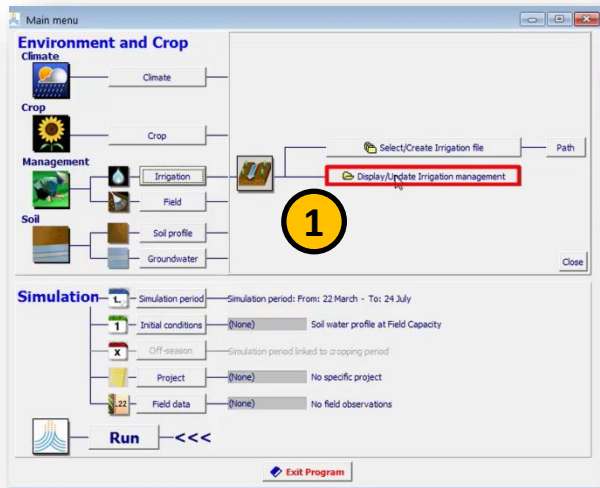
- a) Sommersione: 100%
- b) Sprinkler: 100%
- c) Irrigazione per solchi: 40%-60%
- d) Microirrigazione: 30%

- Nella scheda “**Irrigation management**” è possibile selezionare il metodo irriguo e cliccando il pulsante “**Info**” verificare le % di bagnatura che suggerisce *AquaCrop* a seconda del metodo irriguo.
- In basso a destra la % di terreno interessata dalla bagnatura viene fornita di default dopo aver scelto il metodo irriguo, ma è possibile anche modificarla manualmente.



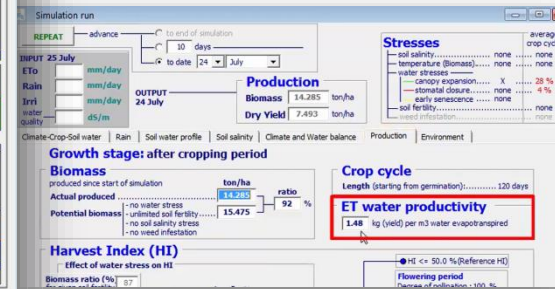
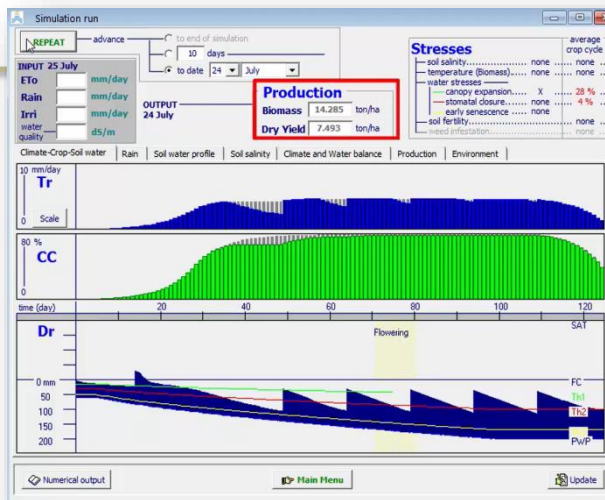
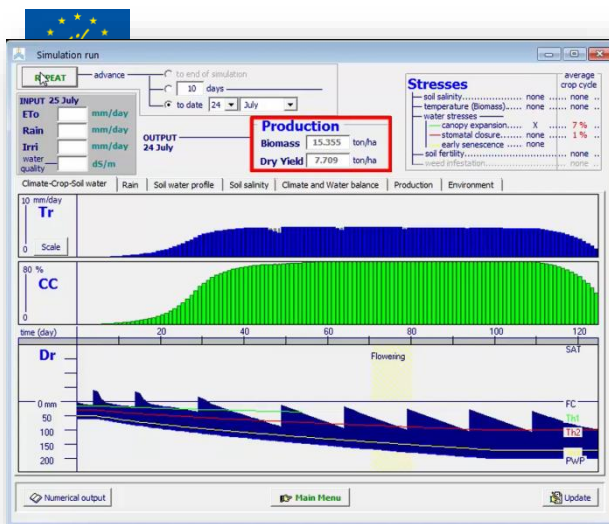


# 3. Valutazione di un piano di irrigazione



- Nel menù principale, selezionare "Irrigation" e poi "Display/Update Irrigation management"
- Selezionare la casella di "Irrigation Schedule"
- Aprire la scheda "Irrigation method" e selezionare il metodo (per esempio, "basin irrigation" = sommersione)
- Aprire la scheda "Irrigation events" ed inserire i giorni dalla semina in cui irrigare: giorno 5, 75 mm e così via (la data viene calcolata in automatico dal sistema)
- Una volta completato il piano irriguo, selezionare "Main Menu"
- Nella schermata principale premere quindi su "Run"
- Nella scheda "Simulation run" premere il pulsante "Start" in alto a sinistra e "Continue" finché non vengono graficati gli andamenti fino alla fine del ciclo di coltivazione
- In questo esempio è possibile vedere che intorno al giorno 30 mancherebbe un'irrigazione, che ha l'effetto di ridurre la Canopy Cover, e inoltre si vedono 2 picchi relativi ai primi due interventi effettuati che sono leggermente sovrastimati rispetto alle esigenze idriche della cultura.





Infine, togliendo 2 interventi irrigui rispetto alla penultima programmazione, la resa e la biomassa diminuiscono, ma aumenta la  $WP_{ET}$



**In conclusione, è possibile ottenere la stessa resa, impiegando 100 mm in meno di acqua.**

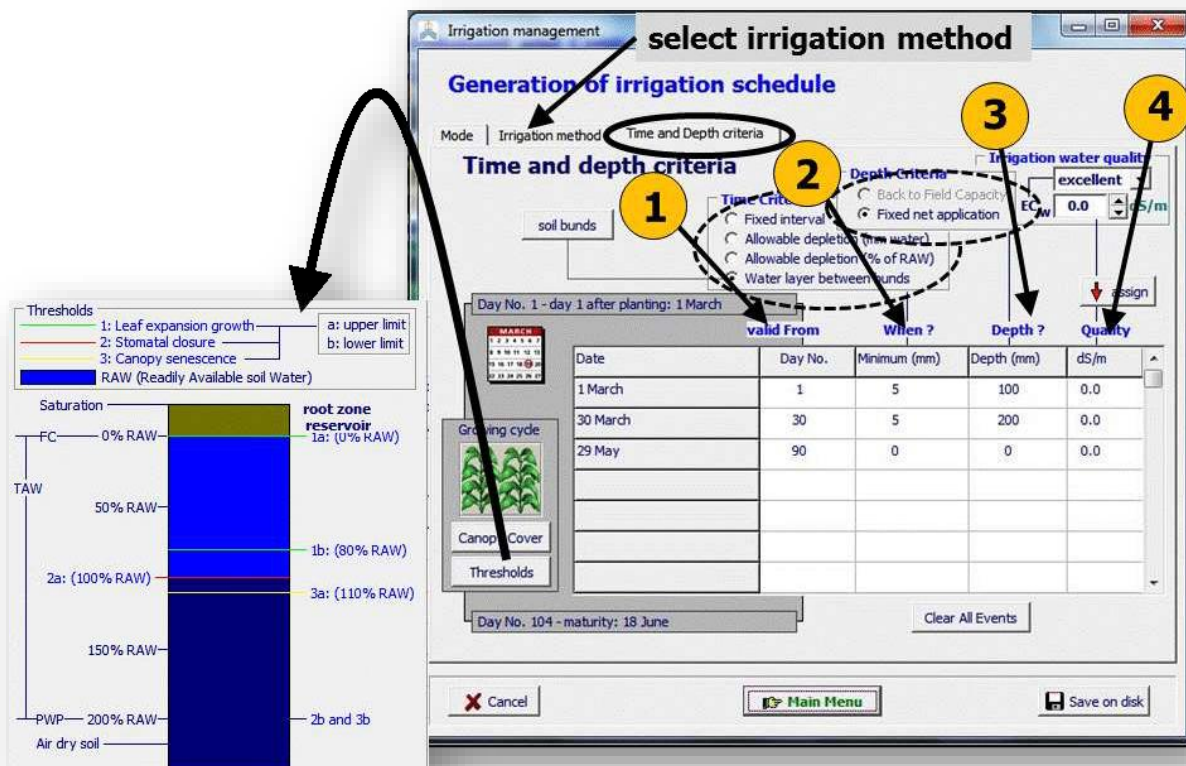
Esempio in cui, si aggiunge un intervento irriguo dopo 30 giorni, regolando però gli altri interventi in modo da mantenere lo stesso volume d'acqua totale somministrato (es. 525 mm): la biomassa e la resa secca sono aumentati, ma la **ET water productivity** (che è il rapporto tra la resa e l'evapotraspirato:  $WP_{ET}$ ) diminuisce rispetto alla programmazione precedente. Il motivo è che gli incrementi di resa non sono sufficienti a compensare gli aumenti di traspirazione ed evaporazione. Ogni volta che si applica acqua al campo, si perde acqua per evaporazione, e l'incremento di evapotraspirazione è maggiore dell'incremento in resa.

	Evaluated schedule	1 <sup>st</sup> update	2 <sup>nd</sup> update
<b>Biomass</b> [ton/ha]	14.3	15.4	14.3
<b>Dry yield</b> [ton/ha]	7.5	7.7	7.5
<b>Irrigation</b> [mm]	525	525	425
<b><math>WP_{ET}</math></b> [kg/m <sup>3</sup> ]	1.44	1.37	1.48
<b>Harvest Index</b> [%]	52.5	50.2	52.5



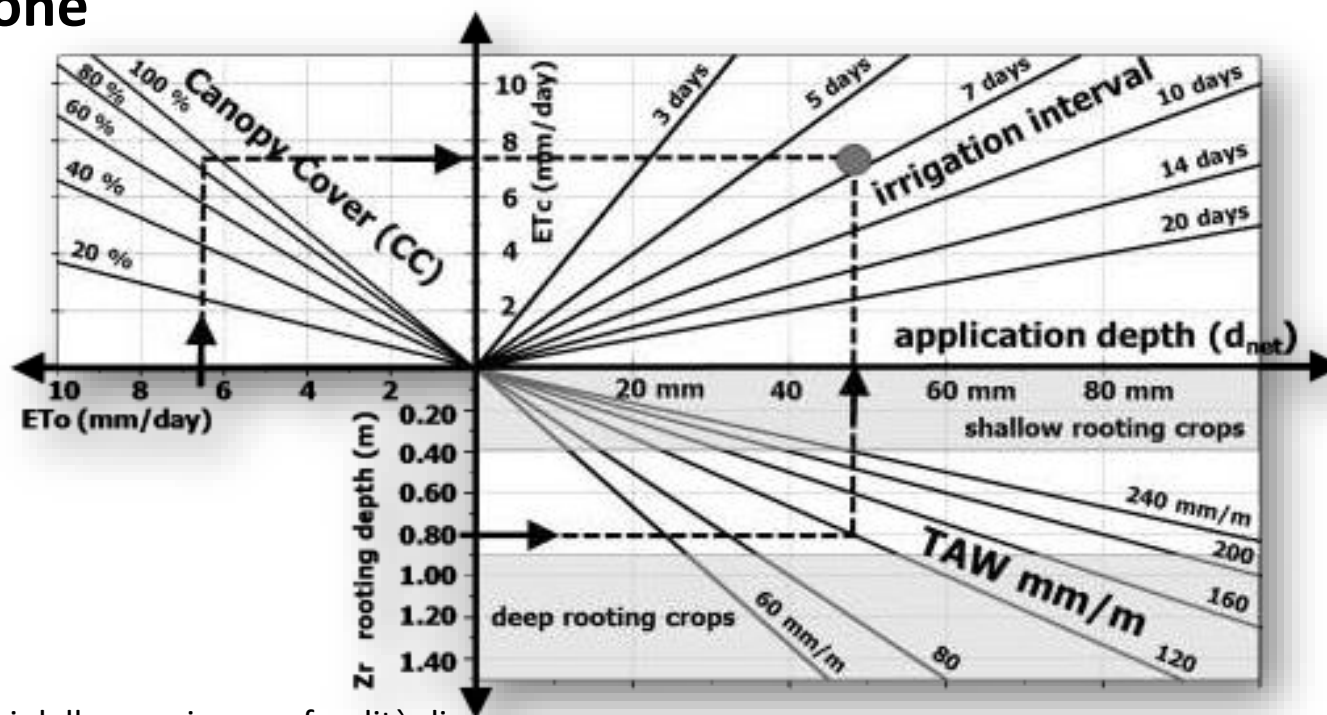
# 4. Creazione di un programma irriguo

- Per generare un programma di irrigazione in modo da valutare o impostare una particolare strategia di irrigazione, devono essere specificati
  - il metodo di irrigazione (che determina la frazione di superficie del terreno bagnata dall'irrigazione)
  - e i criteri relativi alla tempistica e alla profondità.
- Nella scheda 'Time and Depth criteria' del menu **Irrigation management**, l'utente specifica:
  - Il giorno da cui sono validi i criteri selezionati
  - e i valori per i criteri temporali,
  - i criteri di profondità
  - la qualità dell'acqua.
- Il metodo di irrigazione viene determinato nella scheda 'Irrigation method'.





# Valori indicativi degli intervalli di irrigazione e delle profondità di applicazione



I valori indicativi della massima profondità di applicazione netta e degli intervalli di irrigazione in assenza di pioggia, possono essere ricavati tramite il grafico mostrato sopra considerando le condizioni climatiche ( $ET_o$ ), la copertura vegetale della coltura, la profondità di radicazione e le caratteristiche fisiche del terreno (TAW). L'applicazione della profondità netta e il corrispondente intervallo di irrigazione, vanno modificati in base alle caratteristiche delle pratiche irrigue locali.

**Esempio:** per una coltura con una profondità di radicazione effettiva ( $Z_r$ ) di 0.8 m, coltivata su terreno sabbioso e argilloso (TAW = 120 mm/m), la profondità di applicazione della massima irrigazione netta ( $d_{net}$ ) è di circa 48 mm. Con una evapotraspirazione di riferimento ( $ET_o$ ) di 6.5 mm/giorno e una Canopy Cover (CC) del 90%, l'evapotraspirazione della coltura ( $ET_c$ ) sarà di 7.5 mm/giorno. L'intervallo di irrigazione corrispondente sarà di circa 6.5 giorni.



# GESTIONE COLTURALE



# GESTIONE COLTURALE

Le caratteristiche di gestione del campo sono visualizzate e possono essere aggiornate nelle varie schede del menu ***Field management***:

1. **Descrizione**: per inserire una breve descrizione del file;
2. **Gestione della fertilità del suolo**: per specificare la massima biomassa relativa secca fuori terra che ci si può aspettare quando la fertilità del terreno è limitata;
3. **Pacciamatura**: per specificare la copertura del terreno da parte del paccame e la tipologia del paccame;
4. **Pratiche sulla superficie del campo**: per specificare se il deflusso è favorito o inibito dalle pratiche agricole o se nel terreno sono presenti bordi tra i quali si potrebbe accumulare l'acqua sulla superficie del terreno;
5. **Gestione delle malerbe**: per specificare il livello di gestione delle malerbe e la relativa copertura

## Tabular sheets



Il menu *Field management* riassume queste informazioni nelle relative schede:

'Description', 'Soil fertility', 'Mulches', 'Field surface practices', e 'Weed management'.



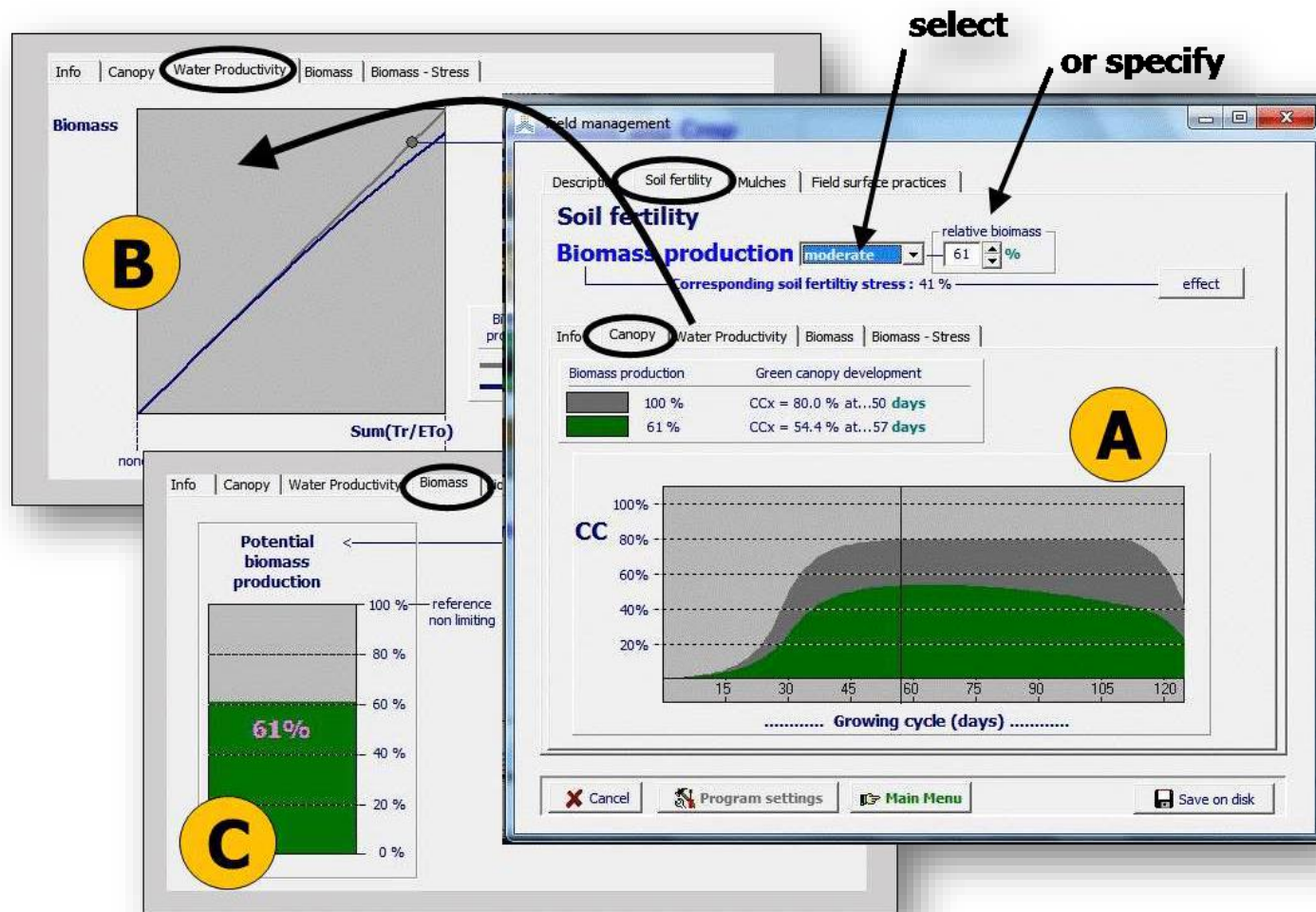
# 1. Fertilità del suolo

Nella scheda **'Soil fertility'** del menu *Field management* viene specificata la biomassa aerea relativa massima che ci si può aspettare in un campo stressato dalla fertilità del terreno.

L'effetto corrispondente alle condizioni selezionate su

- (A) copertura vegetale,
- (B) produttività dell'acqua e
- (C) produzione potenziale di biomassa

viene mostrato nelle schede sottostanti.





# Effetto combinato di stress idrico e stress nutrizionale

**In ambienti umidi in cui l'acqua non è un fattore limitante**, la carenza di nutrienti durante lo sviluppo colturale influisce negativamente sulle rese (ton/ha) e sulla produttività idrica ( $WP_{ET}$ )

Humid climate (no water stress)					
	Optimal	Near optimal	Moderate	Half	Poor
Yield [ton/ha]	4.9	3.9	2.9	2.5	2.0
$WP_{ET}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	1.57	1.32	1.06	0.93	0.78

**Ambienti umidi:** importante effetto sulla resa dello stress nutrizionale

Arid climate (severe water stress)					
	Optimal	Near optimal	Moderate	Half	Poor
Yield [ton/ha]	1.3	1.4	1.6	1.6	1.6
$WP_{ET}$ [kg/m <sup>3</sup> ]	0.77	0.81	0.92	0.92	0.91

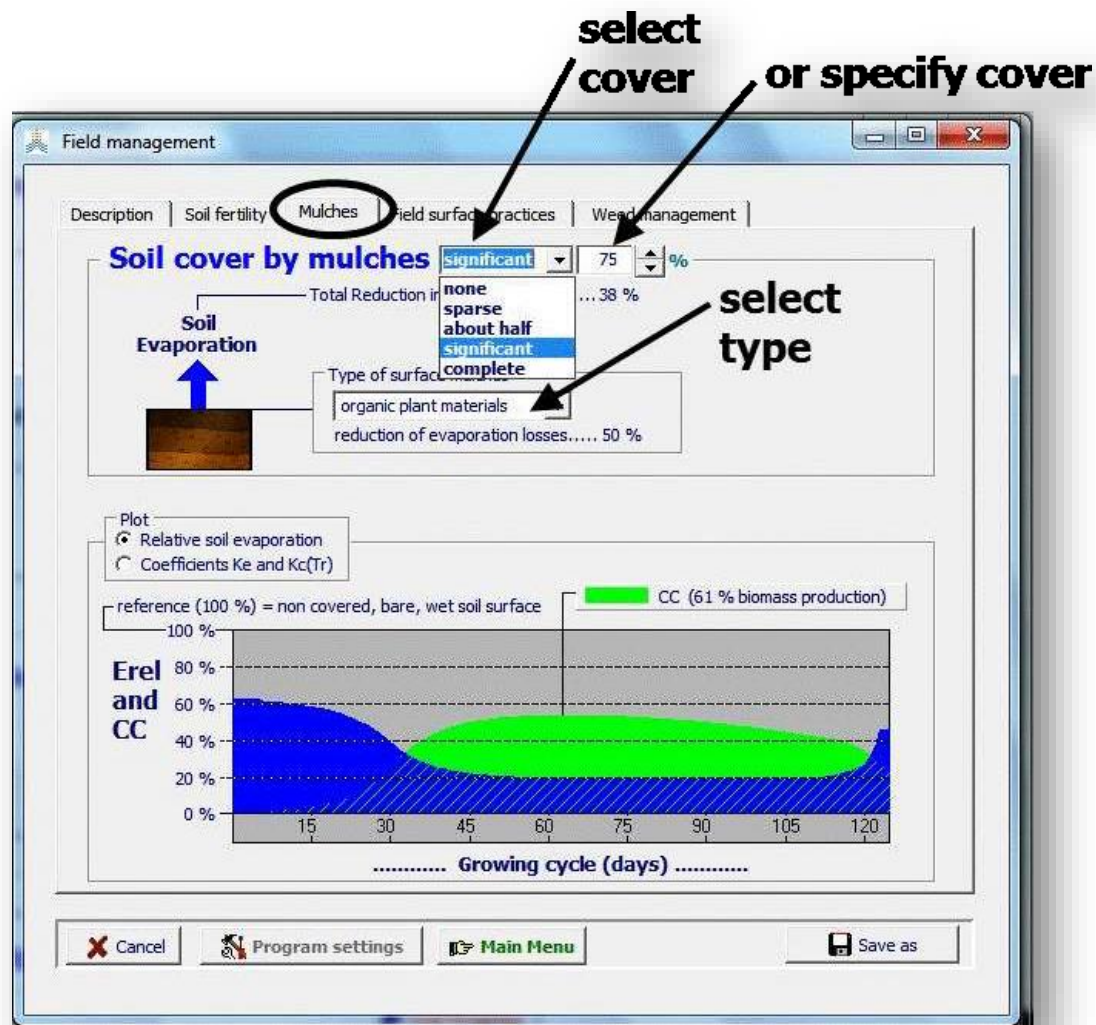
**Ambienti aridi:** effetto migliorativo sulla resa dello stress nutrizionale e idrico

**In ambienti aridi in cui l'acqua è un fattore limitante**, la carenza di nutrienti ha l'effetto di ridurre il vigore delle piante, e di conseguenza questo si traduce in un minor fabbisogno idrico delle piante (e quindi si ha una **maggior produttività idrica**  $WP_{ET}$ ) e in **maggiori rese**, poiché sopportando meglio lo stress idrico sopravvivono più a lungo.



## 2. Pacciamatura

- La presenza di pacciamatura, che influenza l'evaporazione del terreno, viene specificata nella scheda '*Mulches*' del menu **Field management**.
- L'utente deve specificare la **frazione di superficie del terreno coperta dalla pacciamatura** (es. 0-100%) e **il tipo** (es. la plastica riduce l'evaporazione del 90-100%; il materiale organico del 50%).
- Viene poi visualizzato l'effetto del pacciamame sull'evaporazione del terreno nel corso del ciclo di crescita.

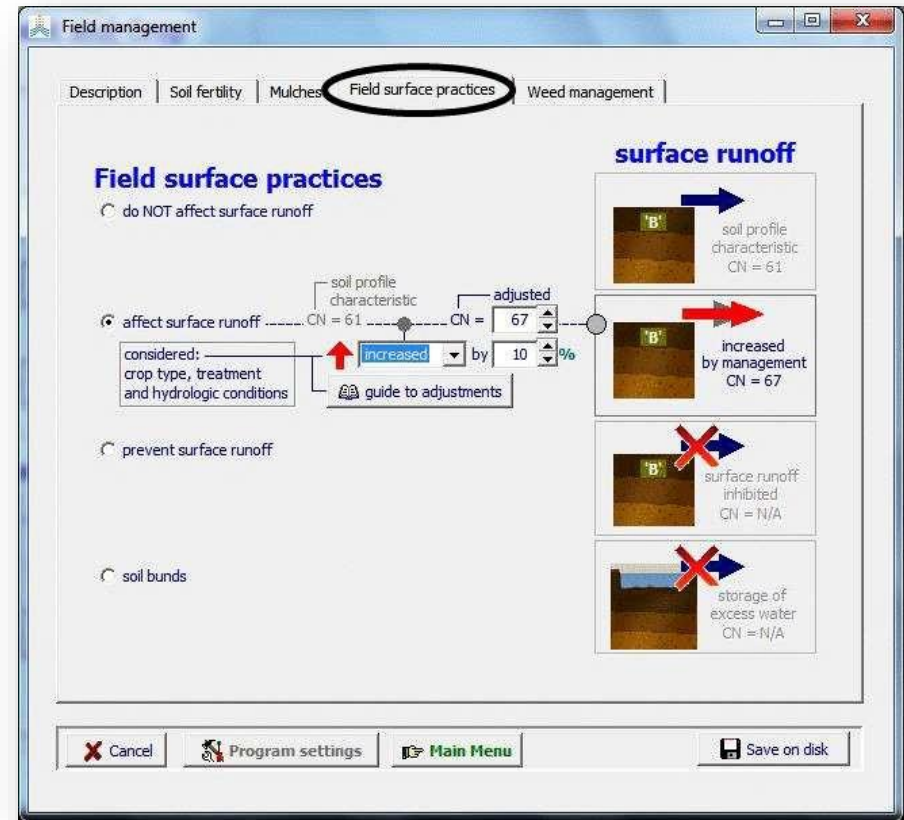




### 3. Pratiche eseguite alla superficie del campo

Gli effetti delle pratiche agricole sul deflusso superficiale vengono specificati nella scheda **'Field surface practices'** del menu **Field management**. L'utente può indicare se tali pratiche:

- **NON influiscono sul deflusso superficiale.** Il deflusso superficiale si basa esclusivamente sulle caratteristiche del profilo del terreno (Curve Number: CN);
- **Influisce sul deflusso superficiale.** Il CN, che si basa sulle caratteristiche del profilo del terreno, può essere modificato considerando il tipo di coltura (se diverso da "granella piccola"), il trattamento e le condizioni idrologiche. Selezionando il comando **<guide to adjustments>**, nel menu **CN adjustment** vengono mostrati valori indicativi relativi all'aumento/decremento percentuale;
- **Evitano il deflusso superficiale.** Pratiche come terrapieni e solcature impediscono il deflusso superficiale;
- **Arginature.** Le arginature del terreno non solo evitano il deflusso superficiale, ma immagazzinano l'acqua in eccesso che non può filtrare tra i bordi durante il giorno. L'altezza degli argini del terreno deve essere indicata in metri.



Il ruscellamento in *AquaCrop* viene simulato utilizzando il **metodo del Curve Number (CN)** (SCS, USDA): viene assegnato ad un campo un numero che in *AquaCrop* dipende esclusivamente dal tasso di infiltrazione dell'acqua. **Il valore di CN aumenta con il diminuire del tasso di infiltrazione.** Per esempio, valori bassi di CN (= 46) corrispondono a terreni con un elevato tasso di infiltrazione, che genereranno meno ruscellamento.



## 4. Gestione delle malerbe

- In *AquaCrop* l'infestazione da malerbe è espressa attraverso la loro **copertura relativa (RC)**, ovvero mediante il rapporto tra la superficie di terreno coperta dalle foglie delle malerbe e la copertura vegetale totale data dalle malerbe e dalla coltura. RC viene facilmente determinato stimando la frazione della copertura vegetale totale che è formata da malerbe. Questa può essere valutata da una stima visiva in campo o analizzando fotografie scattate verticalmente sulla coltura.
- Per specificare l'infestazione da malerbe nel campo, l'utente indica nella scheda '*Weed management*' del menu ***Field management***:

**A** **La Copertura Relativa (RC)** delle malerbe nella stagione, cioè il livello di infestazione da malerbe come osservato in campo (vedi figura slide successiva).

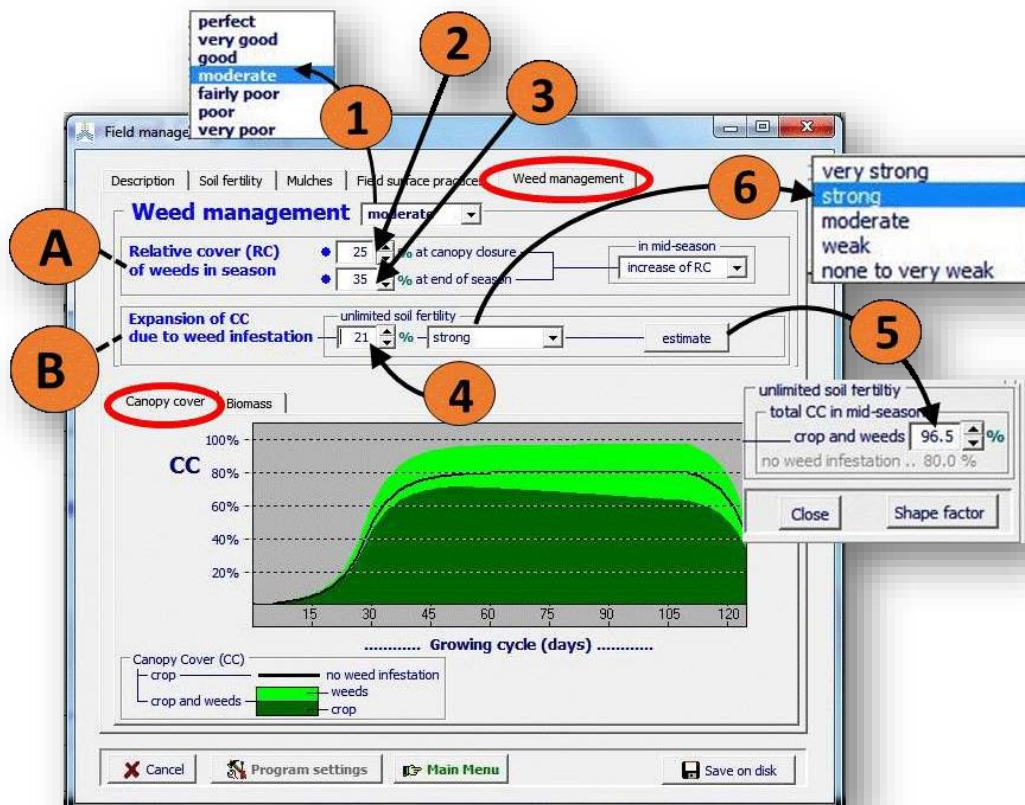
Ciò può essere quantificato:

1. selezionando una classe per la gestione delle malerbe. Ciò porta all'assegnazione di valori di default per la copertura relativa di malerbe (RC); o
2. specificando la copertura relativa di malerbe (RC) nel momento della "chiusura" della coltura. Viene considerata una misura cruciale del processo competitivo delle malerbe, poiché è troppo tardi per qualsiasi trattamento di controllo e si dimostra essere una buona previsione in merito alla perdita del raccolto; e
3. specificando la copertura relativa di malerbe (RC) alla fine della stagione (quando inizia la senescenza). A causa dell'abilità competitiva della coltura e delle malerbe di contrastarsi vicendevolmente (crescendo una sull'altra), l'RC potrebbe non rimanere costante, ma potrebbe crescere o diminuire significativamente durante la fase di mezza stagione.



**B** L'espansione di CC dovuta all'infestazione da malerbe, che esprime il modo in cui la copertura vegetale totale risponde all'infestazione da malerbe in condizioni di fertilità del suolo non limitanti. Poiché le malerbe possono occupare lo spazio lasciato dalla coltura, il valore totale di CC potrebbe essere maggiore della copertura vegetale della coltura in assenza di malerbe. L'espansione può essere quantificata:

4. specificando l'espansione direttamente sotto forma di aumento percentuale della copertura vegetale della coltura in condizioni senza malerbe;
5. specificando il CC totale della coltura e delle malerbe durante la mezza stagione;
6. selezionando una classe per l'espansione vegetale.



La scheda 'Weed management' del menu *Field management* in cui vengono specificati

- (A) la copertura relativa delle malerbe
- (B) l'espansione della Copertura Vegetale (CC) dovuta a infestazione da malerbe.

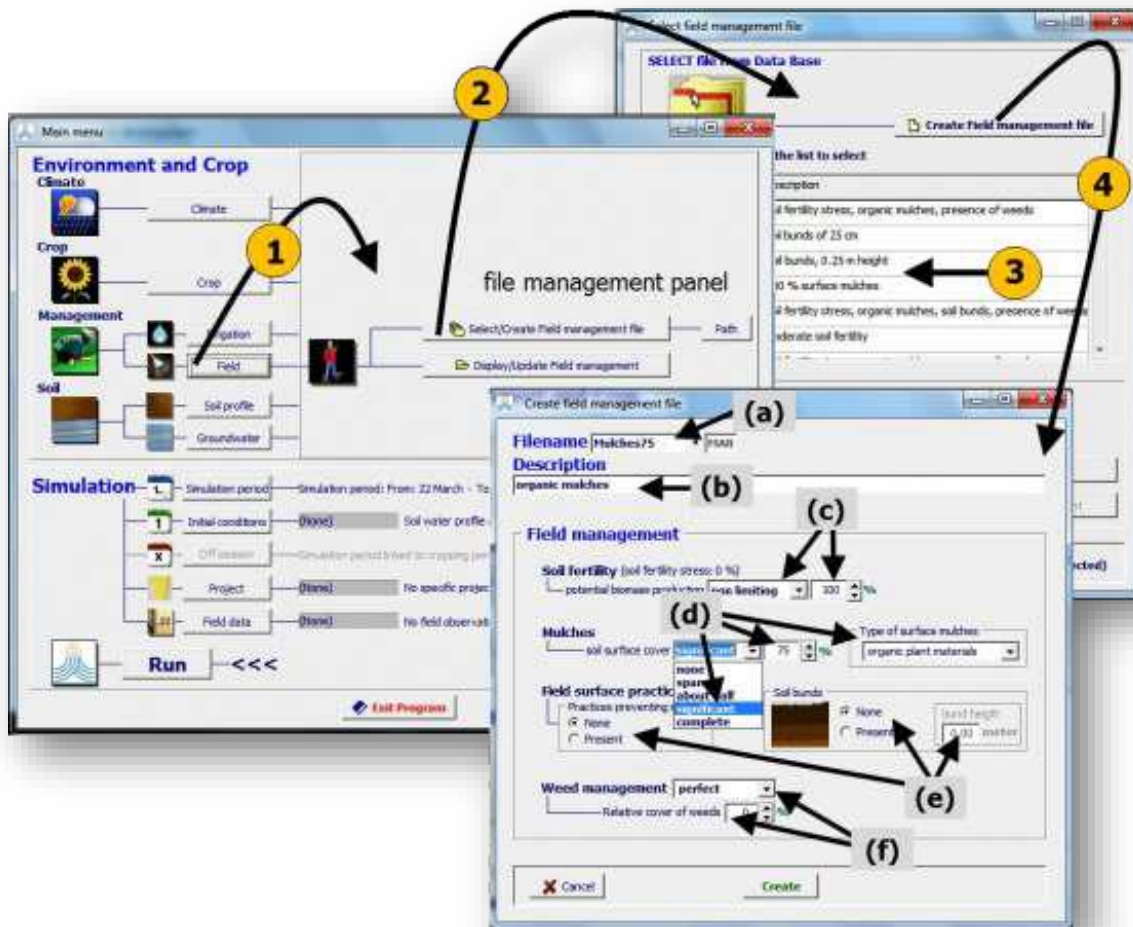


# Come creare il file della gestione del campo

Selezionando il comando (1) **<Field>** e poi (2) il comando **<Select/Create field management file>** nel riquadro di gestione dei file del *Main menu*, l'utente accede al menu *Select field management file*, in cui (3) viene selezionato uno dei file disponibili o (4) il comando **<Create Field management file>** per crearne uno ex novo.

Nella scheda *Create field management file*, l'utente specifica:

- Nome del file;**
- Descrizione del file;**
- Grado di fertilità del Suolo:** selezionando una classe predefinita o specificando direttamente un valore per la produzione potenziale di biomassa;
- Presenza di pacciamatura** selezionando una classe predefinita o specificando direttamente la percentuale di superficie di copertura. Se è presente pacciamatura, va anche specificato di che tipo;
- Pratiche sulla superficie del campo:** pratiche volte ad evitare i deflussi e/o la presenza e l'altezza di bordi del terreno che trattengono l'acqua non infiltrata;
- Gestione delle malerbe:** selezionando una classe di gestione predefinita o specificando la relativa copertura di malerbe.





# 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).

