

Blackglobe Crop Water Stress Index (bgCWSI): una soluzione agrometeorologica per il calcolo di indici di stress termico basata su sensori a basso costo

Roberto Zorer¹, Paolo Sonogo¹, Pietro Franceschi¹

¹Fondazione Edmund Mach, Centro Ricerca ed Innovazione, Via E. Mach 1, San Michele all'Adige

INTRODUZIONE

Dagli anni '80 sono stati sviluppati indici di conduttanza stomatica basati sulla temperatura fogliare, oggi potenziati da nuove tecnologie di sensoristica e telerilevamento. Questi indici permettono di monitorare precocemente variazioni termiche e fisiologiche nelle piante, fondamentali per individuare stress idrico e ottimizzare l'irrigazione, riducendo perdite produttive e sprechi d'acqua. Tra gli indici più noti c'è il Crop Water Stress Index (CWSI), che confronta la temperatura fogliare con valori di riferimento di foglie idratate e asciutte. Il lavoro propone un metodo agrometeorologico che usa misure di temperatura e umidità dell'aria per calcola la temperatura del bulbo bagnato ed un globotermometro autocostruito, a rappresentare la temperatura massima fogliare per il calcolo del CWSI, validati da dati estivi. Inoltre, l'uso combinato di globotermometro e termoigrometro consente di calcolare ulteriori indici, importanti per la sicurezza in ambienti di lavoro caldi.

MATERIALI E METODI

Il **Crop Water Stress Index (CWSI)** è una misura del tasso di traspirazione istantanea di una pianta rispetto a quella potenziale. Viene calcolato registrando la **temperatura della chioma (T_{canopy})** ed il deficit di pressione del vapore (VPD), ricavabile da temperatura ed umidità relativa dell'aria (Idso et al. 1981; Jackson et al. 1981).

Nella forma semplificata può essere espresso dal rapporto:

$$CWSI = \frac{(T_{canopy} - T_{wet})}{(T_{dry} - T_{wet})}$$

con **T_{dry}** e **T_{wet}** rispettivamente la temperature di foglie in **forte stress idrico** (con stomi chiusi) e **completamente traspiranti**.

Sperimentalmente queste due temperature di riferimento sono estremamente variabili all'interno della coltura e durante il giorno.

Nel presente lavoro si propone una soluzione di tipo agrometeorologico che utilizza sensori e microcontrollori Internet of Things (IoT) per ottenere in tempo reale le temperature di riferimento per il calcolo dell'indice termico di stress idrico.

T_{dry} viene rappresentata dalla **temperatura di un globotermometro**, autocostruito a partire da una sfera cava di rame del diametro di 15 cm (Art. 535150, FARG), dipinta di nero con primer (764-3064, RS PRO) e vernice spray opaca (764-3039, RS PRO) e con al centro un sensore digitale di temperatura (DFR0198, DFRobot).

T_{wet} invece viene approssimato alla **temperatura del bulbo bagnato**, calcolata a partire dalla temperatura ed umidità relativa dell'aria, misurate con sensore digitale a basso costo (AM2315, Adafruit). Entrambe i sensori sono collegati ad un microcontrollore Arduino MKR WAN 1300 che invia i dati via Long Range Wide Area Network (LoRaWAN) ad un servizio in cloud e poi ad un db PostgreSQL interno.

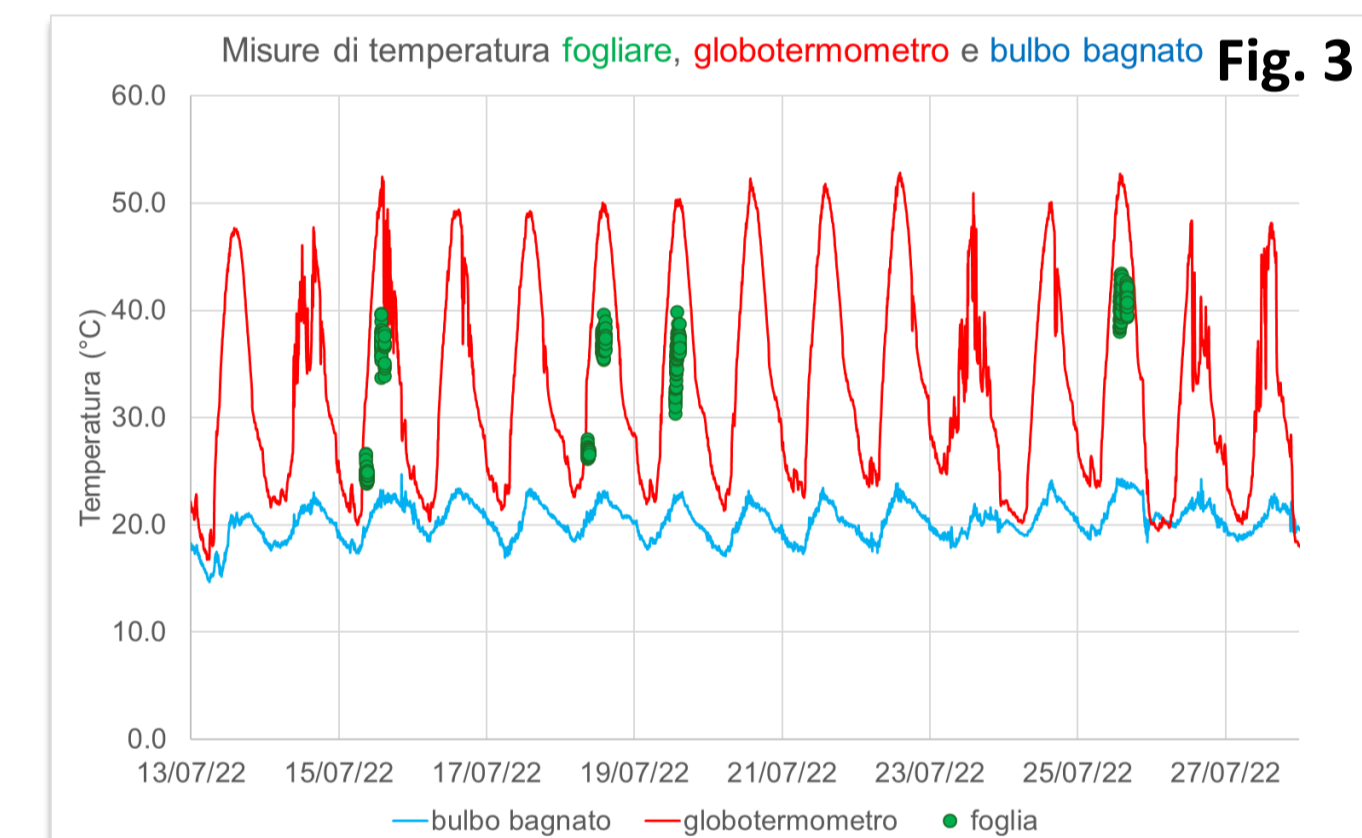
CONCLUSIONI

Nuovi scenari applicativi si aprono per gli indici di conduttanza stomatica basati sul rilevamento della temperatura delle chiome e delle bacche, grazie all'uso di un approccio agrometeorologico combinato con tecnologie a basso costo per la misura di temperatura e umidità. In particolare l'uso del globotermometro si è rilevato particolarmente efficace a rappresentare la temperatura massima fogliare, grazie alla forma sferica del sensore che garantisce la perpendicolarità dei raggi solari.

Le **temperature della chioma** registrate rientravano nell'intervallo compreso tra temperatura del **bulbo bagnato (T_{wet})** e del **blackglobe (T_{dry})**.

RISULTATI

Il prototipo IoT di stazione bgCWSI è stato installato in due vigneti nel fondovalle e ad oltre 700 m di quota nell'ambito del Progetto Europeo IMPETUS. La prima configurazione (Fig. 1) è alimentata da corrente continua a 12 V disponibile in vigneto, mentre la seconda (Fig. 2) è autonoma disponendo di pannello fotovoltaico, batteria tampone a 12 V e regolatore di carica.



Misure di **temperatura fogliare** effettuate nel 2022 (Fig. 3, punti verdi) rientrano nell'intervallo compreso tra la **temperatura del bulbo bagnato (azzurro)** e quella del **globotermometro (rosso)**, che sembrano rappresentare quindi i limiti reali entro cui essa può variare. Questo permette il calcolo del **blackglobe Crop Water Stress Index (bgCWSI)** come indice termico di stress idrico. I valori variano tra 0 e 1 che corrispondono a situazioni di minimo e massimo stress termico. Per capire se e come questo sia proporzionale allo stato idrico della pianta, sono in corso misure in campo che prevedono l'uso di un porometro/fluorimetro (LI-600, Li-Cor), al fine di correlare i valori dell'indice **bgCWSI** con la conduttanza stomatica e con la resa quantica del fotosistema II in condizioni di luce.

Bibliografia/Ringraziamenti

- Idso S.B., Jackson R., Pinter P., Reginato R., Hateld J., 1981. Normalizing the stress-degree-day parameter for environmental variability. *Agricultural Meteorology* 24: 45–55.
- Jackson R.D., Idso S.B., Reginato R.J., Pinter P.J., 1981. Canopy temperature as a crop water stress indicator. *Water Resources Research* 17 (4): 1133–1138.

Questo progetto ha ricevuto finanziamenti dal programma di ricerca e innovazione Horizon 2020 dell'Unione Europea nell'ambito dell'accordo di sovvenzione n. 101037084. Finanziato nell'ambito del bando Green Deal di Horizon 2020 dell'UE.
Testo (Calibri 24)

