

# GROWTH AND PRODUCTION ESTIMATION OF ITALIAN TOMATO PROTECTED CROPS BY MODIFIED TOMGRO MODEL

## STIMA DELLA CRESCITA E PRODUZIONE DI UNA CULTIVAR DI POMODORO ITALIANO IN SERRA MEDIANTE IL MODELLO MODIFICATO TOMGRO

Laura Bacci<sup>\*</sup>, Piero Battista<sup>1</sup>, Bernardo Rapi<sup>1</sup>, Maurizio Romani<sup>1</sup>, Luca Incrocci<sup>2</sup>, Alberto Pardossi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Istituto di Biometeorologia – Consiglio Nazionale delle Ricerche, via G. Caproni 8, 50145, Firenze

<sup>2</sup> Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-ambientali, - Università di Pisa, via del Borghetto, 80, Pisa

\*l.bacci@ibimet.cnr.it

### Abstract

TOMGRO model was adapted to estimate biomass and fruit production of Italian tomato cultivars grown in protected environment. This paper presents the results obtained applying the model to estimate plant growth (nodes, LAI and biomass) and berry production of *Lycopersicon Esculentum* Linn. (cv. Caramba) at short term (10 days).

**Keywords:** *Lycopersicon Esculentum*, TOMGRO model, simulation, growth and production.

**Parole chiave:** *Lycopersicon Esculentum*, modello TOMGRO, simulazione, crescita e produzione.

### Introduzione

In un precedente lavoro il modello TOMGRO (Jones *et al.*, 1999) fu adattato alle condizioni operative di serre a bassa tecnologia, tipiche delle realtà produttive italiane e validato per alcune cultivar di pomodoro utilizzate in Italia, ottenendo buoni risultati nella stima dello sviluppo (nodi e LAI) e della crescita (biomassa totale e produzione di frutti) (Battista *et al.*, 2012).

Sulla base dei positivi risultati ottenuti, nell'ambito del progetto Mosaic 3-p ([www.mosaic3p.net](http://www.mosaic3p.net)), finanziato dalla Regione Toscana, sono state impostate ulteriori prove al fine di simulare lo sviluppo e la crescita di ulteriori altre cultivar e verificare la possibilità di effettuare previsioni a breve (7-10 giorni), medio (20-30 giorni) e lungo termine (fine ciclo) in grado di consentire una programmazione precoce delle attività e una stima dei fabbisogni idrici e nutritivi.

Nel presente lavoro sono presentati i primi risultati relativi alla possibilità di effettuare stime della produzione a breve termine (10 giorni) di nodi, LAI, biomassa totale e dei frutti per la cultivar Caramba, con il modello modificato TOMGRO (Bacci *et al.*, 2012).

### Materiali e Metodi

Le prove sperimentali sono state condotte nel corso del 2011 presso il Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari e Agro-Ambientali dell'Università di Pisa, all'interno di una serra riscaldata mediante un impianto aerotermo alimentato a gas (temperatura minima 8°C) su pomodoro (*Lycopersicon Esculentum*, cv. Caramba). La serra era dotata di finestrate, la cui apertura/chiusura era gestita automaticamente con una temperatura di set-point di 25°C.

All'inizio del ciclo colturale, 60 piante, con circa 9 nodi, sono state trapiantate su lastre di lana di roccia (Grodan) poste su due bancali organizzati in due ripetizioni, con una densità colturale di 3 piante/m<sup>2</sup>. La fertirrigazione è stata effettuata mediante un impianto di irrigazione a goccia a ciclo chiuso, irrigando più volte al giorno, al fine di evitare situazioni di stress.

La crescita delle piante è stata monitorata per mezzo di mi-

sure sia non distruttive che distruttive. Osservazioni fenologiche sono state condotte su 6 piante per bancale ogni 2-3 giorni (altezza e nodi ogni 7 giorni), mentre misure di LAI, biomassa totale e produzione di frutti (peso fresco e secco) sono state ottenute ogni 15 giorni mediante campionamenti distruttivi su tre piante per volta. I dati micrometeorologici (temperatura e umidità dell'aria, radiazione globale) sono stati acquisiti, su base oraria, mediante un datalogger. In Tab. 1 sono riportate informazioni generali sul ciclo di crescita della cultivar.

I dati di temperatura dell'aria e radiazione globale utilizzati per le simulazioni sono stati ottenuti tramite il software Climgen ([www.bsye.wsu.edu/CS\\_Suite/Climgen/](http://www.bsye.wsu.edu/CS_Suite/Climgen/)) utilizzando una serie di 47 anni di dati meteorologici (1963-2010) della stazione sinottica di Pisa San Giusto (43°41'N 10°23'E.). L'adattamento alle condizioni interne alla serra è stato effettuato sull'anno medio di una serie di 10 anni prodotta dal software, mediante coefficienti empirici calcolati in funzione dei dati di due anni di sperimentazione da stazioni micrometeorologiche dedicate, poste sia all'interno sia all'esterno della serra. A titolo indicativo possiamo considerare un abbattimento della radiazione solare, dovuto alla semplice copertura della serra, intorno al 30%, al quale, in determinate condizioni di temperatura e radiazione, si è aggiunta l'azione dei

Tab. 1 - General information on the experiment.

Tab. 1 - Informazioni generali sulle prova sperimentale.

Parametro	cv. Caramba
Data Trapianto	11/04/2011
Data inizio raccolta frutti	10/6/2011
Data fine raccolta frutti	21/11/2011
Durata ciclo (gg)	224
Rad. cum. int. (MJ/m <sup>2</sup> )	1674.3
T media (°C)	23.3
ETE cum. (L/m <sup>2</sup> )	806.9
Produzione totale (kg/m <sup>2</sup> )	25.93
Palchi raccolti	19

Tab. 2 - Regression parameters of predicted vs. measured data of node number, LAI, total and fruit dry weight for the two simulations: To and T+10.

Tab. 2 - Parametri delle rette di regressione tra valori misurati e stimati di nodi, LAI, biomassa totale e produzione di frutti per le due simulazione: To e T+10.

Parametri	TOMGRO To		TOMGRO T+10	
	Regressione lineare	R <sup>2</sup>	Regressione lineare	R <sup>2</sup>
Nodi	$y = 1.0485x$	$R^2 = 0.9979$	$y = 0.9566x$	$R^2 = 0.9958$
LAI	$y = 1.0785x$	$R^2 = 0.989$	$y = 1.0753x$	$R^2 = 0.9886$
Biomassa Totale	$y = 0.8779x$	$R^2 = 0.9704$	$y = 0.8764x$	$R^2 = 0.9661$
Produzione di frutti	$y = 0.9971x$	$R^2 = 0.9882$	$y = 1.005x$	$R^2 = 0.9886$

teli ombreggianti. Per la temperatura, si è tenuto conto di alcune pratiche gestionali utilizzate per garantire condizioni di crescita soddisfacenti per la coltura.

Le stime al momento attuale (To) e a 10 giorni (T+10), sono state effettuate applicando il modello TOMGRO modificato alla serie di dati micrometeorologici misurati in serra (To), alla quale sono stati aggiunti 10 giorni di dati generati per le stime previsionali. I dati ottenuti sono stati, quindi, confrontati con i dati dei campionamenti distruttivi e le osservazioni effettuate, al fine di quantificare l'errore percentuale commesso.

### Risultati e Discussione

In Tab. 2 sono mostrati i parametri delle rette di regressione, ottenute dal confronto tra i valori misurati di nodi, LAI, biomassa totale, produzione di frutti e quelli stimati dal modello TOMGRO nelle due tipologie di simulazione: **To**, ottenuta utilizzando i dati micrometeorologici reali misurati all'interno della serra, (**T+10**) ottenuta aggiungendo ai dati reali 10 giorni di dati generati. Nel complesso si può osservare che nelle stime a 10 giorni gli scostamenti rispetto alle simulazione con dati misurati comportano una sottostima del numero di nodi e della biomassa, e una leggera sovrastima del LAI.

Le previsioni a 10 giorni hanno prodotto errori estremamente contenuti rispetto alle stime ottenute con dati misurati, con differenze percentuali massime di: + 1.8 % per i nodi, - 0.5 % per il LAI e + 3.4 % per la biomassa totale. In Fig. 1 è mostrato l'andamento stagionale della produzione dei frutti (valori misurati e simulati). Come evidenziato in Fig. 2, l'errore nella stima a 10 gg risulta maggiore di quello effettuato utilizzando i dati micrometeorologici reali (+10%), soprattutto nelle fasi iniziali, nelle quali il peso dei dati generati risulta maggiore.

### Conclusioni

Le analisi mostrano che, anche grazie alla stabilità delle condizioni delle serre e all'assenza di stress particolari, è possibile effettuare previsioni attendibili della produzione del pomodoro in serra che siano di interesse operativo.

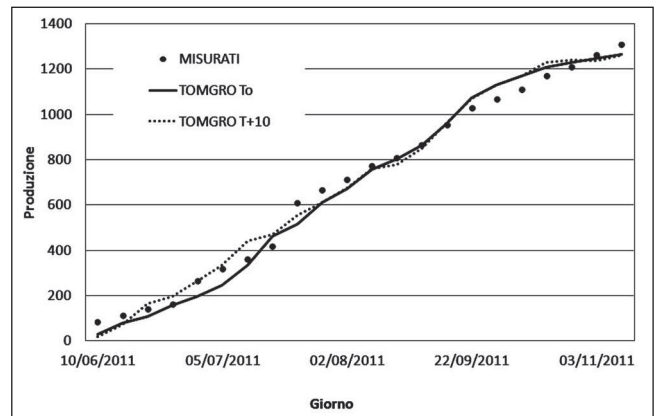


Fig. 1 - Comparison between measured (dots) and simulated fruit production data: To (continuous line) and T+10 (dashed line).

Fig. 1 - Confronto tra i valori reali e stimati di produzione al momento attuale (To) e a dieci giorni (T+10).

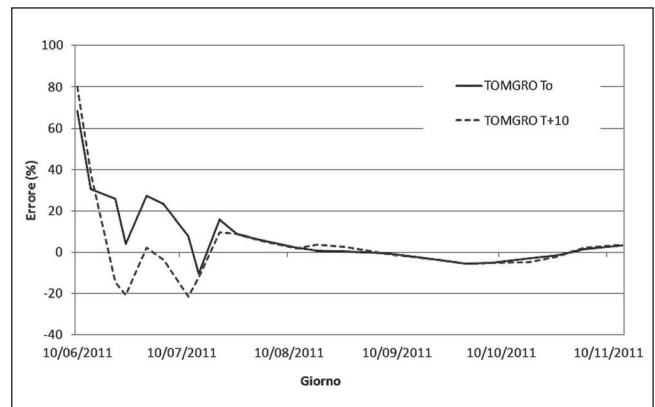


Fig. 2 - Percentage error made in the tomato production estimation at To and T+10.

Fig. 2 - Errore percentuale commesso nella stima della produzione al momento attuale (To) e a dieci giorni (T+10).

A partire dalla metà del ciclo produttivo, l'uso di dati generati non ha significativamente influenzato la validità della previsione.

### Bibliografia

- Bacci L., Battista P., Rapi B., 2012. Evaluation and adaptation of TOMGRO model to Italian tomato protected crops. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, Volume 40 (2): 115-126.
- Battista P., Rapi B., Romani M., Bacci L., Conese C., Incrocci L., Carmassi G., Massa D., Pardossi A., 2012. *Relazione Finale Progetto MOSAIC 3p*, Firenze 30 Aprile 2012, pag. 118 [www.mosaic3p.net](http://www.mosaic3p.net).
- Jones J.W., Kenig G., Vallejos E., 1999. Reduced state variable tomato growth model. *Transactions of the American Society for Agricultural Engineers* 42: 255-265.