

## ARMIDA: MODELLO DI ACCRESCIMENTO PER COLTURE PERENNI DA ENERGIA. CALIBRAZIONE E VALIDAZIONE SU CANNA COMUNE (ARUNDO DONAX L.)

Antonio Volta<sup>1\*</sup>, Giulia Villani<sup>2</sup>, Enrico Ceotto<sup>3</sup>, Mario Di Candilo<sup>3</sup>, Vittorio Marletto<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Dipartimento di Colture Arboree, Università di Bologna, viale Fanin 46, 40127, Bologna (BO)

<sup>2</sup> Dipartimento di Ingegneria Agraria, Università di Bologna, viale Fanin 50, 40127, Bologna (BO)

<sup>3</sup> CRA-CIN Centro di Ricerca per le Colture Industriali, via di Corticella 133, 40128, Bologna (BO)

<sup>4</sup> ARPA Servizio Idro Meteo-Clima, viale Silvani 6, 40122, Bologna (BO)

\* avolta@arpa.emr.it

### Riassunto

Scopo dello studio è calibrare e validare il modello ARMIDA (ARundo and MIScanthus Development and Assimilation) su canna comune (*Arundo donax* L.), una coltura perenne C3 da biomassa ad uso energetico, molto promettente a causa delle alte rese e delle basse esigenze agronomiche. Il modello lega lo sviluppo colturale alla Radiation Use Efficiency e simula la crescita potenziale della parte epigea della coltura (sostanza secca di foglie e fusti e indice di area fogliare) durante le diverse fasi fenologiche. Il modello ARMIDA è concettualmente basato su LINTUL, ma a differenza di questo, può essere utilizzato per simulazioni pluriennali; inoltre è scritto in forma modulare in linguaggio C++ e quindi facilmente incapsulabile in altri modelli. Viene presentato il lavoro di calibrazione e validazione, in cui sono stati confrontati i risultati del modello con i dati osservati in un esperimento di campo biennale (2010-2011) condotto presso l'azienda sperimentale del CRA-CIN di Anzola dell'Emilia (Bologna).

**Parole chiave:** *Arundo donax* L., biomasse ad uso energetico, modello di accrescimento colturale.

### Introduzione

Negli ultimi anni è assai cresciuto l'interesse sia scientifico che industriale per le colture a scopi energetici. Tutto ciò rientra in un'ottica di diminuzione della dipendenza dai tradizionali combustibili fossili come indicato dal pacchetto clima-energia 20/20/20 approvato dall'Unione Europea. Le colture erbacee perenni quali canna comune (*Arundo donax* L.) e miscanto (*Miscanthus x giganteus*) sono di recente studio in questo ambito e sembrano essere particolarmente promettenti sia da un punto di vista economico che ambientale, date le alte rese e i minimi input agronomici richiesti (Ceotto e Di Candilo, 2011). In questo lavoro viene presentato il modello ARMIDA (ARundo and MIScanthus Development and Assimilation) il quale simula l'accrescimento colturale di dette colture sviluppatesi in condizioni ottimali e ne calcola le rese potenziali. La calibrazione e la validazione per la canna comune sono state effettuate comparando i risultati delle simulazioni con i dati di una campagna di misure condotta presso l'azienda sperimentale del CRA-CIN di Anzola dell'Emilia (Bologna).

### Materiali e Metodi

Il modello ARMIDA è basato sul modello LINTUL1 (Spitters and Schapendonk, 1990) della scuola olandese di De Wit.

A differenza del suo predecessore, ARMIDA è utilizzabile per simulazioni pluriennali. ARMIDA è stato scritto in linguaggio C++ in forma modulare per cui è facilmente chiamabile da altri modelli o da una semplice interfaccia.

ARMIDA, pur avendo il limite di simulare rese potenziali, possiede anche il grosso pregio di avere tempi di computazione trascurabili poiché lavora a scala giornaliera.

Il modello si basa sulla RUE (Radiation Use Efficiency);

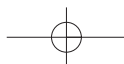
in questo studio è stato usato il valore sperimentale della RUE calcolato come derivata prima della funzione che lega la radiazione fotosinteticamente attiva (PAR) e la sostanza secca epigea della coltura. La crescita colturale e lo sviluppo fenologico vengono fatti dipendere dalla sommatoria gradi giorno. Essendo una coltura macroterma, la temperatura di base risulta alta ed è stata posta pari a 12.7°C come recentemente riportato in letteratura (Graziani and Steinmaus, 2009).

I dati sperimentali utilizzati per le simulazioni sono stati raccolti negli anni 2010 e 2011, presso l'Azienda sperimentale Cà Rossa di Anzola dell'Emilia (Bologna). Su un appezzamento di circa 1000 m<sup>2</sup>, in un canneto impiantato da rizoma nel 2007, sono stati condotti rilievi periodici distruttivi di area fogliare e di sostanza secca delle foglie e dei fusti, su una superficie di 0,5 m<sup>2</sup> per tre ripetizioni. Il LAI (indice di area fogliare) è stato misurato con un misuratore di area fogliare  $\Delta T$ , la sostanza secca è stata ottenuta essiccando i campioni in stufa a 105°C. I dati meteorologici sono stati raccolti in una stazione adiacente all'appezzamento.

### Risultati e Discussione

La RUE ricavata sperimentalmente nelle nostre condizioni presenta due valori differenti a seconda del periodo vegetativo; infatti, la RUE che durante la prima parte della stagione vegetativa ha un valore molto elevato pari a 5.5 g s.s. MJ<sup>-1</sup> (cfr. *Zea mays* RUE=3.5), da inizio agosto, ha un brusco calo che avviene in entrambi gli anni e trova riscontro anche in dati sperimentali raccolti in Toscana (Nassi o Di Nasso *et al.*, 2011).

In figura 1 viene confrontato l'andamento sperimentale e simulato del LAI, il quale mostra una decisa crescita fino a inizio estate calando in seguito per ombreggiamento e senescenza da agosto in poi. Il LAI raggiunge valori



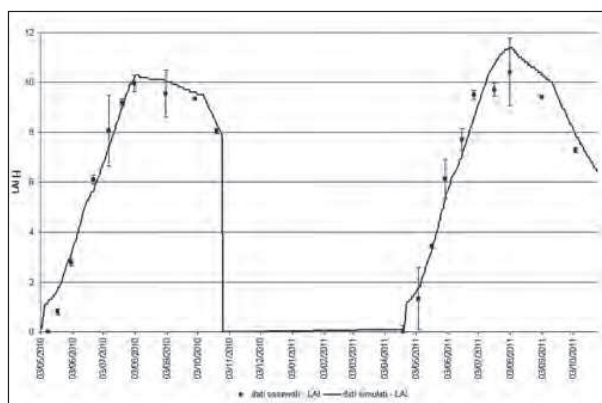


Fig. 1 - Indice di area foliare (LAI).

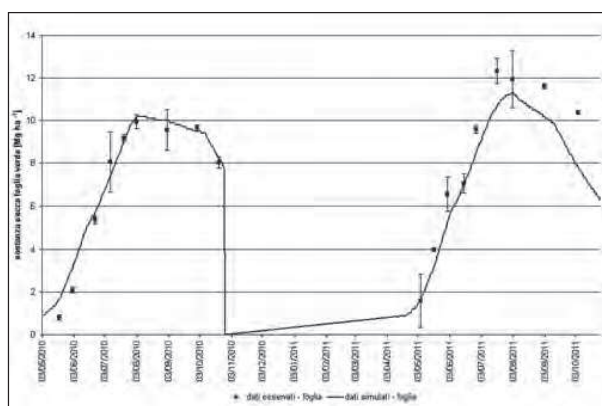


Fig. 2 - Sostanza secca della foglia verde.

molto alti, ciò è determinato dal fatto che *Arundo donax* ha un basso coefficiente di estinzione della luce, cosa che permette una soddisfacente penetrazione della radiazione luminosa all'interno della coltura vegetale. In figura 2 sono riportati gli andamenti biennali della sostanza secca del fusto mentre in figura 3 quelli della sostanza secca della foglia verde. Come si nota, i risultati delle simulazioni sono in ottimo accordo con i dati sperimentali di entrambi gli anni; infatti dall'analisi del coefficiente di regressione fra dati osservati e simulati, risulta che  $R^2$  è pari a 0.96 per il LAI, 0.94 per la sostanza secca della foglia e 0.96 per la sostanza secca del fusto. La biomassa epigea totale

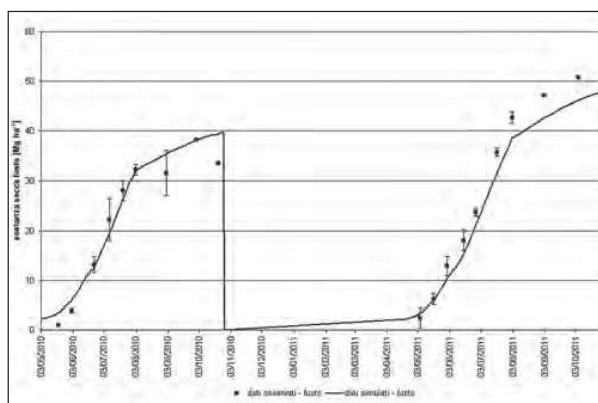


Fig. 3 - Sostanza secca del fusto.

si attesta per entrambe le annate sui 50 Mg/ha, un valore di resa ben superiore a colture standard quali sorgo o mais che fra l'altro sono C4.

### Conclusioni

In questo lavoro abbiamo calibrato e validato il modello ARMIDA sulla canna comune (*Arundo donax* L.). È stata presentata la simulazione dell'indice di area foliare e della resa di sostanza secca. Le simulazioni sono state confrontate con i dati sperimentali per due anni con i quali è stato riscontrato un ottimo accordo. Dati gli alti valori di sostanza secca la canna comune risulta essere una coltura molto promettente nel campo delle energie alternative.

### Bibliografia

- Ceotto E., Di Candilo M. 2011, Medium-term effect of perennial bioenergy crops on soil organic carbon storage. Italian Journal of Agronomy, vol.6, 4: 14-19.
- Nassi o Di Nasso N., Roncucci N., Triana F., Tozzini C., Bonari E., 2011, Productivity of giant reed (*Arundo donax* L.) and miscanthus (*Miscanthus x giganteus* Greef et Deuter) as energy crops: growth analysis, Italian Journal of Agronomy, 6:141-147.
- Graziani A., Steinmaus S.J., 2009. Hydrothermal and thermal time models for the invasive grass, *Arundo Donax*, Aquatic Botany, 90.1: 78-84.
- Spitters C.J.T., Schapedonk A.H.C.M., 1990. Evaluation of breeding strategies for drought tolerance in potato by means of crop growth simulation, Plant and Soil, 123: 193-203.