

MODELLISTICA DI PRODUTTIVITÀ PER LA MEDICA E MODELLO ALFALFA

Stefano Bocchi (*), Luigi Mariani (**), Tommaso Maggiore (*)
(* *Università di Milano*) (** *Presidente dell'AIAM e dirigente dell'ERSAL - Servizio Agrometeorologico della Lombardia*)
[e_mail: bocchist@imiucca.csi.unimi.it](mailto:bocchist@imiucca.csi.unimi.it)

Riassunto

Il prato da vicenda di erba medica svolge un ruolo di rilievo nei sistemi colturali a orientamento zootecnico della Valpadana e le peculiari condizioni pedoclimatiche di tale area giustificano l'importanza di disporre di un modello di produttività calibrato per le cultivar specifiche. Lo scopo di questo lavoro è stata la calibrazione e la messa a punto del modello ALFALFA scelto in virtù dell'approccio completo e ben strutturato al comportamento morfologico e fisiologico dell'erba medica.

La calibrazione è stata condotta con riferimento all'ecotipo Vogherese e ad alcune CV americane (Apollo, Magnum e Saranac) in coltura nella provincia di Pavia (Lombardia - Italia Nord Occidentale) nel triennio 1991-93.

I risultati mostrano una buona rispondenza fra la biomassa prodotta dalla cv Vogherese nei diversi tagli e quella simulata. Tale performance appare promettente per un impiego operativo del modello per attività di assistenza tecnica nell'area padana.

Abstract

Alfalfa meadow plays a relevant role in the cropping system for cattle breeding of the plain of the Po river. The particular pedo-climatic conditions of this area river make it important the availability of crop growth simulation models calibrated for cultivar specific of this area. The aim of the present work was the calibration and the assessment of the simulation model ALFALFA (version 1.5), chosen firstly because it presents a complete and well structured approach to physiological and morphological behaviour of alfalfa crop.

The calibration was done by using a data set obtained from a field experiment on ecotype Vogherese and some American cv (Apollo, Magnum and Saranac) cultivated in Pavia province (Lombardia region - Northern Italy) during a three-year cycle from 1991 to 1993.

The results show a good agreement between simulated and observed biomass yields of Vogherese along the cycle. These performances are promising for a practical application of the model in the extension services of northern Italy.

Premessa

Il lavoro che viene qui presentato è centrato sui risultati preliminari ottenuti dall'attività di analisi di sensibilità e calibrazione di un modello di produttività dell'erba medica (*Medicago sativa L.*) in corso di svolgimento presso l'Istituto di Agronomia dell'Università di Milano.

L'erba medica è una specie molto plastica ed adattabile in virtù dell'elevata resistenza alle basse temperature ed alla siccità che la caratterizzano (Parrini, 1981; Larcher, 1983). In particolare le peculiarità pedoclimatiche della pianura padana hanno consentito nel tempo la selezione di ecotipi ben adattati e con produttività da buone a ottime.

Oggi la medica riveste una notevole importanza in Lombardia, ove risultano coltivati circa 110.000 ha (dati 1995), pur in presenza di un progressivo calo delle superfici investite (AA.VV., 1995).

Ciò rende ragione dell'interesse esistente nei confronti dei modelli di simulazione dinamica della produttività di tale coltura. In proposito è possibile segnalare una bibliografia relativamente ricca ed in particolare ricordiamo:

- ALSIM1 e SIMED, sviluppati negli USA (Fick & Onstad, 1983; Fick, 1984; Parcsh, 1987);
- ALF2LP, derivato da ALSIM1 e sviluppato in Canada (Bourgeois, Savoie, Girard, 1990);

- ALFALFA, sviluppato negli USA (Denison and Loomis, 1989).

Fra i motivi che ci hanno indotto a scegliere il modello ALFALFA si ricordano la completezza dell'approccio morfo - fisiologico adottato (descrizione analitica del processo di fotosintesi e di ripartizione degli elaborati), la possibilità di analizzare i processi di competizione e i fattori di stress e la possibilità di valutare gli effetti dell'irrigazione e dei tagli.

Materiali e metodi

Nella sua versione 1.5 il modello Alfalfa, sviluppato a Davis (CA) con riferimento alla cultivar MOAPA 69 (CV americana non dormiente adatta ad aree predesertiche), presenta le seguenti caratteristiche:

- approccio morfologico e fisiologico con analisi a livello di singoli organi (figura 1);
- simulazione della parte aerea svolta a livello di singole foglie e steli (fino a 5 classi di età degli steli);
- simulazione dello sviluppo delle strutture perenni sotterranee (corona, radici fittonanti e radici fascicolate) e simulazione del bilancio idrico riferite a 10 strati di suolo di 30 cm ciascuno;
- simulazione della dinamica della popolazione (mortalità invernale, senescenza del medicaio).

Il numero totale delle variabili (di stato, di flusso e ausiliarie) è di circa 280 ed il modello è guidato dai dati meteo giornalieri (temperatura dell'aria e del terreno, umidità relativa, radiazione solare globale, velocità del vento) utilizzati per generare le variabili orarie impiegate nel *fast loop* del modello.

Lo stato del sistema è completamente definito dai valori delle variabili di stato, guidate e limitate dalle variabili ausiliarie e la descrizione degli effetti delle variabili guida sui processi è affidata a funzioni di risposta derivate da dati sperimentali. Su tali funzioni si va ad agire con la calibrazione.

Occorre infine precisare che Il modello non simula il bilancio dei nutrienti.

La calibrazione è stata svolta con riferimento all'**ecotipo Vogherese** su un data set sperimentale (meteorologico, biologico e agronomico) relativo al triennio 1991-93 e riferito ad un campo sperimentale sito in comune di Voghera.

Su tale campo erano in prova l'ecotipo Vogherese e 3 CV americane (Apollo, Magnum e Saranac).

Il sito di Voghera è caratterizzato da un terreno profondo e a tessitura fine, terreno franco (47% di sabbia e 30% di limo), subalcalino (pH=7.9), ben dotato di N, con presenza elevata di P assimilabile e K scambiabile, scarsamente dotato di sostanza organica (1.7 %) e con c.s.c. media (18.8 meq/100 g).

Dal punto di vista climatico (Maracchi et al., 1992) si evidenzia una temperatura media annua di circa 13 °C, con minime assolute inferiori ai -10°C e massime assolute superiori ai 36°C. Di norma gennaio è il mese più freddo mentre luglio è quello più caldo.

La precipitazione media annua risulta di circa 780 mm, con un decimo percentile (q10) di 580 mm ed un novantesimo (q90) di 1050 mm. La distribuzione delle precipitazioni è caratterizzata da un massimo secondario primaverile e da uno principale autunnale. Inoltre le precipitazioni estive appaiono superiori a quelle invernali ma peggio distribuite, il che dà luogo ad elevate percentuali di ruscellamento (Pelosi, 1984).

A titolo di confronto si può segnalare che il sito di Davis (CA) per la cui area è stato in origine calibrato il modello, presenta temperature medie annue di circa 18°C con precipitazioni medie annue inferiori ai 500 mm (Cox & Atkins, 1979).

La tecnica di calibrazione è stata condizionata dalla non disponibilità di informazioni fisiologiche sull'ecotipo considerato e dunque si è optato per una tecnica di calibrazione empirica.

Risultati

La run preliminare del modello ha visto l'uso dei parametri originali frutto della calibrazione che gli autori del modello

avevano eseguito sulla CV MOAPA 69. Da tale run, i cui risultati sono stati riassunti in tabella 1 e figura 2, si noti in particolare:

1. la forte sottostima della produzione della CV Vogherese (oltre il 40%);
2. la sensibile sovrastima (22% circa) della produzione delle CV americane;
3. l'eccessiva crescita autunnale e primaverile con forte mortalità dovuta al gelo.

La calibrazione ha dal canto suo visto lo svolgimento di uno screening preliminare sulle variabili cultivar - specifiche, variabili che sono presentate in tabella 2. In particolare la scelta è caduta sulle variabili AGEPHS (effetto dell'età sulla fotosintesi), DLSTOR (effetto della lunghezza del giorno sull'accumulo di fotosintetati), TMPGRO (effetto della temperatura sulla crescita), FRSTKL (effetto del gelo sulla morte degli steli), TMPAGE (effetto della temperatura sull'invecchiamento), TMPPHS (effetto della temperatura sulla fotosintesi), TMPRSP (effetto della temperatura sulla respirazione di mantenimento) e LITPHS (effetto del PAR sulla fotosintesi) e le modifiche apportate a tali variabili sono riassunte in tabella 3.

In particolare un'analisi preliminare di sensibilità è stata condotta modificando una ad una le variabili. Dalla tabella 4 si nota che TMPAGE appare la variabile con il più forte effetto sulla produzione totale.

Introducendo in contemporanea i cambiamenti riportati in tabella 3 è stata eseguita una run sull'anno 1992, ottenendo i risultati riassunti in tabella 5 e figura 3. Si noti il consistente avvicinamento delle produzioni simulate rispetto a quelle reali fornite dalla CV Vogherese.

L'applicazione all'anno 1993 del modello calibrato ha fornito i risultati riassunti in tabella 6 e figura 4. Si noti ancora la notevole vicinanza fra produzioni simulate e quelle reali fornite dalla CV Vogherese, pur in presenza di una sovrastima del primo taglio compensata da una sottostima del secondo.

Conclusioni e prospettive

Dalle simulazioni eseguite con il modello calibrato per Vogherese emerge in particolare:

- una considerevole riduzione dell'errore;
- il persistere di sovrastime o sottostime nei singoli tagli che tuttavia tendono a compensarsi nel corso dell'annata.

Riteniamo comunque di segnalare che le performance del modello appaiono ulteriormente migliorabili agendo in particolare sulle seguenti variabili:

- resistenza al gelo controllata da FRSTKL (effetto del gelo sulla mortalità dei fusti) (McKenzie, McLean 1982);
- livelli di produzione controllati da LITPHS (effetto della luce sulla fotosintesi fogliare) (Sheehy, Woodard, Jones, 1979);
- altezza della coltura, controllata da AGEELN (effetto dell'età sull'allungamento degli steli);
- cicli di emissione di nuovi germogli (Reyneri, Borreani, Ciotti, 1995).

Si sottolinea tuttavia che un approccio esaustivo al problema passi attraverso una più ampia disponibilità di dati fisiologici specifici.

Fra le prospettive citiamo infine la possibilità di applicare il modello Alfalfa a serie storiche di 30-40 anni e oltre, al fine di valutare le fluttuazioni climatiche sull'area italiana. Infatti, pur essendo le piante sensori biologici ad ampio spettro, i dati di produzione reali possono essere fuorvianti in quanto sono inficiati dai consistenti mutamenti delle agrotecniche avvenuti nel tempo. Pertanto un modello di produttività come Alfalfa può restituirci la risposta della coltura alle fluttuazioni dei diversi parametri climatici. Una ricerca in tal senso riferita alle serie storiche trentennali di 20 stazioni dell'area italiana è in atto da parte dell'ERSAL nell'ambito del progetto Medalus III finanziato dall'Unione Europea.

Riferimenti bibliografici

- AA.VV., 1995. *L'agricoltura lombarda nel 1995*, in Lombardia Verde, anno XII, n.10, ottobre 1996.
- Bourgeois G., P.Savoie, J.M. Girard 1990. *Evaluation of an ALFALFA growth Simulation Model under Quebec conditions*. Agric.Sys. 32, 1990, 1-12.
- Cox G.W., Atkins M.D., 1979. *Agricultural ecology*, W.H. Freeman and company, San Francisco, 721 pp.
- Denison R.F., Loomis R.S., 1989. *An integrative physiological model of alfalfa growth and development*. Publ. n. 1926. Div. Agric. Natural Res., Univ. California, Oakland.
- Fick G.W. , D.W. Onstad 1983. *Alfalfa growth models: ALSIM 1(level zero) description, performance and user instructions for a base-line model of alfalfa yield and quality*. Cornell Univ. Ithaca. Mimeo 83-26.
- Fick G.W. 1984. *Simple simulation models for yield prediction applied to alfalfa in the Northeast*. Agron. J. 76, 1984, 235-238.
- Maracchi G., Bindi M., Conese C., Mariani L., 1992. *Guida agrometeorologica della Lombardia*, ERSAL, Milano, 108 pp.
- McKenzie J.S., McLean G.E. 1982. *The importance of leaf frost resistance to the winter survival of seedling stands of alfalfa*. Can. J. Plant Sci. 62: 399-405.
- Parrini P., 1981. *Erba medica*, in Coltivazioni Erbacee, a cura di Baldoni R. e Giardini L., Patron editore, Padova, 823-914.
- Parcsh L.D. 1987. *Validation of ALSIM 1 (level 2) under Michigan conditions*. Agric. Sys. 25, 145 - 57-.
- Pelosi V., *Agrometeorologia*. Clesav, Milano, 1984.
- Reyneri A., Borreani G., Ciotti A., 1995. *Effetti dell'epoca di esecuzione del primo taglio e dell'altezza di taglio su tre varietà di erba medica (Medicago sativa L.)*, Riv di Agron., 1995, 29, 4, 574-581.
- Sheehy J.E., Woodard F.I, Jones M.B. 1979. *Microclimate, photosynthesis, and growth of lucerne (Medicago sativa L.)*. Microclimate and photosynthesis . Ann. Bot. 44, 693-707.

Figura 1 - segmento del modello ALFALFA che descrive i principali flussi di carbonio ed informazione che controllano la crescita fogliare (da Denison & Loomis, 1989 - modificato).

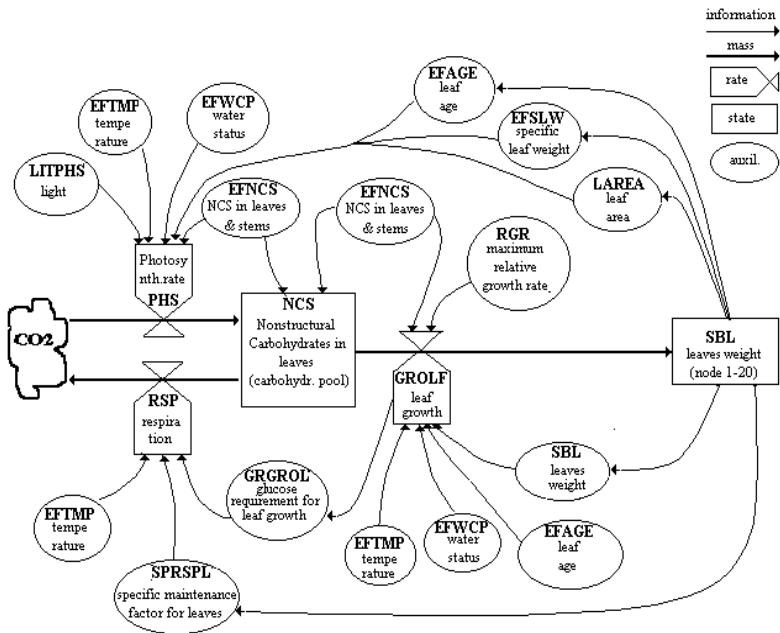


Tabella 1 - risultati ottenuti prima della calibrazione (anno 1992)

<i>data</i>	<i>ora</i>	<i>evento</i>	<i>sostanza secca raccolta (kg/ha)</i>
<i>15 maggio</i>	<i>12</i>	<i>taglio</i>	<i>2923</i>
<i>15 maggio</i>	<i>12</i>	<i>Perdita classe steli 1</i>	
<i>5 giugno</i>	<i>13</i>	<i>Nodo bottone fiorale 12</i>	
<i>12 giugno</i>	<i>05</i>	<i>Nodo bottone fiorale 14</i>	
<i>17 giugno</i>	<i>20</i>	<i>Nodo bottone fiorale 16</i>	
<i>24 giugno</i>	<i>12</i>	<i>taglio</i>	<i>4304</i>
<i>24 giugno</i>	<i>12</i>	<i>Perdita classe steli 1</i>	
<i>6 luglio</i>	<i>04</i>	<i>Nodo bottone fiorale 8</i>	
<i>12 luglio</i>	<i>11</i>	<i>Nodo bottone fiorale 10</i>	
<i>18 luglio</i>	<i>02</i>	<i>Nodo bottone fiorale 12</i>	
<i>24 luglio</i>	<i>12</i>	<i>Nodo bottone fiorale 14</i>	
<i>27 luglio</i>	<i>12</i>	<i>taglio</i>	<i>2514</i>
<i>27 luglio</i>	<i>12</i>	<i>Perdita classe steli 1</i>	
<i>11 agosto</i>	<i>08</i>	<i>Nodo bottone</i>	

		<i>fiorale 10</i>	
<i>17 agosto</i>	<i>13</i>	<i>Nodo bottone fiorale 12</i>	
<i>27 agosto</i>	<i>10</i>	<i>Nodo bottone fiorale 14</i>	
<i>28 agosto</i>	<i>12</i>	<i>taglio</i>	<i>1540</i>
<i>28 agosto</i>	<i>12</i>	<i>Perdita classe steli 1</i>	
<i>10 settembre</i>	<i>21</i>	<i>Nodo bottone fiorale 8</i>	
<i>1 ottobre</i>	<i>12</i>	<i>taglio</i>	<i>1113</i>
<i>1 ottobre</i>	<i>12</i>	<i>Perdita classe steli 1</i>	
<i>produzione totale (kg/ha)</i>			<i>12394</i>
		<i>sostanza secca raccolta (kg/ha)</i>	
<i>simulata</i>		<i>12394</i>	
<i>ecotipo vogherese</i>		<i>20600 (+39.8 %)</i>	
<i>cv americane</i>		<i>10158 (-22.0 %)</i>	

Tabella 2 - abbreviazioni, unità e significato delle principali variabili cultivar specifiche del modello ALFALFA.

<i>AGEA PD</i>	<i>days</i>	<i>Effetto dell'età sulla dominanza apicale</i>
<i>AGEG RL</i>	<i>days</i>	<i>Effetto dell'età sulla crescita delle foglie (Williams '75)</i>

AGEG RS	days	Effetto dell'età sulla crescita dello stelo (Williams'75)
AGEE LN	days	Effetto dell'età sull'allungamento
AGEP HS	days	Effetto dell'età sulla fotosintesi (Hodgkinson'74; p.73-73)
DLST OR	h	Effetto della lunghezza del giorno sull'accumulo
EFLFL T	g/pl	Lunghezza effettiva delle radici per g di s·s·
FRST KL	°C	Effetto del gelo sulla morte degli steli (McKenzie&McLean'82)
GTAB LE	cm	Effetto dell'altezza sull'evapotraspirazione (Enrodi&Rijtema '69)
HTAB LE	m/s	Effetto della velocità del vento sull'evapotraspirazione (Enrodi&Rijtema '69)
LITPH S	Ly	Effetto del PAR sulla fotosintesi (Sheehy'79 p.73-53)
LITSL W	Ly/h	Effetto della luce su SLW·
NCRD TH	g/g	Effetto dei carboidrati non strutturali (NC) sul tasso di mortalità delle radici
NCSP HS	g/g	Effetto degli NC in sulla fotosintesi
NCRG RO	g/g	Effetto degli NC nella crescita radicale
NCSG RO	g/g	Effetto degli NC sulla crescita (Moser et al.'82)
PCOV RT	%	Percentuale di cover vs· LAI·
RLTA BL	Ly/m in	Effetto della radiazione solare sull'ET (Enrodi&Rijtema'69)·
RCTA	%	Effetto della % di copertura sull'ET (Enrodi

<i>BL</i>		<i>&Rijtema'69).</i>
<i>SLWP</i> <i>HS</i>	<i>g/m2</i>	<i>Effetto of SLW sulla fotosintesi (Pearce et al.'69).</i>
<i>TMPG</i> <i>RO</i>	<i>°C</i>	<i>Effetto della temperatura sulla crescita (Smith'70).</i>
<i>TMPA</i> <i>GE</i>	<i>°C</i>	<i>Effetto della temperatura sull'invecchiamento (Smith'70).</i>
<i>TMPR</i> <i>SP</i>	<i>°C</i>	<i>Effetto della temperatura sulla respirazione di mantenimento (McCree'82).</i>
<i>TMPP</i> <i>HS</i>	<i>°C</i>	<i>Effetto della temperatura sulla fotosintesi (ASA p. 157)</i>
<i>WCPS</i> <i>TM</i>	<i>#</i>	<i>Effetto del contenuto idrico relativo sugli stomi</i>
<i>WCPG</i> <i>RO</i>	<i>#</i>	<i>Effetto del contenuto idrico della pianta sulla crescita</i>
<i>WCLG</i> <i>RR</i>	<i>#</i>	<i>Effetto del contenuto idrico del suolo sulla crescita radicale</i>

Tabella 3 - parametri specifici modificati per adeguare il modello alla cv Vogherese (con il flag MOAPA 69 si riportano i parametri originari, con Vogherese quelli modificati)

<i>AGEPHS - effetto dell'età sulla fotosintesi (Hodgkinson'74)</i>							
Giorni	0.	20.	40.	500.			
VOGHERESE:	1.	0.8	0.5	0.			
MOAPA 69 :	1.	0.9	0.4	0.			
<i>DLSTOR - effetto della lunghezza del giorno sull'accumulo di carboidrati</i>							
	h	8.	9.	10.	11.	12.	18.
VOGHERESE:	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	
MOAPA 69 :	0.9	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2	
<i>TMPAGE - effetto della temperatura sull'invecchiamento (Smith'70).</i>							
	°C	-20.	0.	10.	15.	21.	27.
	35.	50.					
VOGHERESE:	0.	0.	.45	.85	0.95	1.00	1.0
	1.0						
MOAPA 69 :	0.	0.	.45	.85	1.22	1.51	1.6
	1.0						
<i>TMPGRO - effetto della temperatura dell'aria sulla crescita (Smith, 1970).</i>							
	°C	-20.	0.	12.5	18.	24.	27.0
	36.0	40.	50.				
VOGHERESE:	0.	0.0	.40	.70	1.0	1.0	0.8
	0.50	0.0					
MOAPA 69 :	0.	0.0	.29	.48	0.81	1.0	1.0
	0.85	0.0					
<i>TMPPHS - effetto della temperatura dell'aria sulla fotosintesi (ASA p.157)</i>							
	°C	-20.	0.	5.	11.	21.	27.0
	42.	50.					
VOGHERESE:	0.	0.	.50	.82	1.0	0.95	0.9
	0.9	0.0					
MOAPA 69 :	0.	0.	.50	.72	.94	1.00	1.0

0.9	0.0						
<i>TMPRSP - effetto della temperatura dell'aria sulla respiraz. di mantenimento(McCree'82).</i>							
	°C	-20.	0.	10.	15.	22.5	30.
35.	42.	50.					
VOGHERESE:	0.0	0.0	0.25	0.40	0.65	1.20	1.70
	2.70	0.50					
MOAPA 69 :	0.0	0.0	0.35	0.59	0.95	1.50	2.00
	2.70	0.50					

Tabella 4 - risultati del test di sensibilità svolto su sei variabili. Le produzioni di sostanza secca sono espresse in kg/ha e sono confrontate con quelle reali (colonna STD.CV).

	STD.C V	TMPG RO	AGEPH S	DLSTO R	TMPA GE	TMPP HS
1° taglio	2676	5138	2741	2466	2516	3052
2° taglio	4487	2963	4670	4148	5506	4582
3° taglio	2872	2563	3298	2623	4333	2822
4° taglio	1115	1170	1363	1214	1909	1082
5° taglio	1062	1076	1328	1190	1378	1131
totale	12212	12910	13399	11641	1565 0	12669

Tabella 5 - risultati ottenuti dopo la calibrazione (anno 1992)

data	ora	evento	sostanza secca raccolta (kg/ha)

15 maggio	12	taglio	5808
15 maggio	12	Perdita classe steli 2	
15 maggio	12	Perdita classe steli 1	
11 giugno	13	Nodo bottone fiorale 12	
19 giugno	02	Nodo bottone fiorale 14	
24 giugno	12	taglio	5075
24 giugno	12	Perdita classe steli 1	
13 luglio	01	Nodo bottone fiorale 10	
19 luglio	09	Nodo bottone fiorale 12	
26 luglio	16	Nodo bottone fiorale 14	
27 luglio	12	taglio	4516
27 luglio	12	Perdita classe steli 1	
18 agosto	01	Nodo bottone fiorale 10	
26 agosto	09	Nodo bottone fiorale 12	
28 agosto	12	taglio	2437
28 agosto	12	Perdita classe steli 1	
1 ottobre	12	taglio	1858
1 ottobre	12	Perdita classe steli 1	

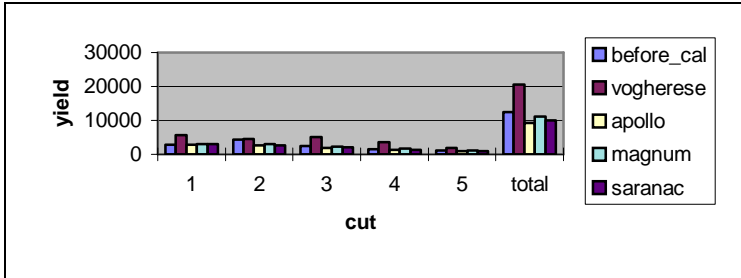
<i>produzione totale (kg/ha)</i>			<i>19694</i>
	<i>sostanza secca raccolta (kg/ha)</i>		
<i>simulata</i>	<i>19694</i>		
<i>ecotipo vogherese</i>	<i>20600 (+4.6 %)</i>		
<i>cv americane</i>	<i>10158 (-93.9 %)</i>		

Tabella 6 - risultati ottenuti dopo la calibrazione (anno 1993)

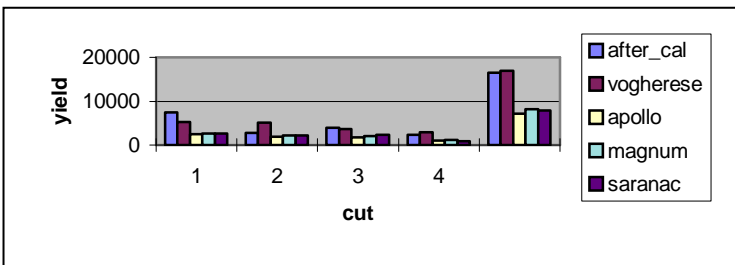
<i>data</i>	<i>ora</i>	<i>Evento</i>	<i>sostanza secca raccolta (kg/ha)</i>
17 maggio	12	Nodo bottone fiorale 16	
23 maggio	22	Nodo bottone fiorale 18	
26 maggio	12	taglio	7419
26 maggio	12	Perdita classe steli2	
26 maggio	12	Perdita classe steli1	
4 giugno	15	Nodo bottone fiorale 8	
11 giugno	15	Nodo bottone fiorale 10	
17 giugno	14	Nodo bottone fiorale 12	
24 giugno	05	Nodo bottone fiorale 14	
29 giugno	12	taglio	2788
29 giugno	12	Perdita classe steli 2	
29 giugno	12	Perdita classe steli 1	
3 agosto	12	Perdita classe steli 1	
3 agosto	12	taglio	3961
8 settembre	12	Perdita classe steli 1	

<i>8 settembre</i>	<i>12</i>	<i>taglio</i>	<i>2266</i>
<i>produzione totale (kg/ha)</i>			<i>16434</i>
	<i>produzione totale raccolta (kg/ha)</i>		
<i>simulata</i>	<i>16434</i>		
<i>ecotipo vogherese</i>	<i>16900 (+2.8 %)</i>		
<i>cv americane</i>	<i>7713 (-113.1 %)</i>		

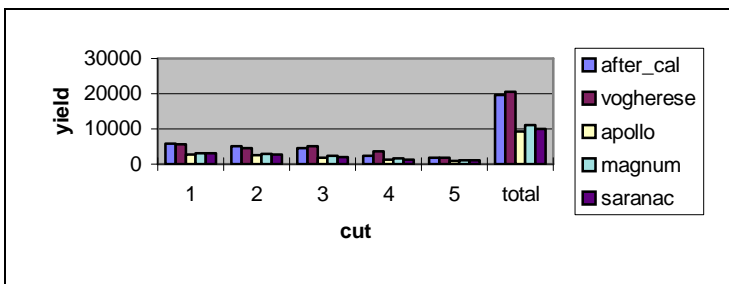
figura 2 – comparazione delle produzioni reali della CV Vogherese e delle altre CV in prova con i valori simulati per il 1992 dal modello non calibrato (2.a) e dal modello calibrato (2.b) e per il 1993 dal modello calibrato su dati '92 (2.c).



2.a



2.b



2.c