

L'insilato integrale di soia, un'alternativa all'erba medica nel piano colturale dell'azienda zootecnica da latte

Giorgio Barbiani, Domenico Davanzo, Marco Signor, Sonia Venerus, Valentino Volpe
Servizio fitosanitario e chimico, ricerca, sperimentazione e assistenza tecnica

Mauro Spanghero, Cristina Zanfi
Università degli Studi di Udine - Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali

La soia, vista non solo come coltura oleoproteaginoso da granella ma anche come foraggera, rappresenta una risorsa per le aziende zootecniche regionali. Si è dimostrata la possibilità di impiegare l'insilato di soia nella razione dei ruminanti da latte, opportunità che consente all'azienda una maggiore flessibilità nella definizione del piano colturale garantendo la sostituzione anche totale dell'erba medica.



Figura 1: Sviluppo semi nel baccello.

La soia (*Glycine max*) rappresenta in regione la seconda coltura con il 19% della SAU investita, seconda solo al mais (*Zea mays*) col 34% (dati 6° Censimento dell'agricoltura 2010). Di fatto è la coltura oleoproteaginoso che meglio esprime le proprie potenzialità produttive in tutti gli areali come anche nell'ambiente friulano.

A livello mondiale la coltivazione della coltura è orientata alla produzione di granella da destinare alla trasformazione o al consumo alimentare diretto. Dai dati FAOSTAT del 2013 gli USA risultano essere il primo produttore mondiale con 89.483.000 tonnellate, seguiti dal Brasile con 81.699.787. La Cina, paese dove la coltura è praticata da oltre 5.000 anni, si attesta come quarto produttore con 12.500.180 tonnellate, ed è preceduta dall'Argentina (49.306.201 t). L'Unione Europea invece si fer-

ma a 1.070.364 t di cui 472.400 prodotte proprio in Italia (44,13% del totale UE).

Stante queste premesse, già note agli addetti del settore, non tutti sanno invece che nel diciannovesimo secolo la soia fu introdotta negli USA come coltura foraggera, tant'è che prima degli anni '40 del Novecento oltre il 50% della superficie coltivata a soia negli Stati Uniti aveva tale destinazione (Hartwing, 1973). Anche secondo quanto riportato da Morse *et al.* nel 1950, l'inversione verso la produzione di granella ebbe inizio nel Corn Belt nel 1935 per poi estendersi a tutti gli USA nel 1941: nel 1929 il 63% della soia era destinata ad uso foraggero, nel 1943 il 21% e nel 1948 solo il 10%. Questo mutamento fu principalmente dovuto alla necessità di reperire una fonte altamente proteica per le produzioni animali. Solo negli anni '60 e '70 con

l'aumento di valore dell'olio di semi la coltivazione fu completamente dirottata sulla produzione di seme. In alcuni Stati del Nord America però la soia viene ancora destinata alla produzione di foraggio integrando le foraggere poliennali, erba medica *in primis*, qualora danneggiata dal gelo. Oltreoceano si sono sviluppate infatti specifiche varietà di soia foraggere che presentano un elevato potenziale produttivo in termini di kg di sostanza secca ad ettaro. È vero però che anche le normali varietà impiegate per la produzione di granella possono essere utilizzate a scopo foraggero con performance variabili a seconda dell'andamento climatico.

Considerando però le caratteristiche intrinseche della coltura, si può affermare che la soia presenta un elevato potenziale come specie foraggera: è una coltura con un'ampia adattabilità ambientale (Martin *et al.*, 1990; Mislevy *et al.*, 2005), tollera alte temperature e diverse condizioni di umidità del suolo tanto da poter sostituire il sorgo (Mislevy *et al.*, 2005); inoltre come per le altre foraggere della famiglia delle leguminose è azotofissatrice e il foraggio ottenuto ha elevati tenori in proteina grezza (Redfearn *et al.*, 1999); impiegando idonee tecniche produttive si ottiene un prodotto paragonabile all'erba medica (Hintz *et al.*, 1992); infine, contrariamente a numerose altre foraggere, presenta un'elevata flessibilità di raccolta, mantenendo inalterate le proprie caratteristiche qualitative in un'ampia finestra di raccolta.

Quest'ultimo aspetto è confermato da uno studio condotto da Hintz e Albrecht nel 1994, dal quale emerge che nonostante con l'avanzare della maturazione ci sia un aumento del contenuto di NDF (fibra neutro detersa) ADF (fibra acido detersa), e ADL (lignina acido detersa) con una contemporanea diminuzione del contenuto di proteina grezza nelle foglie e negli steli, nei baccelli si osserva un trend completamente opposto: in fase di sviluppo aumenta il contenuto in proteina grezza e si riduce il contenuto in fibra. Tale evoluzione determina delle differenze di digeribilità del foraggio minime in relazione allo stadio di sviluppo. Come dimostrato da diversi autori (Minson *et al.*, 1993; Sollenberger *et al.*, 2003) la digeribilità *in vitro* di un foraggio di soia raccolto al 50% della fioritura è di 590 g/kg mentre al 90% del riempimento dei baccelli è di 610 g/kg.

Sulla base di tali premesse, come riportato nello studio di Seiter *et al.* (2004), per massimizzare il raccolto, lo stadio migliore per raccogliere un foraggio di soia di elevata qualità sarebbe compreso fra il pieno riempimento dei baccelli (R6) e l'inizio della maturazione (R7), momento in cui si ha il massimo accumulo in proteina grezza nei baccelli e semi. Siccome le varietà coltivate in Italia sono di tipo indeterminato, da un punto di vista strettamente pratico la fase fenologica R6/R7 corrisponde al pieno riempimento dei baccelli apicali, inizio ingiallimento dei baccelli basali (Fig. 1 e 2).

Fra le possibili modalità di utilizzo del foraggio, per le realtà zootecniche locali risulta alquanto interessante la conservazione mediante insilamento. Tale pratica, che consiste in una fermentazione naturale con conseguente acidificazione e stabilizzazione microbiologica della massa, richiede però una particolare attenzione in quanto la biomassa di soia presenta valori elevati di pH al momento dell'insilamento, uno scarso contenuto in carboidrati rapidamente fermentescibili, similmente ad altre specie leguminose, ai quali si aggiunge un elevato contenuto in sostanze oleose. Tuttavia in diversi studi (Mustafa *et al.*, 2000, 2002, 2005; Mustafa e Seguin, 2003) si è dimostrato che tale pratica sia facilmente realizzabile, e si osserva un rapido calo di pH e aumento della produzione di acido lattico già nei primi giorni dall'insilamento.

Negli ultimi anni l'Agenzia regionale per lo sviluppo rurale ERSA e il Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali (DISA) dell'Università degli Studi di Udine hanno avviato una collaborazione al fine di caratterizzare le varietà di soia selezionate dall'ERSA nel territorio friulano, contraddistinte dal ridotto contenuto in fattori antinutrizionali, valutandone le potenzialità di impiego in ambito zootecnico. L'indagine si è concentrata sulla valutazione degli insilati integrali di soia nell'alimentazione dei ruminanti e sul profilo aminoacidico delle linee in selezione che presentano un elevato tenore proteico col fine ultimo di determinarne il valore biologico della proteina. La sperimentazione sugli insilati, protratta per un triennio, si è incentrata sulla verifica della potenzialità produttive e sul perfezionamento della tecnica di insilamento con varietà da granella locali. Da ciò è nato uno studio per determinare l'effetto dello stadio vegetativo e della durata di

pre-appassimento sulla composizione chimica e degradabilità ruminale, determinata con metodica *in vitro*, dell'insilato di soia.

Il protocollo sperimentale ha preso in considerazione alcune varietà di soia costituite dall'ERSA, seminate in parcelle, senza concimazione, raccolte in fasi fenologiche via via crescenti (R4-R6), e dove la biomassa raccolta veniva sottoposta a due trattamenti di pre-appassimento (20 e 28 ore). Il materiale ottenuto è stato poi trinciato a 15 mm e insilato in mini silo. Gli insilati sono stati analizzati per determinare il contenuto in proteina grezza e fibra le cui degradabilità ruminali sono state simulate applicando delle tecniche *in vitro*. Una frazione dei campioni è stata poi sottoposta alla separazione delle componenti (baccelli, foglie e steli) che sono state successivamente analizzate singolarmente. Si riporta nelle tabelle 1 e 2 il dato produttivo in termini di sostanza secca su due varietà testate.

Data di RACCOLTA	Fase fenologica	Altezza pianta (cm)	Produzione t/ha tal quale	s.s. %	Produzione s.s. t/ha
29/08/2013	R4	97	23,49	24,40	5,73
03/09/2013	R5	97	25,51	26,57	6,78
09/09/2013	R6	97	28,02	28,21	7,91

Tabella 1: Varietà Bahia (classe 1-), testata nel 2013.

Nelle Tabelle 3 e 4 si riportano i risultati delle analisi.

L'interesse foraggero della soia nella realtà locale deriva principalmente dall'enorme flessibilità che la sua adozione garantisce quando inserita nell'organizzazione aziendale. Nel Box 1 si è cercato di riassumere i principali vantaggi e svantaggi che si accompagnano a tale utilizzo foraggero della soia.

La tecnica agronomica per la destinazione foraggera della coltura è pressoché identica a quella per la produzione della granella. Al fine di ridurre la dimensione degli steli è possibile però aumentare la densità di semina fino a quasi raddoppiarla. È inoltre preferibile adottare strategie di lotta alle malerbe che consentano la riduzione dei trattamenti post-emergenza (falsa semina, diserbo pre-emergenza ad ampio spettro, riduzione dell'interfila, rotazione culturale) per evitare l'impiego di principi attivi ad elevata residualità, come ad esempio talune molecole graminicide. A titolo informativo in Tabella 5 si

Data di RACCOLTA	Fase fenologica (Fehr — Caviness)	Peso verde baccelli %	Peso verde foglie %	Peso verde fusto %	Peso secco baccelli %	Peso secco foglie %	Peso secco fusto %	Produzione t/ha tal quale	s.s. %	Produzione t/ha di s.s.
29/08/2014	R6	29,23	35,57	35,17	34,57	32,87	32,53	40,56	21,36	8,66
08/09/2014	R6/R7	33,77	30,70	35,53	42,63	26,00	31,40	42,37	23,97	10,16
16/09/2014	R7+	39,20	22,33	38,47	50,00	18,60	31,40	37,23	25,96	9,67
MEDIA		34,07	29,53	36,39	42,40	25,82	31,78	40,06	23,76	9,50
DMS 5%		2,68	3,48	2,87	2,90	3,24	2,26	4,00	1,27	0,76
C.V.%		4,92	7,37	4,92	4,28	7,85	4,44	6,24	3,34	5,02

riportano le sostanze attive autorizzate con intervallo di sicurezza superiore a zero.

Volendo riassumere quanto fino ad ora discusso, per procedere all'insilamento la soia deve essere raccolta al completo riempimento dei baccelli, quando le foglie basali iniziano ad ingiallire, immediatamente prima della fase fenologica R7 (Undersander, 2001). In tale fase la coltura presenta un contenuto di sostanza secca variabile dal 22 al 26% (Wolfe e Kipps, 1959). Per evitare perdite di stoccaggio dovute a percolazione dei liquidi o a fermentazioni anomale di natura clostridica è consigliato procedere ad un pre-appassimento al fine di raggiungere un contenuto di sostanza secca prossimo al 50%. Tali indicazioni sono riproposte inoltre da uno studio di Much *et al.* (1996) dove è stata dimostrata una correlazione diretta fra abbassamento di pH e rapporto acido lattico: acido acetico con l'avanzare della maturazione della coltura. Nello stesso studio si è anche osservato che le caratteristiche della fermentazione sono simili a quelle osservate per l'erba medica insilata e che il pre-appassimento è in grado di rimuovere il 65% del contenuto di acqua iniziale prevenendo così le fermentazioni clostridiche.

Considerata la struttura particolarmente sviluppata degli steli della soia, gli sprechi in termini di rifiuto in mangiatoia possono raggiungere il 10-20% (Blount *et al.*, 2006); al fine di limitare perdite in mangiatoia dovute alla selezione da

Tabella 2: Varietà Adonai (classe 1), testata nel 2014.

Box 1: Vantaggi e svantaggi associati alla destinazione foraggera della soia.

Vantaggi	Svantaggi
<ol style="list-style-type: none"> 1. Può essere facilmente inserita in piani di rotazione brevi come coltura estiva non vincolando i terreni in rotazioni pluriennali, come si verifica con l'erba medica; 2. è facilmente impiegabile in secondo raccolto in successione a un cereale autunno vernino; 3. garantisce una produttività in termini di sostanza secca e kg di proteina ad ettaro paragonabili a quelli dell'erba medica; 4. la raccolta è facilmente cantierabile e la finestra di raccolta risulta abbastanza ampia; 5. il prodotto presenta maggiore omogeneità rispetto ai diversi sfalci di erba medica. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Necessità comunque di un breve pre-appassimento prima della raccolta per l'insilamento; 2. richiede particolare cura nell'insilamento presentando un elevato pH, un basso contenuto in zuccheri fermentescibili ed un elevato contenuto proteico; 3. benché di buona digeribilità, è presente una significativa frazione fibrosa; 4. steli di grosso calibro; 5. sensibile variabilità stagionale; 6. intervallo di sicurezza prodotti fitosanitari.

Tabella 3: Effetto della fase fenologica, del tempo di pre-essiccazione sui parametri di insilamento, caratteristiche chimiche e fermentescibilità ruminale con metodica in vitro del foraggio insilato di soia (Spanghero et al., 2015).

	Fase fenologica (R)			Essiccazione (W)		P			RMSE ⁽¹⁾
	R4	R5	R6	20h	28h	R	W	R*W	
Sostanza secca foraggio ⁽²⁾ , g/kg									
- dopo lo sfalcio	244	266	282	-	-	-	-	-	-
- essiccato	449 ^c	471 ^b	529 ^c	438	528	0.005	<0.001	0.180	180
- insilato	454 ^c	485 ^b	518 ^c	444	528	0.005	<0.001	0.135	167
pH	5.19	5.23	5.10	5.11	5.24	0.888	0.576	0.250	0.390
Parametri chimici dell'insilato, g/Kg SS									
N-NH3	3.3	2.5	2.4	2.9	2.5	0.050	0.169	0.127	0.43
LA	32.7	29.9	29.3	32.0	29.3	0.061	0.035	0.051	1.70
Analisi chimica, g/kg SS									
Ceneri	71 ^a	69 ^a	63 ^b	68	66	0.011	0.178	0.131	2.6
PG	164 ^c	178 ^b	199 ^a	178	182	<0.001	0.158	0.071	3.60
EE	18 ^c	33 ^b	53 ^a	36	34	<0.001	0.083	0.223	1.8
NDF	543	564	585	558	570	0.138	0.445	0.458	25.1
ADF	369	361	361	361	366	0.662	0.531	0.450	13.9
NFC	204	158	101	160	149	0.065	0.570	0.230	19.4
Degradabilità ruminale in vitro %									
NDFD	0.319 ^c	0.388 ^b	0.465 ^a	0.399	0.382	<0.001	0.481	0.652	0.0480
PGD	0.391 ^c	0.503 ^b	0.548 ^a	0.495	0.466	<0.001	0.008	0.589	0.0189
Produzione di gas in vitro, ml/g SO									
2 h	16	16	16	18	14	0.996	0.499	0.868	8.9
4 h	49	47	50	52	45	0.962	0.467	0.880	15.4
6 h	68	71	71	74	66	0.977	0.519	0.946	19.9
8 h	83	84	84	88	79	0.994	0.518	0.936	22.0
24 h	159	155	155	159	154	0.971	0.711	0.959	23.1

⁽¹⁾ RMSE: radice dell'errore quadratico medio
⁽²⁾ SS si riferisce ai campioni dopo il processo di insilamento.
SS, sostanza secca; N-NH3, azoto ammoniacale; LA, acido lattico; PG, proteina grezza; EE, estratto etereo; aNDF, fibra neutro detersa; ADF, fibra acido detersa; NFC, carboidrati non strutturali; NDFD, degradabilità della fibra neutro detersa; PGD, degradabilità della proteina grezza; SO, sostanza organica.
Medie sulla stessa riga con esponente diverso entro "fase fenologica", differiscono significativamente (a-b P<0.05; A-B-C P<0.01).

Tabella 4: Effetto della fase fenologica e del tempo di pre-essiccazione sui parametri chimici di degradabilità della frazione fibrosa rispetto a foglie, bacelli e steli dell'insilato di soia (Spanghero et al., 2015).

	Fase fenologica (R)			Essiccazione (W)		P			RMSE ⁽¹⁾
	R4	R5	R6	20h	28h	R	W	R*W	
Foglie									
- SS, g/kg	466	502	501	439	540	0.155	<0.001	0.806	25.7
- Ceneri, g/kg SS	73	71	75	72	74	0.693	0.576	0.998	6.8
- PG, g/kg SS	285 ^A	284 ^A	248 ^B	275	269	0.002	0.232	0.324	6.1
- EE, g/kg SS	21 ^c	30 ^b	44 ^a	37	26	<0.001	0.001	0.094	2.9
- aNDF, g/kg	444	449	469	482	432	0.532	0.026	0.139	35.9
- NDFD	0.351	0.369	0.333	0.369	0.367	0.451	0.189	<0.01	0.044
Bacelli									
- SS, g/kg	430 ^B	478 ^A	486 ^A	428	501	0.001	<0.001	0.114	11.60
- Ceneri, g/kg SS	74	68	64	69	68	0.077	0.561	0.861	5.22
- PG, g/kg SS	207 ^c	230 ^b	323 ^a	253	253	<0.001	0.922	0.08	5.7
- EE, g/kg SS	32 ^c	44 ^b	72 ^a	54	45	<0.001	0.009	0.943	4.1
- aNDF, g/kg	437 ^a	443 ^a	398 ^b	424	428	0.014	0.680	0.794	16.0
- NDFD	0.604 ^b	0.610 ^b	0.717 ^a	0.650	0.638	0.015	0.694	0.725	0.063
Steli									
- SS, g/kg	468 ^B	522 ^A	532 ^A	458	557	0.005	<0.001	0.796	18.1
- Ceneri, g/kg SS	61	58	57	61	56	0.001	<0.001	0.004	0.9
- PG, g/kg SS	131	128	106	126	117	<0.001	<0.01	0.002	0.8
- EE, g/kg SS	6	8	8	8	7	0.390	0.278	0.223	2.8
- aNDF, g/kg	594 ^c	604 ^b	646 ^a	607	626	<0.001	0.009	0.053	8.4
- NDFD	0.135	0.193	0.082	0.205	0.068	0.251	0.021	0.741	0.109

⁽¹⁾ RMSE, radice dell'errore quadratico medio
SS, sostanza secca; PG, proteina grezza; EE, estratto etereo; aNDF, fibra neutro detersa; NDFD, degradabilità della fibra neutro detersa.
Medie sulla stessa riga con esponente diverso entro "fase fenologica", differiscono significativamente (a-b P<0.05; A-B-C P<0.01)

parte degli animali, è da preferire la trinciatura integrale della pianta mediante trincia-caricatrice all'insilamento con pressatura e successiva fasciatura.

Per agevolare il processo di insilamento è anche possibile aumentare la dotazione di carboidrati fermentescibili attraverso la consociazione o meglio l'impiego di biomassa proveniente da colture cerealicole raccolte contestualmente, come ad esempio il silomais o il silosorgo. In questo caso è però necessario prestare particolare attenzione all'omogeneità finale del prodotto, al fine di assicurare un costante rapporto fra le componenti nutritive nella razione. Qualora l'insilamento avvenisse in trincee, una soluzione già utilizzata nella pratica è quella di alternare gli strati sovrapponendo alla leguminosa un trinciato di biomassa vegetale ricca in amidi, tipico dei cereali: i percolati che si generano dall'insilato di cereali, per via del loro apporto in carboidrati non strutturali, contribuiscono alla stabilizzazione dello strato di biomassa leguminosa sottostante alimentando la fermentazione lattica. Altre tecniche alternative alle precedenti sono l'integrazione del trinciato di leguminosa con sostanze zuccherine (es. melasso), gli inoculi microbici e l'uso di propionato.

Il prodotto si presta all'utilizzo già dopo 45 giorni dall'insilamento e può essere utilizzato nella razione delle bovine da latte fino a oltre il 30% della sostanza secca della razione (Perez, Mustafa e Seguin, 2007). Presenta un contenuto in sostanza secca superiore al 40%, valori di pH di circa 5,3 e un contenuto in NDF prossimo al 50%. La frazione proteica si attesta a circa il 18,5%. La degradabilità e digeribilità della frazione proteica e fibrosa sono buone e paragonabili ai valori osservati con le altre leguminose (Mustafa e Seguin, 2003).

Nella predisposizione della razione va prestata attenzione all'elevato contenuto in fibra di tale insilato. Razioni con oltre il 25% di NDF tendono infatti a ridurre l'ingestione di sostanza secca (Allen, 2000). Nello specifico per le bovine ad alta produzione ed in particolare nelle fasi iniziali della lattazione, un contenuto di NDF nella razione superiore al 32% rappresenta un fattore che limita la capacità di ingestione dell'animale (Mertens, 1994). Nonostante questo aspetto, l'insilato di soia si dimostra però un ottimo alimento se si considera l'efficienza netta nella

Tipo	Sostanza attiva	Intervallo di sicurezza giorni
Diserbanti	Bentazone	60
	Cicloxdim	100
	Cletodim	60
	Fenoxaprop - p - etile	75
	Fluazifop - b - butile	90
	Glifosate	90
	Imazamax	60
	Metribuzin	60
	Propaquizafop	60
	Quizalofop - p - etile	60
	Tepraloxymid	49
Fungicidi	Cimoxanil	28
	Metalaxyl	150
	Metalaxyl - M	150
	Rame	20
	Zolfo	5
Insetticidi	Alfa-Cipermetrina	7
	Bacillus T. sub. Aizawai	3
	Bacillus T. sub. Kurstaki	3
	Cipermetrina	3
	Clorpirifos	120
	Deltametrina	15
	Indoxacarb	21
	Lambda - Cialotrina	15

Tabella 5: Sostanze attive autorizzate con intervallo di sicurezza superiore a zero.

produzione di latte, in conseguenza della caratteristica digeribilità della componente fibrosa: studi dimostrano infatti che l'aumento di un punto percentuale di digeribilità dell'NDF è associato ad un aumento dell'ingestione di 0,17 kg di sostanza secca e all'aumento di 0,25 kg della produzione di latte (Oba e Allen, 1999).

In conclusione l'insilato di soia rappresenta una potenziale risorsa per l'azienda agro-zootecnica regionale interessata ad una parziale o totale sostituzione dell'erba medica. La possibilità di ottenere un foraggio altamente proteico attraverso una coltura annuale, anche a semina intercalare, aumenta la flessibilità del piano agronomico aziendale riducendo le superfici vincolate nel rispetto dei principi della corretta rotazione colturale. L'impiego dell'insilato nell'alimentazio-

Figura 2: Soia per insilamento.



ne bovina sembra possa garantire la copertura di una parte significativa dei fabbisogni proteici degli animali in produzione. La qualità della fibra, che nella corrente sperimentazione è stata valutata con tecniche *in vitro* e analisi di laboratorio, dovrebbe inoltre garantire un'elevata efficienza di utilizzazione della stessa da parte dei ruminanti.

Come per tutte le componenti foraggere però, prima di procedere alla formulazione della razione, si suggerisce comunque un'attenta analisi del contenuto proteico e la caratterizzazione della frazione fibrosa con il metodo Van Soest. La varietà impiegata e l'andamento stagionale incidono infatti significativamente su tali parametri.

BIBLIOGRAFIA

- Allen M. S. - 2000 - *Effects of diet in short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle*. - Journal of Dairy Science 83:1598-1624
- Blount A. R. S., Wright D. L., Sprenkel R. K., Hewitt T. D., Myer R. O. - 2006 - *Forage soybean for grazing, hay and silage* - SS-AGR-180 University of Florida
- Hartwing E. E. - 1973 - *Varietal development*. - Soybeans: Improvement, production and uses. - ASA Madison WI
- Hintz R. W., Albrecht K. A., Oplinger E. S. - 1992 - *Yield and chemical composition of soybean forage as affected by cultivar and management practices*. - Agronomy Journal 84:795-798
- Hintz R., Albrecht K. - 1994 - *Dry matter partitioning and forage nutritive value of soybean plant components*. - Agronomy journal 86:59-62
- Martin R. C., Voldeng H. D., Smith D. L. - 1990 - *Intercropping corn and soybean for silage in a cool-temperature region: yield, protein and economic effects*. - Field Crops Research 23:295-310
- Mertens D. R. - 1994 - *Regulation of forage intake* - Forage Quality, evaluation and utilization. 450-493
- Minson D. J., Cowan T., Havilah E. - 1993 - *Northern dairy feedbase 2001*. - Summer pasture and crops. Tropical Grassland 27:131-149
- Mislevy P., Blount A. R., Martin F. G., Scully B. T. - 2005 - *Soybean and clay cowpea grown for forage production in the subtropics*. - Crop Management
- Morse W., Cartter J., Hartwing E. - 1950 - *Soybean production for hay and beans* - USDA Farmers Bulletin 2024:1-15
- Much R. E., Mertens D. R., Walgenbach R. P. - 1996 - *Proteolysis of different forage silages*. - ASAE paper n.961031
- Mustafa A. F., Christensen D. A., McKinnon J. J. - 2000 - *Effect of pea, barley and alfa alfa silage on ruminal nutrient degradability and performance of dairy cows*. - Journal of Dairy Science 83:756-764
- Mustafa A. F., Garcia J. C. F., Seguin P., Marois-Mainguy O. - 2007 - *Chemical composition, ensiling characteristics and ruminal degradability of forage soybean cultivars*. - Canadian Journal of Animal Science
- Mustafa A. F., Seguin P. - 2005 - *Effects of variety on chemical composition and ruminal nutrient degradability of forage soybean*. - Journal of Dairy Science 88:385
- Mustafa A. F., Seguin P., Marois-Mainguy O. - 2005 - *Chemical composition and ensiling characteristics of forage soybean cultivars*. - Animal Feed Science and Technology
- Mustafa A. F., Seguin P., Oulet d. R., Adelye I. - 2002 - *Effects of cultivars on ensiling characteristics, chemical composition and ruminal degradability of pea silage*. - Journal of Dairy Science 85:3411-3419
- Mustafa A.F., Seguin P. - 2003 - *Characteristics and in situ degradability of whole crop faba bean, pea and soybean silage*. - Canadian Journal of Animal Science
- Oba M., Allen M. S. - 1999 - *Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows*. - Journal of Dairy Science 82:589-596
- Redfearn D. D., Buxton D. R., Devine T. E. - 1999 - *Sorghum intercropping effects on yield, morphology and quality of forage soybean*. - Crop Science 39:1380-1384
- Seiter C. C., Orf J. H., Devine T. E., Jewett G. J. - 2004 - *Yield and quality of forage soybean*. - Agronomy Journal 96:966-970
- Sollenberger L.E., Collins M. - 2003 - *Legumes for southern areas* - Forages: an introduction to grassland agriculture 191-213
- Spanghero M., Zanfi C., Signor M., Davanzo D., Volpe V., Venerus S., - 2015 - *Effect of plant vegetative stage and on field drying time on chemical composition and in vitro ruminal degradation of forage soybean silage*. - Animal Feed Science and Technology 200:102-106
- Undersander D. - 2001 - *Soybean for hay and silage*. - University of Wisconsin-Extension Cooperative Extension
- Vergas-Bello-Pérez E., Mustafa A. F., Seguin P. - 2008 - *Effects of feeding forage soybean silage on milk production, nutrient, digestion and ruminal fermentation of lactating dairy cows*. - Journal of Dairy Science 91:229-235
- Wolfe T. K., Kipps M. S. - 1959 - *Production of field crops: a textbook of agronomy* - McGraw Hill Book