

*Il sorgo, la risposta  
a un'agricoltura  
che guarda al futuro.*

*Prof. Andrea FORMIGONI*

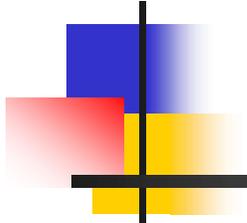
Convegno - Ozzano Emilia (BO) 21 novembre 2019

Sorghum <sup>ID</sup>





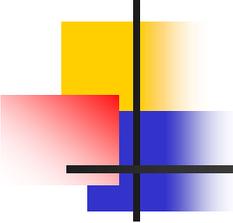
ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



# Il sorgo nelle razioni alimentari delle bovine da latte: complementarità o alternativa al mais ?

Andrea Formigoni  
*andrea.formigoni@unibo.it*

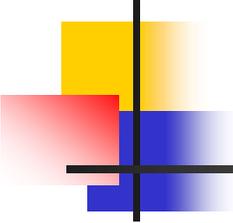
*21 novembre 2019\_ DIMEVET\_ Ozzano Emilia\_ Bologna*  
«Il sorgo, la risposta a un'agricoltura che guarda al futuro»



# Introduzione

---

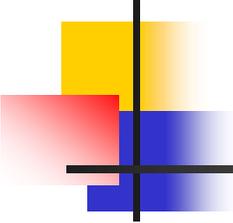
- Il razionamento delle bovine da latte è evoluto nel corso degli anni grazie alle maggiori conoscenze dei fabbisogni, degli alimenti e delle dinamiche digestive
- Attenzione crescente a:
  - Salute e benessere
  - Efficienza e Sostenibilità ambientale
  - Qualità del latte
    - produzione di materia utile alla caseificazione



# Odierni criteri di razionamento

---

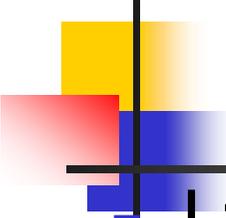
- Soddisfare i fabbisogni ottimizzando la funzionalità digestiva (rumine e intestino)
  - Massimizzare la crescita dei batteri ruminali per avere più proteine microbiche
  - Promuovere la digeribilità intestinale dei nutrienti *escape* e perseguire il miglior equilibrio fra microbiota e ospite
- Individuare i migliori apporti/rapporti anche per favorire la produzione di materia utile con il latte
  - Caseina e Grasso



# I fabbisogni delle popolazioni ruminali

---

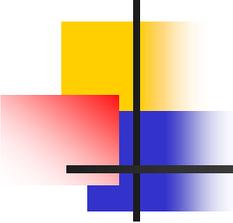
- Fibra degradabile soprattutto da foraggi per nutrire le popolazioni cellulolitiche
  - > velocità di degradazione > ingestione e più latte nelle bovine nelle prime fasi lattazione
- Zuccheri e amidi degradabili
  - > crescita batterica soprattutto dei batteri amilolitici
- Ammoniaca e Peptidi



# Fibre: Recenti evoluzioni

---

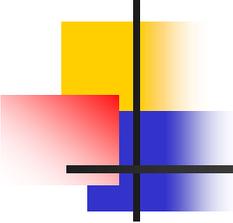
- La metodica originale per l'analisi dell'NDF ha subito diverse modifiche = aNDFom
- Da un punto di vista fermentativo riconosciamo 3 diverse entità analiticamente misurabili:
  - pdNDF Rapidamente degradabile (kd: 8-12%/h)
  - pdNDF Lentamente degradabile (kd: 0,1-1%/h)
  - Indegradabile (iNDF ->uNDF)
- Migliore definizione delle velocità di transito
- Poche conoscenze inerenti l'utilizzo intestinale della fibra che sfugge alle degradazioni del rumine



# Nuove conoscenze e razionamento

---

- Le razioni si formulano considerando gli apporti giornalieri di queste frazioni:
  - pdNDF → **≥16-18%** della ss
  - uNDF → **10-11%** della ss
- Maggiore quantità di pdNDF rapidamente degradabile = maggiore ingestione e energia disponibile = > produzione e < rischi sanitari



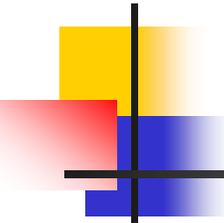
# Amido

---

- Nelle bovine in lattazione i livelli utilizzati sono variabili fra il **18/20%** e il **28/30%** della ss
- Un possibile approccio è quello di fornire una quantità di amido rumino degradabile analoga a quella della fibra rumino degradata
  - **16-22%** della ss
- Per massimizzare la produzione di proteina nel latte la quantità di glucosio assorbita in intestino dovrebbe essere del **6-8%** della ss
- La quantità di amido residua nelle feci dovrebbe essere inferiore a 1-3%

# Degradazione ruminale dell'amido (INRA, 2002)

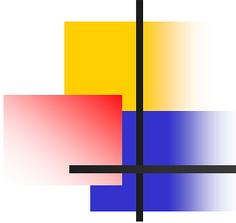
	<b>mais</b>	<b>sorgo</b>	<b>orzo</b>	<b>grano</b>
<b>Amido (%)</b>	<b>64.1</b>	<b>64.1</b>	<b>52.2</b>	<b>60.5</b>
<b>Degr. Teorica (%)</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>89</b>	<b>94</b>
<b>a – solubile (%)</b>	<b>23</b>	<b>28</b>	<b>52</b>	<b>58</b>
<b>b – Pot. Degr. (%)</b>	<b>77</b>	<b>72</b>	<b>48</b>	<b>42</b>
<b>Kd - (%/h)</b>	<b>5.5</b>	<b>5</b>	<b>20.5</b>	<b>39</b>



# Degradabilità ruminale e digeribilità intestinale dell'Amido

---

- Molto variabili e dipendenti da fonte, razione, trattamento, ecc.
- Difficile stimare la velocità di degradazione
  - comune la metodica *in vitro* con cui si misura la quota residua di amido dopo 7h di fermentazione
    - Difficoltà analitiche
    - Influenza determinante della granulometria
- Pochi dati sulla velocità di transito delle particelle in funzione di granulometria e peso specifico
- Stima della digeribilità intestinale «teorica»



# Valori proposti di kd dell'amido

(Patton et al., JDS 2012)

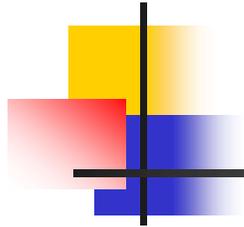
---

■ Orzo farina	15.8 <i>(30)</i>
■ Mais farina	9.7 <i>(15)</i>
■ Mais umido	15.5 <i>(27)</i>
■ Sorgo farina	5.7 <i>(10)</i>
■ Sorgo fiocco	16.5
■ Grano farina	14.6 <i>(30)</i>

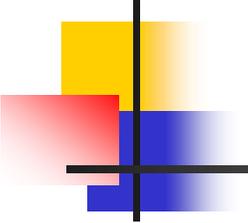
*Fra parentesi i valori proposti da CNCPS*

# Fattori influenti la degradabilità dell'amido

- ✓ **CEREAL TYPE** (*Svihus et al., 2005*)
- ✓ **GRAIN PROCESSING** (*Callison et al., 2001*)
- ✓ **SHAPES AND SIZE OF GRANULES** (*Blasel et al., 2006*)
- ✓ **MOISTURE AND STAGE OF MATURITY** (*Masoero et al., 2011*)
- ✓ **ENSILING PROCESS** (*Oba and Allen, 2003*)
- ✓ **GRANULE SURFACE** (*Li et al., 2004*)
- ✓ **GRANULE TYPES (A-B-C)** (*Remond et al., 2004*)
- ✓ **AMILOSE/AMILOPECTIN RATIO** (*Song et al., 2000*)
- ✓ **AMYLOSE-LIPID COMPLEX** (*Holm et al., 1993*)
- ✓ **PROTEIN MATRIX** (*Larson and Hoffman, 2008*)
- ✓ **TYPE OF ENDOSPERM** (*Lopes et al., 2009*)
- ✓ **VITREOUSNESS** (*Masoero et al., 2011*)
- ✓ **PARTICLE SIZE** (*Blasel et al., 2006*)



# Importanza del trattamento tecnologico



# Amido rumino degradato (% del totale)

---

Molitura «Media»

Vitreo Farinoso

16.0 46.2

Medio

31.1

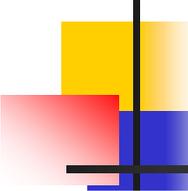
Molitura «Fine»

Vitreo Farinoso

33.3 61.1

Fine

47.2



## Stima della degradabilità in vitro (7h\_% del tot.) dell'amido in funzione della granulometria

	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm
Oat	85.2	75.4	54.9	48.0
Barley, waxy	83.8	73.1	54.5	38.5
Triticale	78.4	71.5	48.2	37.2
Barley	78.3	69.9	47.9	32.1
Wheat	78.3	66.7	47.8	30.4
<b>Steam flaked Corn</b>	<b>77.0</b>	<b>64.5</b>	<b>47.3</b>	<b>29.4</b>
<b>Corn, 1/2 milk line</b>	<b>76.5</b>	<b>62.9</b>	<b>38.3</b>	<b>28.5</b>
<b>Sorghum</b>	<b>74.9</b>	<b>58.3</b>	<b>34.6</b>	<b>28.1</b>
<b>Corn, flint</b>	<b>70.5</b>	<b>57.6</b>	<b>34.6</b>	<b>23.6</b>
<b>Corn, black line</b>	<b>69.8</b>	<b>53.0</b>	<b>32.6</b>	<b>23.3</b>

# Granulometria ottenuta con molitura «fine» di mais e sorgo

	<b>Mais farina</b>	<b>Sorgo Farina</b>
Amido, % ss	75,7	71,9
> 1,4 mm	0,1	0,6
1,4-1 mm	1,0	4,4
1,0-0,7 mm	7,2	<b>21,8</b>
0,7-0,3 mm	32,4	45,2
0,3-0,15 mm	47,5	27,0
<0,15 mm	<b>11,1</b>	0,4

# Effetti della fioccatatura del sorgo nell'alimentazione della vacca da latte

	<b>Rullato a freddo</b>	<b>Fioccatato a caldo</b>	<b>P</b>
Comparisons	24	24	...
DMI, kg/d	25.6	25.1	0.23
Milk, kg/d	35.6	37.4	0.01
Protein, %	2.95	3.02	0.01
Protein, kg/d	1.06	1.14	0.01
Fat, %	3.20	3.03	0.01
Fat, kg/d	1.14	1.14	0.90
FCM/DMI	1.39	1.46	0.01
Starch digestion, total tract, %	83.7 <sup>5</sup>	97.1 <sup>5</sup>	0.01

(Theuer et al., JDS, 1999)

# Effetto della fioccatatura sul sito di digestione dell'amido nel sorgo

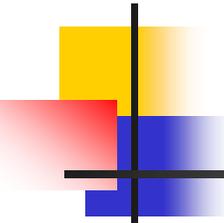
	<b>Rullato</b>	<b>Fioccatato</b>	<b>P</b>
Comparisons	6	6	...
DMI, kg/d	22.1	22.4	0.47
Starch intake, kg/d	7.0	7.0	0.69
Starch digestibility, %			
Ruminal	54	76	0.01
Post-ruminal			
% of intake	36	23	0.01
% of entry	74	90	0.04
Total	88.7	97.9	0.01
Microbial protein, duodenal flow, kg/d	2.10	2.33	0.11

(Theuer et al., JDS, 1999)

# Risposte produttive all'impiego di sorgo e mais fioccati

	<b>Sorgo</b>	<b>Mais</b>	<b>P</b>
Comparisons	3	3	...
DMI, kg/d	25.9	26.1	0.82
3.5% FCM, kg/d	34.6	34.4	0.93
FCM/DMI	1.35	1.33	0.69
Milk, kg/d	36.5	36.9	0.84
Protein, %	2.96	3.00	0.58
Protein, kg/d	1.08	1.10	0.71
Fat, %	3.19	3.11	0.45
Fat, kg/d	1.16	1.14	0.81
Starch digestion, total tract, %	98.6	97.9	---

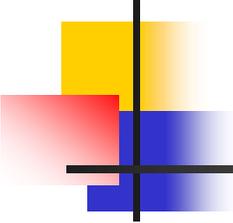
(Theuer et al., JDS, 1999)



# Sostituire/integrare il mais: perché?

---

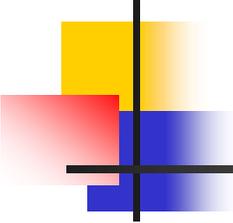
- Nelle condizioni italiane di coltivazione può risultare contaminato da micotossine
  - Se aflatossine non utilizzabile per produrre latte
- Il mais richiede molta acqua che potrebbe non essere disponibile
- Necessarie colture alternative per controllo parassiti (diabrotica)



# Sorgo

---

- E' il cereale più simile al mais
- Varietà diverse in base a contenuto in tannini
  - Chiari (basso contenuto di tannini)
  - Colorati (contenuto di tannini variabile)
- Prevalente coltivazione e uso di varietà chiare perché più digeribili
- Per le sue caratteristiche e per le condizioni di coltivazione e raccolta è meno suscettibile agli attacchi fungini e, quindi, alla contaminazione da micotossine



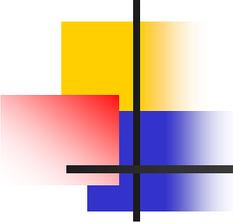
# Cereali a confronto (INRA, 2018)

	<u>Mais</u>	<u>Sorgo</u>	<u>Orzo</u>	<u>Frumento</u>
<b>Proteina grezza, %ss</b>	<b>8.9</b>	<b>10,5</b>	<b>11.2</b>	<b>14.9</b>
<b>Lys (%PDI)</b>	<b>5,9</b>	<b>5,5</b>	<b>6,6</b>	<b>6,4</b>
<b>Met (%PDI)</b>	<b>2,0</b>	<b>1.9</b>	<b>1.9</b>	<b>1,9</b>
<b>Hys (%PDI)</b>	<b>2,3</b>	<b>2,1</b>	<b>2,1</b>	<b>2,0</b>
<b>NDF, %ss</b>	<b>12.5</b>	<b>11,0</b>	<b>21,5</b>	<b>14.9</b>
<b>dNDF, %ss</b>	<b>79</b>	<b>79</b>	<b>68</b>	<b>68</b>
<b>Amido, %ss</b>	<b>73,9</b>	<b>73,6</b>	<b>60</b>	<b>60.5</b>
<b>Amido degr., %</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>89</b>	<b>94</b>
<b>Lipidi, %ss</b>	<b>4,1</b>	<b>3,3</b>	<b>1,9</b>	<b>1,6</b>

# Amido e proteine di sorgo coltivato in areale bolognese nel 2019 (coop. Bonlatte)

	<b>% s.t.q.</b>	<b>D.S.</b>
<b>Amido</b>	<b>65,4</b>	<b>1,2</b>
<b>Proteine grezze</b>	<b>10,6</b>	<b>0,7</b>

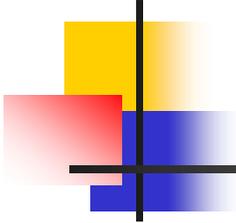
Risultati relativi a 79 campioni di lotti consegnati dai soci



# Contenuto di energia (INRA, 2018)

---

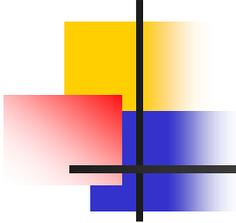
	<b>Mais</b>	<b>Sorgo</b>	<b>Orzo</b>	<b>Frumento</b>
<b>Ufl (n/kg/ss)</b>	<b>1.24</b>	<b>1.21</b>	<b>1.09</b>	<b>1.19</b>
<b>Ufc(n/kg/ss)</b>	<b>1.26</b>	<b>1.23</b>	<b>1.08</b>	<b>1.21</b>



# Degradazione ruminale dell'azoto (INRA, 2002)

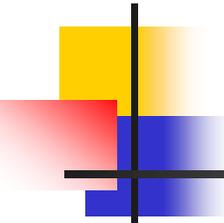
---

	<b>mais</b>	<b>sorgo</b>	<b>orzo</b>	<b>grano</b>
<b>Degr. Teorica (%)</b>	<b>47</b>	<b>43</b>	<b>71</b>	<b>76</b>
<b>a – solubile (%)</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>29</b>	<b>27</b>
<b>b – Pot. Degr. (%)</b>	<b>82</b>	<b>73</b>	<b>65</b>	<b>67</b>
<b>Kd - (%/h)</b>	<b>4</b>	<b>5.5</b>	<b>11</b>	<b>16</b>



# Acidi grassi (INRA, 2002)

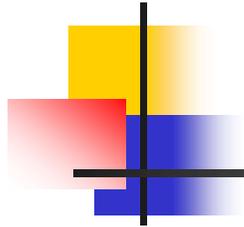
	<b>Mais</b>	<b>Sorgo</b>	<b>Orzo</b>	<b>Frumento</b>
	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>	<b>g/kg</b>
<b>miristico</b>	...	<b>0.1</b>	<b>0.2</b>	...
<b>palmitico</b>	<b>3.5</b>	<b>3.5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>palmitoleico</b>	<b>0.1</b>	<b>0.8</b>	...	...
<b>stearico</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>
<b>oleico</b>	<b>8.5</b>	<b>8.7</b>	<b>1.6</b>	<b>1.7</b>
<b>linoleico</b>	<b>17.8</b>	<b>8.9</b>	<b>7.5</b>	<b>6.3</b>
<b>linolenico</b>	<b>0.3</b>	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>0.7</b>



## Frazioni lipidiche della razione e grasso del latte

---

- L'apporto di acidi grassi insaturi nelle razioni influenza la quantità di grasso secreto e la sua composizione in acidi grassi
- Gli apporti debbono essere inferiori al 2% della sostanza secca (<500 g/capo/d circa)
- Utilizzando 8 kg/capo/d di sorgo vs mais la quantità di acidi grassi insaturi apportata si riduce di 66 g circa (-31%)
- Il sorgo «dovrebbe» favorire una maggiore sintesi di grasso del latte

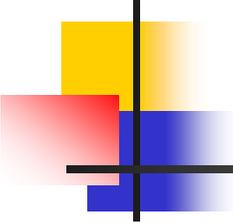


# Mais *vs* Sorgo: la ricerca

## Diete monocereale vs miscela mais/orzo in vacche da latte PR

	Mais "libera"	Mais "fissa"	Orzo	Sorgo
	(7,5 kg)	(7,5 kg)	(10,5 kg)	(9 kg)
<b>Ingestione</b>		negativo	positivo	
<b>BCS</b>			negativo	
<b>Latte</b>				
<b>Grasso</b>				-- positivo --
<b>FCM</b>				
<b>Proteine</b>		negativo		positivo
<b>Lattosio</b>	positivo	positivo		
<b>Urea</b>			negativo	
<b>SCC</b>				
<b>Acidità</b>	positivo	positivo		positivo
<b>LDG</b>	positivo	positivo		positivo

(Formigoni et al., 1996, dati non pubblicati)



# Sorgo e caratteristiche di caseificazione del latte

<b>Classi</b>	<b>Sorgo</b>	<b>Mais-Orzo</b>
A- AE	42%	22%
E- EF	45%	45%
F- FF	13%	33%

(Formigoni et al, 1996; dati non pubblicati)

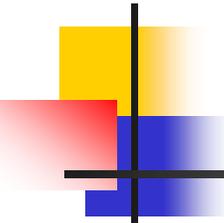
# Impiego di sorgo come unico cereale nella produzione di latte per il PR

		<b>SORGO</b>	<b>MAIS-ORZO</b>	<b>P</b>
<b>Produzione</b>	<b>(kg)</b>	<b>30.88</b>	<b>31.52</b>	<b>n.s.</b>
<b>FCM 4%</b>	<b>(kg)</b>	<b>27.76</b>	<b>27.73</b>	<b>n.s.</b>
<b>Grasso</b>	<b>(%)</b>	<b>3.33</b>	<b>3.21</b>	<b>n.s.</b>
<b>Proteina</b>	<b>(%)</b>	<b>3.04</b>	<b>2.97</b>	<b>&lt;0.05</b>
<b>Lattosio</b>	<b>(%)</b>	<b>4.84</b>	<b>4.96</b>	<b>&lt;0.05</b>
<b>Grasso</b>	<b>(g)</b>	<b>1027</b>	<b>1008</b>	<b>n.s.</b>
<b>Proteina</b>	<b>(g)</b>	<b>934</b>	<b>933</b>	<b>n.s.</b>
<b>Cellule somatiche</b>	<b>Score</b>	<b>2.18</b>	<b>2.41</b>	<b>n.s.</b>
<b>Urea</b>	<b>(mmol/L)</b>	<b>5.73</b>	<b>5.97</b>	<b>0.051</b>
<b>Acidità</b>	<b>(°SH)</b>	<b>3.23</b>	<b>3.11</b>	<b>&lt;0.01</b>
<b>BCS</b>	<b>(P.ti)</b>	<b>3.06</b>	<b>3.07</b>	<b>n.s.</b>

(Formigoni et al, 1996 dati non pubblicati)

# UNIBO Farm & the Cheese Factory

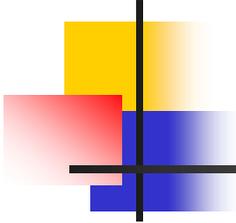




# Mais fiocco *vs* Sorgo farina

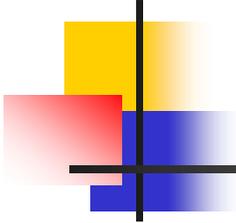
---

- Unibo
- Finalità: valutare effetto di amidi a diversa degradabilità



## Caratteristiche degli animali utilizzati per la ricerca

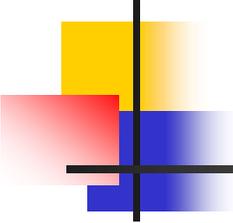
		<b>Media</b>	<b>Dev.Std.</b>
<b>Latte</b>	kg/d	<b>32.62</b>	<b>2.26</b>
<b>Giorni di lattazione</b>	n°	<b>204.50</b>	<b>36.48</b>
<b>Ordine di parto</b>	n°	<b>3.75</b>	<b>0.89</b>
<b>Età</b>	Anni	<b>5.08</b>	<b>0.76</b>
<b>Peso vivo</b>	Kg	<b>673.59</b>	<b>62.36</b>
<b>BCS</b>	p.ti	<b>2.66</b>	<b>0.23</b>



# Composizione delle diete sperimentali

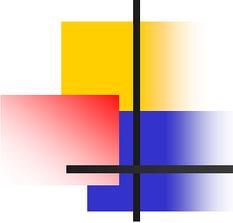
<b>Materia prima</b>		<b>FM</b>	<b>S</b>	<b>Frazione</b>		<b>FM</b>	<b>S</b>
<b>Fieno primo taglio</b>	<b>kg/t.q.</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>S.S.</b>	<b>% AF</b>	<b>89,06</b>	<b>88,62</b>
<b>Paglia</b>	<b>kg/t.q.</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>Ceneri</b>	<b>% DM</b>	<b>5,82</b>	<b>6,37</b>
<b>Fiocco Mais</b>	<b>kg/t.q.</b>	<b>10</b>	<b>...</b>	<b>Oli e grassi</b>	<b>% DM</b>	<b>4,02</b>	<b>3,95</b>
<b>Farina Sorgo</b>	<b>kg/t.q.</b>	<b>...</b>	<b>10</b>	<b>Proteina</b>	<b>% DM</b>	<b>14,2</b>	<b>14,7</b>
<b>Soia F.E. (44%)</b>	<b>kg/t.q.</b>	<b>3,5</b>	<b>3,5</b>	<b>NDF</b>	<b>% DM</b>	<b>31,64</b>	<b>31,22</b>
<b>Grassi Idrogenati</b>	<b>kg/t.q.</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>ADF</b>	<b>% DM</b>	<b>19,25</b>	<b>19,03</b>
<b>Melassi</b>	<b>kg/t.q.</b>	<b>1,5</b>	<b>1,5</b>	<b>ADL</b>	<b>% DM</b>	<b>3,55</b>	<b>3,48</b>
<b>Premix Min- vit.</b>	<b>kg/t.q.</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>dNDF24h</b>	<b>% NDF</b>	<b>44,61</b>	<b>44,53</b>
				<b>dNDF240h</b>	<b>% NDF</b>	<b>80,03</b>	<b>79,87</b>
				<b>Amido</b>	<b>% DM</b>	<b>25,43</b>	<b>24,12</b>

**FM: Fiocco di mais; S: sorgo farina fine**



# Risultati: consumi alimentari

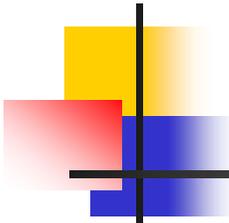
Dieta					
Cereale		Mais Fiocco	Sorgo farina	SEM	p-VALUE
Sostanza Secca	kg/d	21,89	22,85	0,51	0,353
Acqua	Litri/d	137,8	155,5	3,87	0,022



# Risultati: Produzione

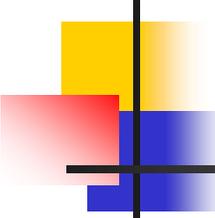
---

Dieta					
		Fiocco mais	Sorgo farina	SEM	p-VALUE
Latte	kg	32,26	31,18	1,14	0,610
Grasso	%	3,54	3,78	0,05	0,023
Proteina	%	3,26	3,22	0,19	0,202



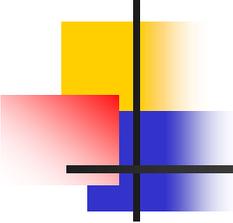
# Risultati: pH ruminale

		Diete			
		Fiocco mais	Sorgo farina	SEM	p-VALUE
<b>Tempo di Ruminazione</b>	(min/g)	331,80	310,60	15,55	0,499
<b>pH ruminale</b>	item	5,82	5,76	0,03	0,384
<b>pH &lt; 5.8</b>	(min/g)	538,25	655,00	39,04	0,990
<b>pH &lt; 5.5</b>	(min/g)	191,25	237,75	21,36	0,519
<b>pH &lt; 5.8</b>	Delta	161,18	193,44	12,81	0,668
<b>pH &lt; 5.5</b>	Delta	64,07	72,06	3,54	0,339
<b>Temperatura Reticolare</b>	°C	38,84	38,77	0,03	0,250



# Risultati: Liquor ruminale

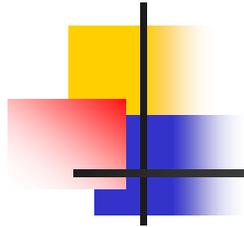
		<b>FM</b>	<b>S</b>	<b>SEM</b>	<b>p.value</b>
<b>Acetico</b>	mmol/l	61,92	74,30	3,06	0,029
<b>Propionico</b>	mmol/l	29,02	21,28	1,23	0,004
<b>Butirrico</b>	mmol/l	9,92	13,06	0,77	0,028
<b>Isobutirrico</b>	mmol/l	0,70	1,19	0,05	0,001
<b>Valerianico</b>	mmol/l	1,56	1,43	0,08	0,328
<b>Isovalerianico</b>	mmol/l	1,32	2,08	0,06	<,001
<b>C2P</b>	%	61,3	68,1	1,03	0,003
<b>C3P</b>	%	28,9	19,9	1,20	0,002
<b>C4P</b>	%	9,8	12,0	0,48	0,018
<b>C2/C3</b>		2,2	3,5	0,15	0,001
<b>(C2+C3)/C4</b>		2,6	4,2	0,18	0,001



# Conclusioni

---

- Il sorgo granella può sostituire il mais senza particolari inconvenienti
  - ...ma la razione deve essere equilibrata in termini di amido fermentescibile
- Attenzione alla tecnica di molitura per evitare granulometria difforme e eccessiva
- Interessante il trattamento termico per elevare/standardizzare la degradabilità/digeribilità dell'amido

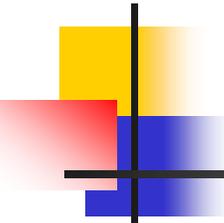


- Sorgo da foraggio in sostituzione del silomais

# Caratteristiche del sorgo da foraggio (BMR) e silomais convenzionale

caratteristica		Silo sorgo	Silomais
Sostanza secca	% stq	18-28	30-35
Proteine grezze	% ss	8-11	7-9
Amido	% ss	1-10	28-35
Ceneri	% ss	6-8	3-5
NDF	% ss	55-65	42-46
ADL	% ss	4-6	2.5-4.5
dNDF 24h	%	55-75	45-60
dNDF 240h	%	65-75	75-85
pdNDF-Kd	%/h	5-7	2.8-5.5

# Criteri da seguire per sostituire il silomais



- Il silomais apporta principalmente amido e pdNDF in rapporto di circa 1:1
  - Amido: 30-32%; pdNDFom: 30-32%
  - La digeribilità di fibra e amido sono variabili in funzione di genetica, condizioni agronomiche, momento di raccolta e tempo di insilamento
  - In Italia sta iniziando la sperimentazione con mais BMR
- Scegliere i sorghi con caratteristiche di dNDF e Amido adeguati per ottenere gli stessi risultati
- Preferire la coltivazione di sorghi BMR



PAPER

## Brown midrib forage sorghum silage for the dairy cow: nutritive value and comparison with corn silage in the diet

Stefania Colombini, Luca Rapetti,  
Daniele Colombo, Gianluca Galassi,  
G. Matteo Crovetto

Dipartimento di Scienze Animali,  
Università di Milano, Italy

### Abstract

Rumen dry matter and fibre digestibility of brown midrib (BMR) sorghum forage silage (SF) in comparison to corn silage (CS) was determined *in situ* using 3 fistulated dry cows

concentration at harvest for good forage fermentation and storage. However, in the last years, drought, water availability, high summer temperatures and mycotoxin contamination introduced considerable risks in corn silage production. Moreover, during the summers of 2003 and 2009 in the Lombardia region area, there was an increase in the contamination of corn crops by *Diabrotica virgifera virgifera*, which resulted in lower corn silage yields. Therefore, alternative forage would be useful. Sorghum forage (*Sorghum bicolor* x *Sorghum vulgare* var. *sudangrass*) can be a valuable alternative, since it uses water more efficiently, producing satisfactory silage yields even under drought conditions (Unger, 1988). Besides, it can be grown as a summer crop in a double-cropping system following a winter crop.

Ordinarily, the whole corn plant contains less lignin than commonly fed sorghum hybrids, as well as a greater content of grain. Complex linkages between lignin and structural carbohydrates are detrimental to the

Corresponding author: Dr. Gianluca Galassi,  
Dipartimento di Scienze Animali, Università  
degli Studi di Milano, via Celoria 2, 20133  
Milano, Italy.  
Tel. +39.02.50316456 - Fax: +39.02.50316434.  
E-mail: gianluca.galassi@unimi.it

Key words: Brown midrib sorghum forage,  
Neutral detergent fibre, Rumen degradability,  
Milk production.

Acknowledgments: this research was supported  
by the Region Lombardy Agricultural Department  
(Assessorato Agricoltura of the Regione  
Lombardia) under the Project "Evaluation of tra-  
ditional and alternative forages and sustainabili-  
ty of dairy farms in Lombardy".

Received for publication: 21 January 2010.  
Accepted for publication: 9 April 2010.

This work is licensed under a Creative Commons  
Attribution 3.0 License (by-nc 3.0).

© 2010 Galassi G., Colombini S., et al.

## MATERIALI E METODI

### Composizione delle diete (kg TQ di alimento)

	Dieta SM	Dieta SF
Silomais	23,0	-
Sorgosilo BMR 333	-	23,0
Mais farina	5,7	8,0
Medica fieno	1,6	1,6
Loiessa Fieno	3,0	3,0
Mangime complem, 1	3,3	3,3
Soia f,e, 44% PG	2,6	2,6
Cotone seme integrale	2,2	2,2
Melasso di canna	1,2	1,2
Mangime complem, 2	0,2	0,2
Carbonato di calcio	0,1	0,1
Bicarbonato di sodio	0,1	0,1
Zeolite	0,1	0,1

## RISULTATI: Produzione e qualità del latte

		Dieta SM	Dieta SF	ES	P
<b>Latte</b>	kg/d	32,6	33,1	0,45	NS
<b>4% FCM</b>	kg/d	33,4	33,8	0,44	NS
<b>Grasso</b>	%	4,16	4,16	0,05	NS
<b>Proteine</b>	%	3,42	3,40	0,02	NS
Lattosio	%	5,10	5,10	0,01	NS
Caseina	%	2,69	2,67	0,01	NS
<b>Urea</b>	mg/dL	19,9	21,5	0,21	***
<b>L.S.</b>		4,7	4,6	0,17	NS

LS (linear score) =  $\log_2[(n \text{ cellule somatiche/ml})/12500]$

\*\*\* P < 0,001

Differente fermentescibilità dell'amido:

Lanzas et al., (2007) (Animal Feed Science and Technology) :

kd farina di mais: 15 %/h

Kd silomais 35 % SS: 25 %/h



J. Dairy Sci. 101:10953–10961

<https://doi.org/10.3168/jds.2017-14350>

© American Dairy Science Association®, 2018.

## Total replacement of corn silage with sorghum silage improves milk fatty acid profile and antioxidant capacity of Holstein dairy cows

M. Khosravi,\* Y. Rouzbehan,\*<sup>1</sup> M. Rezaei,† and J. Rezaei\*

### CONCLUSIONS

Sorghum silage can be fed to lactating Holstein cows as a total replacement for CS without undesirable effects on animal performance, but positive effects on antioxidant capacity and PUFA of milk. This forage can be an excellent choice for dairy farms in areas where cultivation of corn is difficult due to water shortage.

## Effects of total replacement of corn silage with sorghum silage on milk yield, composition, and quality.

Cattani M<sup>1</sup>, Guzzo N<sup>2</sup>, Mantovani R<sup>2</sup>, Bailoni L<sup>1</sup>.

### Author information

- 1 Department of Comparative Biomedicine and Food Science (BCA), University of Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro, PD Italy.
- 2 Department of Agronomy Food Natural resources Animals and Environment (DAFNAE), University of Padova, Viale dell'Università 16, 35020 Legnaro, PD Italy.

**CONCLUSIONS:** Feeding a forage sorghum silage, properly supplemented with corn meal, as total replacement of corn silage maintained milk composition and did not influence negatively milk coagulation properties, which have a great economic relevance for the Italian dairy industry. Thus, silages obtained from forage sorghums could have a potential as substitute of corn silages in dairy cow diets.

---



J. Dairy Sci. 102:419–425  
<https://doi.org/10.3168/jds.2018-14552>  
© American Dairy Science Association®, 2019.

## **Short communication: Meta-analysis of dairy cows fed conventional sorghum or corn silages compared with brown midrib sorghum silage**

J. I. Sánchez-Duarte,<sup>1\*</sup> K. F. Kalscheur,<sup>2†</sup> A. D. García,<sup>1</sup> and F. E. Contreras-Govea<sup>3</sup>

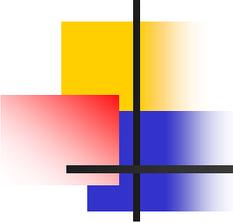
<sup>1</sup>Dairy and Food Science Department, South Dakota State University, Brookings 57007

<sup>2</sup>US Dairy Forage Research Center, USDA-Agricultural Research Service, Madison, WI 53706

<sup>3</sup>Department of Dairy Science, University of Wisconsin, Madison 53706

**SorgoBMR vs Sorgo convenzionale** increased milk production (1.64 kg/d), milk fat concentration (0.09%), milk fat yield (0.08 kg/d), milk protein yield (0.04 kg/d), and milk lactose yield (0.16 kg/d) and tend to increase DMI (+0,83);

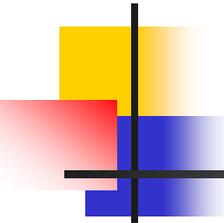
**SorgoBMR vs Silomais** increased milk fat concentration (0.10%), but decreased milk protein concentration (0.06%) and tended to increase lactose yield (0.08 kg/d).



# Conclusioni

---

- Il sorgo è il cereale con le caratteristiche più vicine a quelle del mais
- La granella di sorgo può essere inclusa nelle razioni anche in completa sostituzione del mais apportando opportune modifiche al razionamento
  - Importanza dei trattamenti tecnologici
- Il silomais può essere sostituito da silo sorgo (in particolare da varietà BMR) con integrazioni adeguate di amido nelle razioni



# Obiettivi «nutrizionali» per il sorgo del futuro (...e non solo)

---

- Granelle

- + lisina e metionina (e AA limitanti)
- + lipidi monoinsaturi vs polinsaturi

- Foraggi

- Fibra + rapidamente degradabile
- % uNDF contenuta
- Elevata quota di zuccheri e buona propensione all'insilamento

Grazie

