

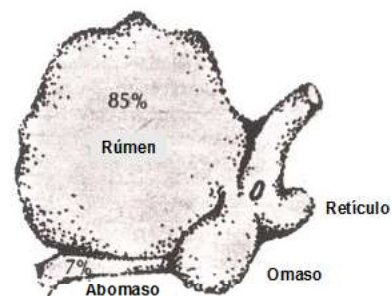
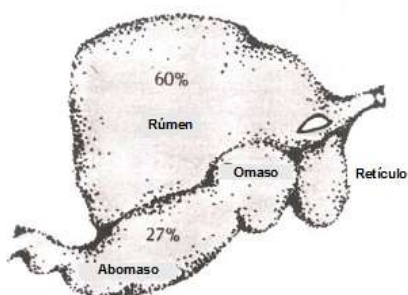
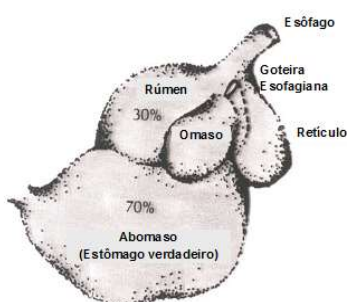
Novas perspectivas na utilização de forragens na dieta de bezerras



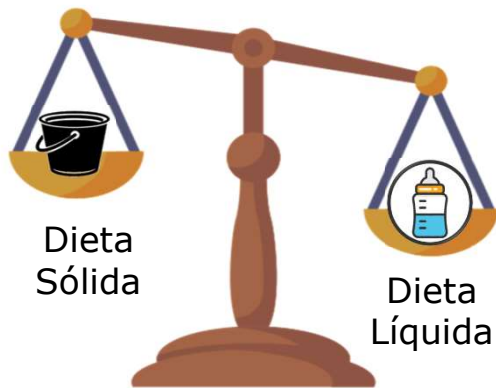
Carla Maris Machado Bittar
Ariany Faria de Toledo
Depto. de Zootecnia



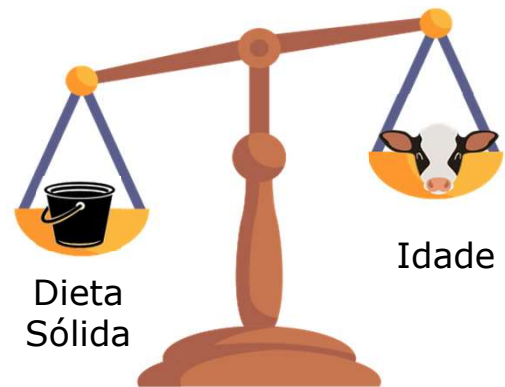
Transição pré-ruminante para ruminante funcional



Desempenho no aleitamento



Desenvolvimento ruminal



Quigley, 1996; Beharka et al., 1998; Davis and Drackley, 1998; Lane et al., 2000 e 2002



Histórico

- Década de 50
 - Importância da dieta sólida no desenvolvimento ruminal (*Harrison et al., 1957*)
 - O consumo de forragens resulta em desenvolvimento muscular e em volume (*Warner et al., 1956*).
- Crescimento foi mínimo em bezerros alimentados somente com leite, comparado com animais consumindo concentrado ou feno (*Tamate et al., 1962*)



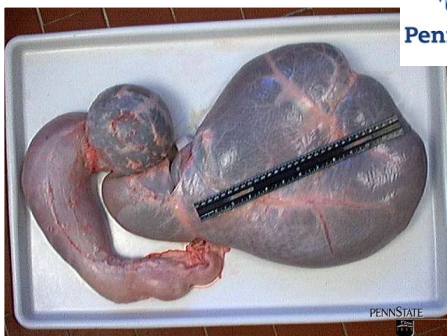
Metabolismo de AGCC

Utilização de substrato pela mucosa ruminal de animais alimentados com diferentes dietas

Dieta	Substrato			
	Acetato	Propionato	Butirato	Glicose
	----- $\mu\text{moles}/100 \text{ mg tecido seco}$ -----			
Leite, concentrado e feno	5,9	29,6	44,1	3,8
Leite	2,9	5,8	4,7	4,2

* soluções contendo 200 μm de C2, C3 ou C4, incubadas por 3h

Sutton et al., 1963



PennState

PennState

PennState

PennState



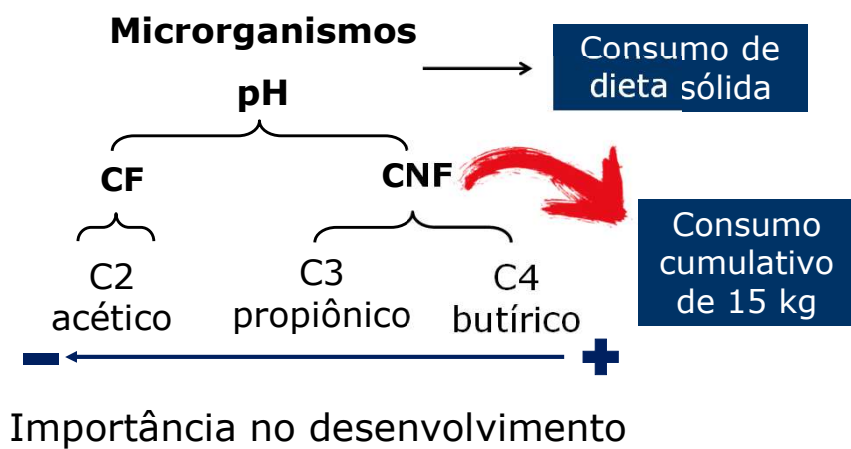
Efeito da dieta sólida

Parâmetro	Concentrado	Forragem
Peso do rúmen	+	++
Volume do rúmen	+	++
Diferenciação/crescimento de papilas	++	+
Cetogênese/Concentração de BHBA	+	+
Motilidade ruminal /taxa de passagem	+	++
Microrganismos ruminais		
Bactérias	Amilolíticos	Celulolíticos
Protozoários	-	+
Ácidos orgânicos (lactato, C2, C3, C4)	++	+
Acetato:propionato	-	+
Butirato (C4)	++	+
Lactato	+	-
pH ruminal	-	+
Capacidade tampão/ruminação	-	+
Saúde ruminal/paraqueratose	-	+

Khan et al., 2016



Desenvolvimento ruminal



Quigley et al., 2019



Dieta Sólida

- Concentrado: Ingredientes de alta digestibilidade

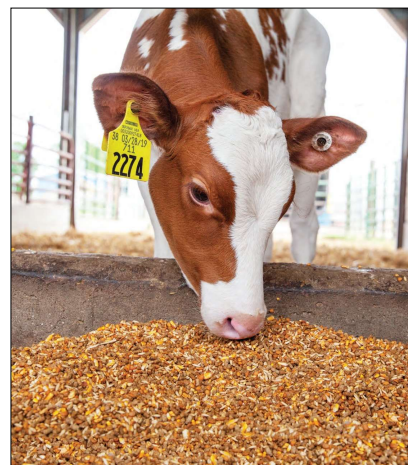
- 20-22% PB, 25% PB
(NASEM, 2021)

- 80% de NDT

- FDN (15 - 25%)
(Davis & Drackely, 1998)

- FDA (6 - 20%)

- Tamanho de partícula de 1,20 mm
(Bateman et al., 2009)

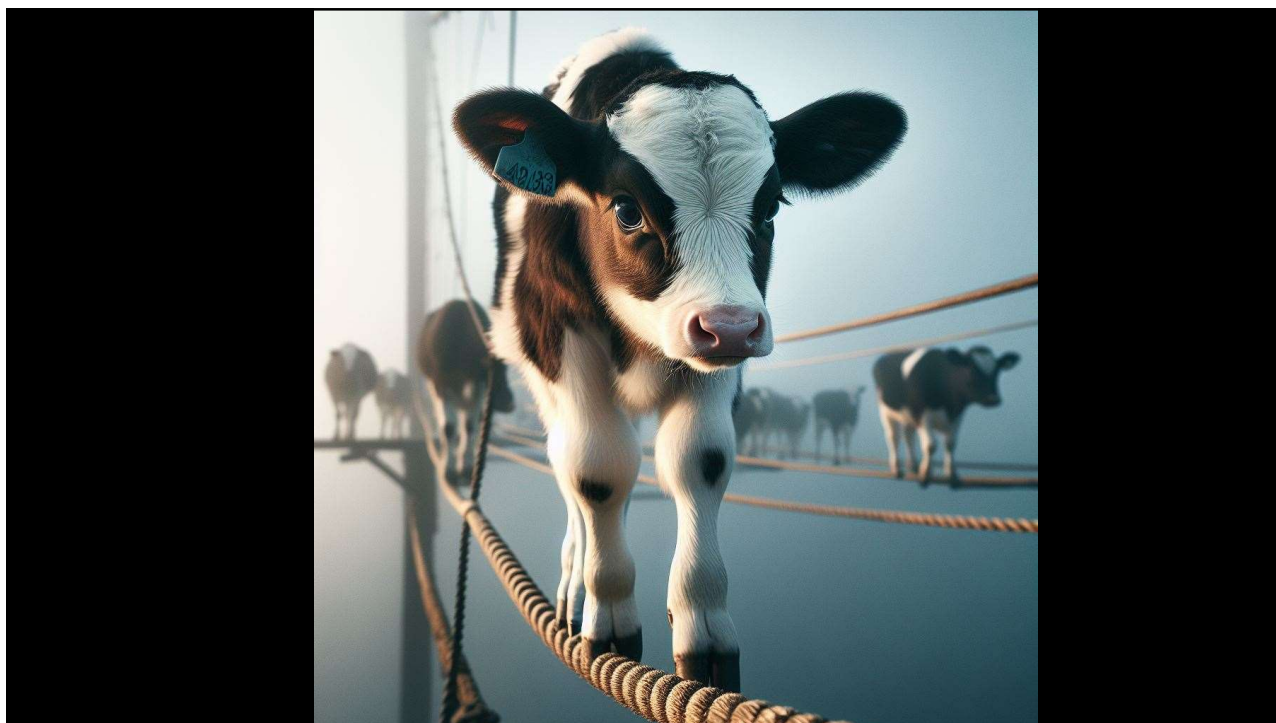
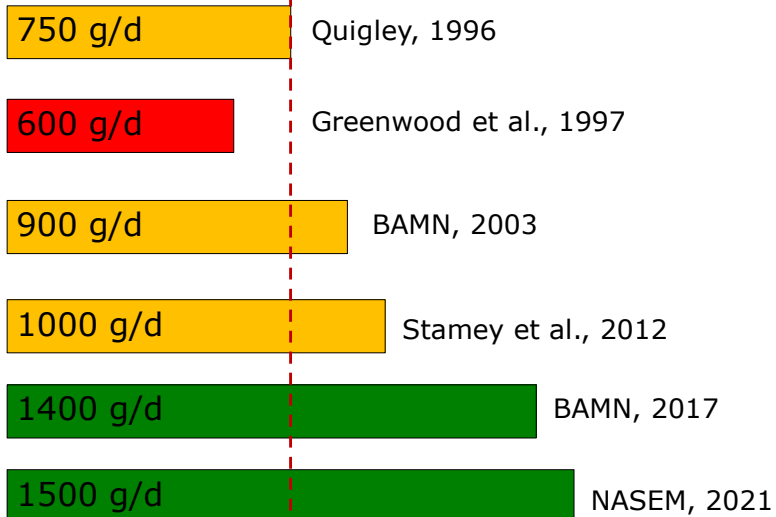


Especificações de nutrientes nos concentrados variando o conteúdo de proteína bruta (PB) e amido (NASEM, 2021)

Variáveis	Unidade %	16 % PB Baixo Amido	18% PB Baixo Amido	16% PB Alto Amido	18% PB Alto Amido	22% PB Moderado Amido	22% PB Alto Amido
Matéria seca	MN	87,7	87,5	88,7	86,3	87,8	89,0
Amido	MS	15,1	20,7	36,9	39,0	25,5	32,9
Proteína Bruta	MS	18,8	20,0	18,7	20,2	24,7	25,0
Fibra detergente ácido	MS	10,1	14,2	7,9	7,6	9,4	7,0
Fibra detergente neutro	MS	24,8	29,5	18,9	15,9	16,3	13,7
FDND48	FDN	49,1	60,1	53,1	55,4	65,3	59,6
Lignina	MS	2,19	2,19	2,09	1,83	1,61	1,61
Cinzas	MS	8,0	9,1	8,3	7,9	7,0	8,8
Carboidratos solúveis	MS	4,2	3,5	8,2	7,2	12,0	9,2
Gordura	MS	6,9	5,1	3,9	3,6	3,3	3,2
Energia Digestível	Mcal/kg	2,67	3,21	3,22	3,19	3,62	3,38
Energia Metabolizável	Mcal/kg	2,48	2,99	2,99	2,97	3,37	3,14



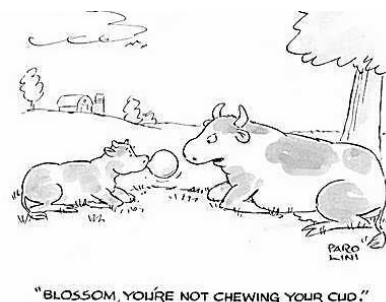
Consumo para desaleitamento





Fornecimento de forragem para bezerras

- Dados inconclusivos sobre efeito em consumo e ganho de peso
 - Nível de forragem no concentrado (*Nemati et al., 2016*)
 - Fonte de forragem (*Castells et al., 2012*)
 - Forma física do concentrado (*Mirzaei et al., 2016*)
 - Método de fornecimento



Inclusão de feno no concentrado

	0% feno	2,5% feno	5% feno
Peso inicial, kg	42,8	42,4	42,1
Ganho de peso diário, kg/d			
1 – 28 d	0,420	0,407	0,421
28 – 56 d*	0,858	0,790	0,645
1 – 56 d*	0,639	0,598	0,533
Consumo de concentrado, kg/d			
1 – 28 d	0,170	0,150	0,160
28 – 56 d*	2,04	1,90	1,70
1 – 56 d*	1,11	1,03	0,93



* Efeito linear de 0, 2,5 e 5%

Hill et al., 2008



Consumo voluntário de volumoso

Forragens	Estudo	Relação F:C do consumido	% PB	% FDN	% FDA
Feno de alfafa	Castells et al., 2013	14:86	16,6	40,2	30,2
Feno de aveia	Castells et a., 2012	8:92	8,4	59,6	31,8
Palha de cevada	Castells et a., 2012	5:95	4,2	74,0	42,5
Silagem de milho	Castells et a., 2012	5:95	8,6	41,9	25,2
Feno de centeio	Castells et a., 2012	4:96	6,8	59,3	35,1
Silagem de triticale	Castells et a., 2012	4:96	7,5	64,7	42,3
Feno de coast-cross	Poczynek et al., 2019	4:96	11,8	69,6	40,1
Feno de tifton-85	Toledo et al., 2020	7:93	12,7	74,7	32,5

Study (trial no.)	No. of Trt ¹	Calf/ Trt	Starting age (d)	Weaning age (d)	Postweaning length (d)	Forage (%)	Forage source	Forage offering method	Starter form	Grain source
Zitnan et al., 1998	2	6	7	—	—	20–70	Alfalfa hay	TMR	—	Barley
Coverdale et al., 2004	4	16	2–5	31.4 (30.7–32.5)	14	7.5, 15	Bromegrass	TMR	Coarse, ground	Corn
Porter et al., 2007	4	16	3	28	28	16	Beet pulp	TMR	Coarse-mash, pelleted	Mix
Hill et al., 2008 (1)	2	12	>7	42	56	5	Cottonseed hull	TMR	Textured	Mix
Hill et al., 2008 (2)	4	24	3–4	28	56	5, 10	Cottonseed hull, hay	TMR	Textured	Mix
Hill et al., 2008 (3)	3	24	>7	28	28	2.5, 5	Hay	TMR	Textured	Corn
Hill et al., 2008 (3)	2	24	>7	28	28	62.75	Soy hull	TMR	Pelleted	Mix
Hill et al., 2008 (4)	4	12	56	28	—	14, 28, 42	Soy hull	TMR	Textured	Mix
Hill et al., 2010 (1)	4	12	4	28	—	3, 6, 9	Straw	TMR	Textured	Mix
Hill et al., 2010 (2)	4	12	56	28	—	5, 10, 15	Alfalfa hay	TMR	Textured	Mix
Hill et al., 2010 (3)	4	12	56	28	—	3, 6, 9	Grass hay	TMR	Textured	Mix
Terré et al., 2013	4	16	9 ± 4.4	51	12	4.5, 3.5	Oat hay	Free choice	Pelleted	Mix
Beiranvand et al., 2014a	6	7	3	52.5 (45–61)	21	5, 10	Alfalfa hay	TMR	Finely ground	Corn
Beiranvand et al., 2014b	4	7	3	56.2 (45–65)	21	5	Alfalfa hay	TMR	Finely ground	Corn
Daneshvar et al., 2015	4	20	3	59	14	15	Alfalfa hay	TMR	Finely ground	Corn
Hosseini et al., 2016	4	10	3	57	16	10	Alfalfa hay	TMR	Ground	Barley
Jahani-Moghadam et al., 2015	3	11	3	76	14	10	Alfalfa hay	TMR	Semi-textured	Mix
Mirzaei et al., 2015	5	10	16	51	21	8, 16	Alfalfa hay	TMR	Ground	Corn
Terré et al., 2015 (1)	3	8	7	49	14	6.8, 11.6	Ryegrass hay	Free choice	Pelleted, textured	Mix
Terré et al., 2015 (2)	3	8	8 ± 3.8	52	—	4.3	Ryegrass hay	Free choice	Pelleted, textured	Mix
EbnAli et al., 2016	3	15	3	57	14	10, 15	Alfalfa hay	TMR, free choice	Finely ground	Mix
Mirzaei et al., 2016	4	12	3	56	10	15	Corn silage	TMR	Finely ground, textured	Corn
Nemati et al., 2016	4	15	3	51	19	12.5, 25	Alfalfa hay	TMR	Finely ground	Barley
Castells et al., 2012	7	20	8.3	57	14	13.6, 4.4, 8.1, 5.3, 3.9, 4.9	Alfalfa hay, oat hay, barley straw, triticales silage, corn silage, ryegrass hay	Free choice	Pelleted	Mix
2–56						28–76	2,5–70%			

Imani et al., 2017

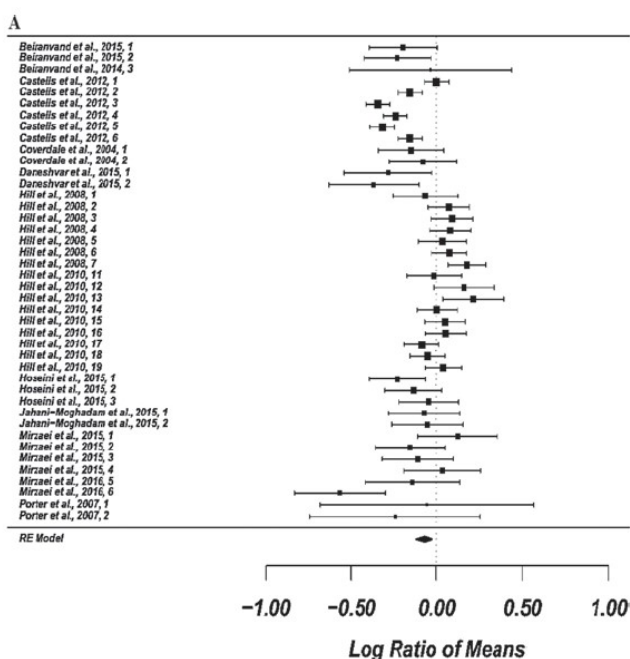
Table 2. The effect size estimates of forage on starter feed intake, ADG, feed efficiency, weaning BW, and final BW in dairy calves derived from meta-analysis

Item	MD ¹ (95% CI)	Studies (n)	Effect size (95% CI)	SE	P-value	I ² (%) ²	P-value
Starter intake (kg/d)							
Milk-feeding period	0.027 (0.006, 0.048)	35	0.100 (0.048, 0.160)	0.029	<0.01	92.9	<0.01
Postweaning	0.201 (0.101, 0.310)	36	0.113 (0.059, 0.167)	0.028	<0.01	95.9	<0.01
Overall	0.083 (0.029, 0.137)	42	-0.072 (-0.120, -0.023)	0.039	0.01	81.6	<0.01
ADG (kg/d)							
Milk-feeding period	0.009 (-0.017, 0.035)	38	0.019 (-0.037, -0.075)	0.028	0.50	71.9	<0.01
Postweaning	0.054 (0.006, 0.101)	40	0.075 (0.014, 0.136)	0.031	0.02	87.9	<0.01
Overall	0.008 (-0.021, 0.038)	46	0.018 (-0.025, 0.060)	0.022	0.40	75.6	<0.01
Feed efficiency							
Milk-feeding period	-0.010 (-0.023, 0.033)	37	-0.021 (-0.047, 0.005)	0.013	0.11	26.8	0.05
Postweaning	-0.013 (-0.025, -0.001)	38	-0.030 (-0.059, -0.001)	0.015	0.05	33.8	0.03
Overall	-0.012 (-0.019, -0.005)	44	-0.027 (-0.044, -0.010)	0.009	<0.01	29.7	0.02
BW (kg/d)							
At weaning	2.430 (1.330, 3.530)	16	0.038 (0.021, 0.056)	0.009	<0.01	16.0	0.30
Final	4.772 (3.260, 6.280)	29	0.057 (0.039, 0.074)	0.009	<0.01	28.4	0.08

¹MD = mean difference.

²Degree of heterogeneity among studies included in the meta-analysis.

Imani et al., 2017



Consumo de concentrado

Maiores aumentos quando:

Aleitamento

Forragem > 10% e feno de alfafa

Pós-desaleitamento

Forragem > 10%

Feno de alfafa

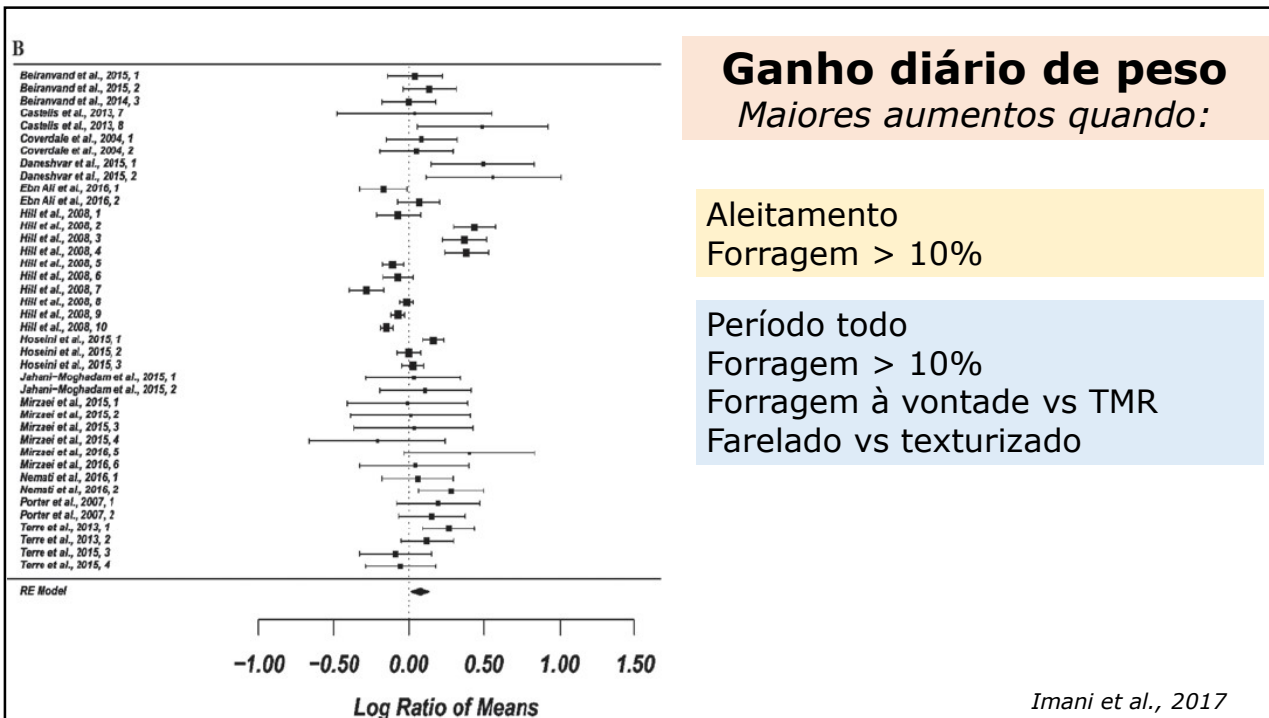
Farelado vs texturizado

Período todo

Forragem à vontade vs TMR

Farelado vs texturizado

Imani et al., 2017



Dieta sólida - Forragem

- Importância da fibra no desenvolvimento ruminal
- Tipo de concentrado x tipo de cama do alojamento
- Feno de alfafa: < 10% CMS
- Feno de gramíneas: à vontade ou < 5% CMS

NASEM, 2021





Fornecimento de volumoso

- Consumo deve ser menor que 5-10% do consumo total de dieta sólida
- Alta qualidade: fornecimento controlado
- Baixa/Média qualidade: animal ajusta consumo
- Efeitos positivos:
 - Desempenho e desenvolvimento ruminal
 - Comportamento



NASEM, 2021; Poczenick et al., 2019; Toledo et al., 2020; 2023; 2024;



Suplementação de milho grão ou feno

Item	Tratamento ¹			EPM ²	Valor de P ³		
	Controle	Feno	Milho		Trat	Sem	T×S
Consumo – Aleitamento 21d-56d, g/d							
Dieta sólida Total	386,75 ^b	635,88 ^a	419,72 ^b	50,75	0,01	< 0,01	0,11
PB	95,75 ^b	150,58 ^a	84,88 ^b	12,60	0,01	< 0,01	0,06
FDN	54,74 ^b	112,66 ^a	56,83 ^b	7,45	< 0,01	< 0,01	0,01
CNF	181,59 ^b	278,70 ^a	221,36 ^{ab}	24,30	0,01	< 0,01	0,12
Concentrado	387,02 ^b	595,82 ^a	315,92 ^b	46,53	0,01	< 0,01	0,06
PB	95,68 ^{ab}	145,13 ^a	76,65 ^b	12,50	0,01	< 0,01	0,14
FDN	54,21 ^{ab}	81,70 ^a	43,46 ^b	6,83	0,01	< 0,01	0,09
CNF	180,64 ^{ab}	273,97 ^a	145,49 ^b	22,92	0,02	< 0,01	0,11

Toledo et al., 2020



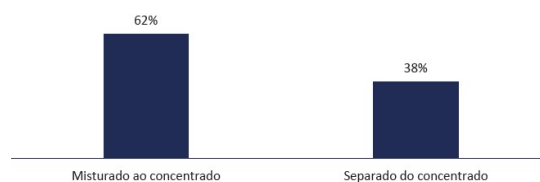
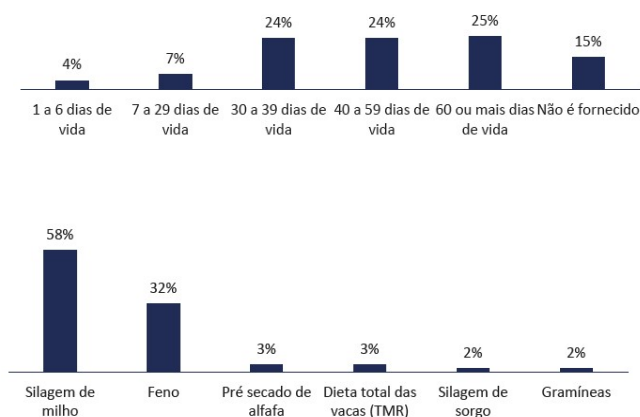
Suplementação de milho grão ou feno

Item	Tratamento ¹			EPM ²	Valor de P ³		
	Controle	Feno	Milho		Trat	Sem	T×S
Aleitamento 21-56d							
GMD, kg	0,483 ^b	0,647 ^a	0,486 ^b	52,17	< 0,01	< 0,01	0,51
EA	0,526	0,603	0,522	0,36	0,16	0,16	0,55
Peso, kg							
Inicial 21d	47,92	49,21	48,96	0,82	0,50	-	-
Desaleitamento 56d	61,09 ^b	68,92 ^a	62,85 ^b	1,82	0,01	-	-

Toledo et al., 2020

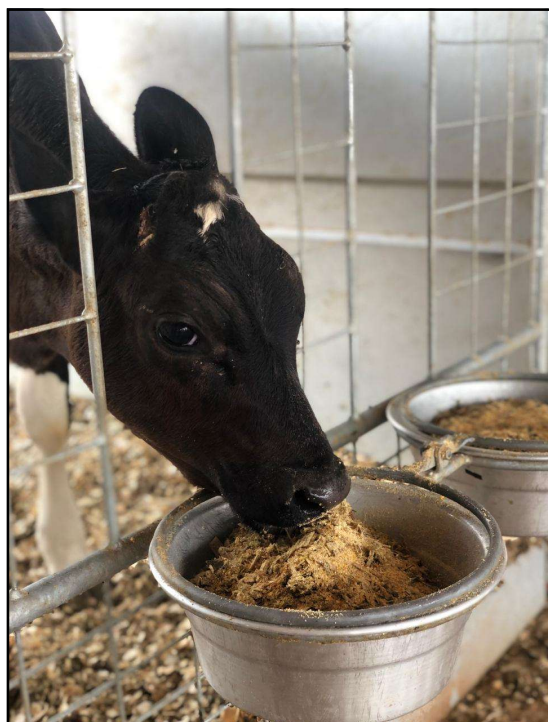


Fornecimento de Volumoso



¹Valores calculados em relação às fazendas (N=118) que fornecem volumoso durante a fase de aleitamento.

Azevedo et al., 2023



TMR com silagem de milho – 28 aos 56 d

	Dieta			EPM	P-value			
Item	0SM	10SM	20SM		L	Q	I	I×D²
Consumo								
Dieta líquida, g MS/d	732,8	735,3	737,3	4,85	0,46	0,96	< 0,01	0,99
Dieta sólida, g MS/d	631,7	847,4	667,3	87,5	0,77	0,07	< 0,01	< 0,01
Dieta sólida, % PC	0,99	1,28	1,08	0,098	0,48	0,04	< 0,01	0,01
NDF, g MS/d	133,9	186,7	174,0	17,80	0,11	0,12	< 0,01	< 0,01
NDF, % PC	0,21	0,28	0,27	0,024	0,05	0,19	< 0,01	0,03
peNDF > 4 mm, g MS/d	2,6	23,5	30,7	1,64	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
Amido, g MS/d	290,9	349,6	270,5	31,72	0,81	0,05	< 0,01	0,03



TMR com silagem de milho – 57 aos 70 d

Item	Dieta			EPM	P-value			
	0SM	10SM	20SM		L	Q	I	I×D ²
Consumo								
Dieta sólida, g MS/d	2859,6	3436,3	2805,7	178,39	0,83	0,01	< 0,01	0,03
Dieta sólida, % PC	3,60	4,20	3,62	0,178	0,93	0,01	< 0,01	0,05
NDF, g MS/d	593,3	760,6	720,2	38,99	0,04	0,05	< 0,01	0,26
NDF, % PC	0,75	0,91	0,90	0,036	0,01	0,07	< 0,01	0,24
peNDF > 4 mm, g MS/d	10,2	93,4	139,2	5,02	< 0,01	0,01	< 0,01	< 0,01
Amido, g MS/d	1269,3	1417,4	1114,7	75,26	0,16	0,02	< 0,01	0,01

Toledo et al., 2023



TMR com silagem de milho

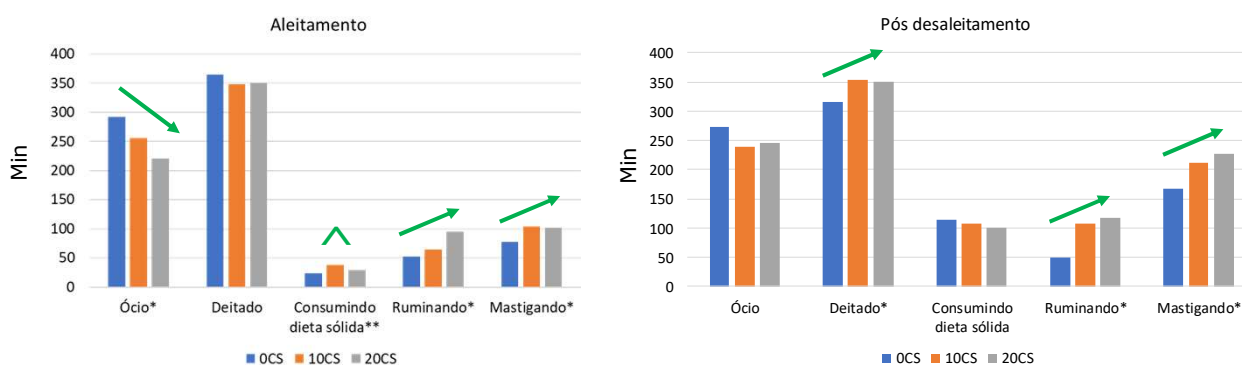
Item	Dieta ¹			EPM	P-value			
	0SM	10SM	20SM		L	Q	I	I×D ²
AGCC total, mM	110,2	106,5	102,1	3,99	0,09	0,93	0,03	0,91
AGCC, mM/100 mM								
Acetato	58,8	58,8	59,9	0,70	0,28	0,51	< 0,01	0,45
Propionato	34,5	34,6	33,6	0,74	0,43	0,56	< 0,01	0,77
Butirato	6,4	6,4	6,4	0,27	0,92	0,97	0,01	0,12
C2:C3	1,76	1,76	1,83	0,065	0,44	0,65	< 0,01	0,86
NH3-N, mg/dL	16,6	13,6	12,2	1,32	0,02	0,61	< 0,01	0,70
pH ruminal	5,69	5,85	5,92	0,095	0,06	0,62	0,16	0,16
pH fecal	6,71	6,87	6,61	0,089	0,41	0,05	< 0,01	0,18
Escore fecal	1,6	1,6	1,6	0,09	0,97	0,77	0,27	0,81

Toledo et al., 2023



Dieta total com silagem de milho

Avaliações durante 10h nas semanas 7 e 10 de vida



Toledo et al., 2023



Feno x Silagem de milho

Item	CON	FM	FB	SM
MS, %	87,32	86,74	86,70	77,43
Composição química, %MS				
PB	22,48	21,82	21,54	22,53
FDN	17,54	21,66	21,38	19,35
FDA	6,66	10,22	11,80	9,25
Lignina	-	-	-	-
Cinzas	6,18	5,94	5,70	6,75
Extrato etéreo	3,82	3,86	4,38	4,00
Amido	47,72	41,14	42,84	41,18
CNF	54,18	46,92	47,00	49,05

Toledo et al., 2024



Feno x Silagem de milho – 28 aos 56 d

Item	Dieta				EPM	P-value ²				
	CON	FM	FB	SM		CON×For	SM×F	FM×FB	I	I×D
Consumo										
Dieta líquida, g MS/d	677,37	675,25	677,79	673,39	7,289	0,80	0,69	0,78	< 0,01	1,00
Dieta sólida, g MS/d	425,21	552,74	625,92	508,81	73,281	0,05	0,26	0,37	< 0,01	0,04
Dieta sólida, % PC	0,67	0,88	0,98	0,79	0,106	0,05	0,22	0,48	< 0,01	0,02
FDN, g MS/d	74,36	115,80	131,83	96,23	14,362	0,01	0,10	0,40	< 0,01	0,02
FDN, % PC	0,12	0,19	0,21	0,15	0,022	0,01	0,06	0,43	< 0,01	0,01
peFDN >4 mm, g MS/d	2,68	19,72	19,03	13,63	2,051	< 0,01	0,02	0,79	< 0,01	< 0,01

Toledo et al., 2024



Feno x Silagem de milho – 57 aos 70 d

Item	Dieta				EPM	P-value ²				
	CON	FM	FB	SM		CON×For	SM×F	FM×FB	I	I×D
Consumo										
Dieta sólida, g MS/d	2,371	2,801	2,698	2,667	187,121	0,05	0,67	0,64	< 0,01	0,39
Dieta sólida, % PC	3,13	3,67	3,53	3,47	0,196	0,04	0,57	0,58	< 0,01	0,58
FDN, g MS/d	416,07	579,08	554,49	464,28	42,477	0,01	0,03	0,63	< 0,01	0,39
FDN, % PC	0,547	0,755	0,735	0,610	0,0427	0,01	0,01	0,74	< 0,01	0,92
peFDN > 4 mm, g MS/d	14,87	102,81	83,45	70,09	5,732	< 0,01	0,01	0,03	< 0,01	< 0,01

Toledo et al., 2024



Feno x Silagem de milho

Item	Dieta				EPM	P-value ²		
	CON	FM	FB	SM		CON×For	SM×F	FM×FB
AGCC, mM	83,89	68,51	65,73	71,55	3,266	< 0,01	0,28	0,56
AGCC, mM/100 mM								
Acetato	54,47	57,94	58,24	56,98	0,898	0,01	0,31	0,81
Propionato	36,81	33,80	33,35	34,29	0,802	0,01	0,47	0,70
Butirato	8,50	7,99	8,41	8,84	0,374	0,85	0,18	0,44
C2:C3	1,54	1,83	1,77	1,76	0,084	0,02	0,70	0,65
NH ₃ -N, mg/dL	17,91	13,47	14,01	15,64	1,428	0,03	0,26	0,78
pH ruminal	5,67	6,02	6,10	5,92	0,084	< 0,01	0,19	0,49
pH fecal	6,67	6,92	6,85	6,91	0,075	0,01	0,74	0,47
Escore fecal	1,87	1,73	1,90	1,76	0,081	0,47	0,61	0,15

Toledo et al., 2024



Feno x Silagem de milho

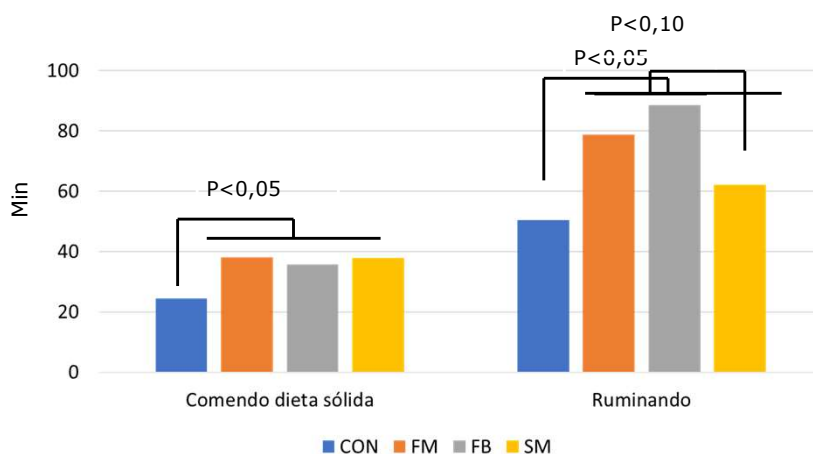
	Dieta				EPM	P-value ²		
Item	CON	FM	FB	SM		CON×For	SM×F	FM×FB
No. papilas/cm ²								
Saco ventral	96,8	131,3	164,0	136,2	21,53	0,08	0,67	0,33
Porção ventral do saco ventral	120,8	119,5	150,7	110,8	15,91	0,74	0,23	0,19
Porção caudal do saco ventral	91,0	149,5	132,2	143,8	13,30	0,04	0,86	0,38
Comprimento de papilas, mm								
Saco ventral	2,42	1,75	2,55	2,26	0,044	0,65	0,84	0,22
Porção ventral do saco ventral	1,81	1,23	1,13	1,47	0,393	0,24	0,54	0,86
Porção caudal do saco ventral	1,85	1,11	2,10	1,98	0,419	0,82	0,49	0,12
Largura de papilas, mm								
Saco ventral	0,34	0,34	0,32	0,34	0,043	0,91	0,82	0,70
Porção ventral do saco ventral	0,35	0,39	0,32	0,33	0,022	0,98	0,47	0,03
Porção caudal do saco ventral	0,38	0,34	0,30	0,32	0,038	0,20	0,98	0,54

Toledo et al., 2024



Feno x Silagem de milho

Aleitamento

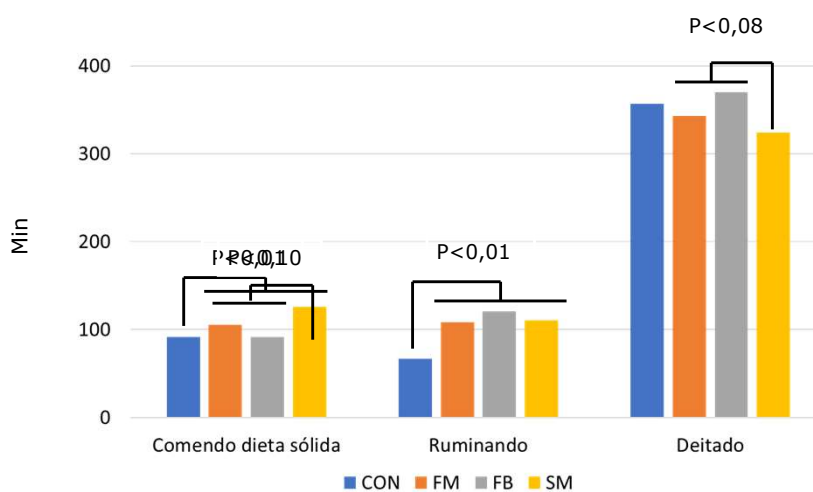


Toledo et al., 2024



Feno x Silagem de milho

Pós-desaleitamento

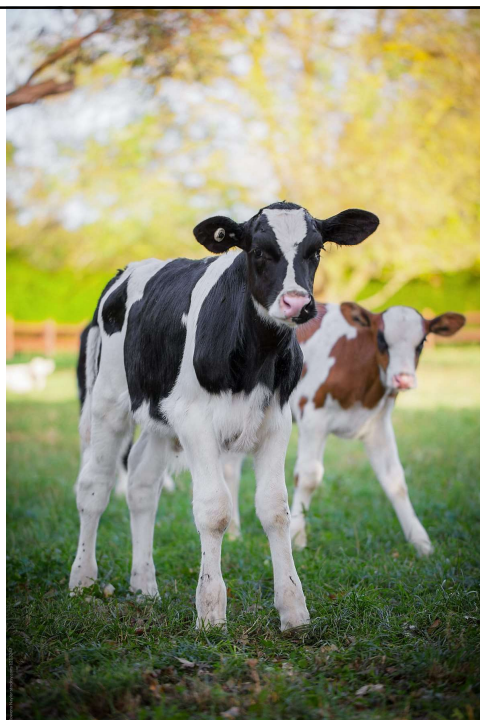


Toledo et al., 2024



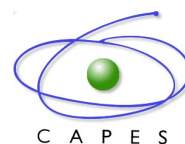
Considerações finais

- Preparo para o desaleitamento
- Exigência em fibra pouco entendida
- Benefícios no consumo de dieta sólida, ganho de peso e no comportamento pré e pós-desaleitamento



ESALQ

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidade de São Paulo





Depto. de Zootecnia, ESALQ/USP
Bezerreiro Experimental
“Evilásio de Camargo”

✉ carlabittar@usp.br

📷 CCB_esalq

📘 <https://www.facebook.com/clubedebezerros/>