




Feno de capim Paiaguás ceifado em diferentes horários do dia com dois teores de umidade

Paiaguás grass hay harvest at different times of the day with two moisture levels

José Manuel Saute¹ , Tamara Tais Tres^{*2} , Clóves Cabreira Jobim¹ 

1 Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá, Paraná, Brasil

2 Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal, Rio Grande do Norte, Brasil

*autor correspondente: tamarattres@gmail.com

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do horário de corte e do teor de umidade no enfardamento sobre as perdas no processo de produção e a qualidade nutricional na armazenagem do feno do capim Paiaguás. Os tratamentos avaliados foram, feno ceifado nos horários 10; 13 e 16 h e enfardado em dois teores de umidade, 15 e 20%. As menores perdas de matéria seca foram obtidas no corte às 10 horas e enfardamento com 15% de umidade. Os teores de carboidratos não fibrosos aumentaram para o corte realizado no período da tarde e reduziram durante o período de armazenagem, com influência para horário de corte e umidade de enfardamento. Houve aumento no teor da fração fibrosa em todos os tratamentos avaliados com o tempo de armazenagem, principalmente para o material que foi enfardamento com 20% de umidade. Durante a armazenagem a digestibilidade da matéria seca reduziu principalmente nos fenos armazenados com 20% de umidade ceifados às 10 e 13 h. O melhor horário de corte da forragem para fenação é no período da tarde entre 13 e 16 h.

Palavras-chave: *Urochloa brizantha*; fenação; tempo de armazenagem; valor nutricional

Abstract: This study evaluated the effect of cutting time and moisture content in baling on losses in the production process and nutritional quality in the storage of Paiaguás grass hay. The treatments evaluated were hay harvest at 10 am; 1 pm and 4 pm and baled at two moisture levels, 15 and 20%. The lowest dry matter losses were obtained when cutting at 10 am and baling with 15% moisture. Non-fibrous carbohydrate content increased for cutting carried out in the afternoon and reduced during the storage period, influenced by cutting time and baling humidity. There was an increase in the content of the fibrous fraction in all treatments evaluated with storage time, especially for the material that was baled with 20% moisture. During storage, dry matter digestibility reduced mainly in hay stored with 20% moisture harvested at 10 am and 1 pm. The best time to cut forage for haying is in the afternoon between 1 and 4 pm.

Keywords: *Urochloa brizantha*; haymaking; storage time; nutritional value

Recebido: 01 de abril, 2024. Aceito: 20 de maio, 2024. Publicado: 02 de agosto, 2024.

1. Introdução

O gênero *Urochloa* está entre as forrageiras com maior destaque na pecuária brasileira, ocupando cerca de 85% da área de pastagens cultivadas ⁽¹⁾. Nas condições brasileiras, elevada produção de forragem verifica-se no período chuvoso e baixa produção no período seco ⁽²⁾. Consequentemente, a forragem disponível na época seca, além de ser escassa, não contém nutrientes na proporção adequada para responder às exigências dos animais em pastejo ⁽³⁾. A utilização de forragem conservada é uma alternativa viável para manter o aporte alimentar na época de escassez, o que suscita a necessidade de desenvolver tecnologias adequadas para a sua produção e a conservação do valor nutricional em harmonia com o meio ambiente.

A fenação tem como princípio básico a rápida desidratação do material verde reduzindo o seu teor de água para cerca de 15 a 20%, causando interrupção da atividade respiratória da planta e redução da atividade microbiana ⁽³⁾ preservando o seu valor nutritivo. A qualidade do feno é determinada não apenas pelas características da planta, mas também está associada à altura do corte da forragem, ao tempo de desidratação, às condições climáticas durante a fenação e cuidados no armazenamento ⁽⁴⁾. Portanto, características da planta assim como a tecnologia empregada na produção do feno, influenciam na composição química, digestibilidade da forragem e, em consequência, no desempenho animal ^(4, 5).

Em relação ao horário de corte, Dantas & Negrão ⁽⁶⁾ afirmam que o corte da forrageira deve ser realizado pela manhã depois da evaporação de orvalho para acelerar o processo de desidratação, sem contudo observar o aspecto do horário de corte que deve permitir o maior acúmulo de matéria seca. Estudos realizados por De Oliveira et al. ^(7, 8), Pelletier et al. ⁽⁹⁾, Morin et al. ⁽¹⁰⁾ verificaram que o acúmulo de nutrientes, sobretudo dos carboidratos não estruturais, atingem o seu máximo no período da tarde. Ribeiro et al. ⁽¹¹⁾, verificaram maior acúmulo de carboidratos solúveis na planta com o corte a tarde, mas não identificaram efeito na taxa de desidratação com diferentes horários de corte.

Durante o armazenamento as perdas de matéria seca (MS) estão na sua maioria associadas ao elevado teor de umidade no enfardamento, pelo fato de acentuar o desenvolvimento e atividade de microrganismos (fungos e bactérias). O teor de umidade no enfardamento deve estar no intervalo de 10% a 20% ^(12, 13). Enfardar material com teor de umidade acima destes, acarreta grandes perdas de matéria seca devido a atividade microbiana, sobretudo de fungos, que liberam toxinas e esporos que colocam em risco a saúde animal e humana ⁽⁶⁾. Nesse contexto, estudos que associam o horário de corte (período de maior acúmulo de nutrientes), teores de umidade no enfardamento as perdas de qualidade do feno durante a produção e armazenamento são relevantes.

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do horário de corte e do teor de umidade no enfardamento sobre as perdas no processo de produção e armazenagem, e na qualidade do feno de capim Paiaguás (*Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás).

O delineamento experimental utilizado para todas as variáveis foi inteiramente casualizado em sistema de parcela subdividida. A área experimental foi dividida em três parcelas principais de 3.000 m², correspondendo aos horários de corte, e duas sub-parcelas de 1.500 m² que corresponderam aos teores de umidade no enfardamento.

Para as estimativas da produção de massa de forragem, foram coletadas seis amostras por parcela no dia do corte, utilizando um quadrado de 0,25 m², cortando o capim a 10 cm do solo. Os materiais foram pesados em balança de precisão para mensuração da produção de massa verde e posteriormente homogeneizados, coletando-se uma amostra de aproximadamente 500 g de material verde para estimar a porcentagem de massa seca e as características químico-bromatológicas no momento do corte.

Para avaliar a taxa de desidratação a campo até a forragem atingir a umidade de enfardamento nos respectivos tratamentos, foram empregadas três metodologias. A primeira metodologia foi empregada com coletas de amostras com intervalo de três horas (período diurno), de forma aleatória nas leiras (8 amostras). As amostras foram encaminhadas para o laboratório para determinação de massa seca por meio da metodologia utilizando forno micro-ondas. Já na segunda metodologia foram realizadas coletas de amostras simultânea ao processo anterior e secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C, segundo AOAC ⁽¹⁸⁾. A umidade também foi mensurada diretamente na leira durante o período de desidratação, utilizando medidor de umidade para feno (DELMHORST - Hay moisture tester F-2000). As medidas foram realizadas no mesmo momento da coleta de amostras para secagem em estufa.

Avaliação de perdas a campo

Após o enfardamento foram demarcados 5 pontos na parcela utilizando quadrados de 1 m², onde foram coletados os resíduos de folha e colmo, que foram cortados pela segadora e não recolhidos pela enfardadeira. Com esses dados foram estimadas as perdas físicas de material no processo de fenação. Também foi estimada a eficiência de colheita de forragem (ECF), por meio da equação:

$ECF = (MFE / MFD) \times 100$, onde:

MFE = massa de forragem enfardada (kg ha⁻¹) e MFD = massa de forragem disponível no momento do corte (kg ha⁻¹). As perdas foram estimadas a partir dos valores de ECF, perdas de MS ha⁻¹ durante o processo de produção do feno com base na fórmula: Perdas (%) = (1 - ECF) x 100.

Imediatamente após o enfardamento, os fardos de cada tratamento foram armazenados em um galpão próprio (fenil). Foi mensurada a temperatura no interior dos fardos utilizando termômetro digital (modelo GULTERM 1001). Em seguida prosseguiu-se com as avaliações de temperatura nos demais horários (1, 2, 4, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas após o enfardamento). A umidade no interior dos fardos foi avaliada em simultâneo às avaliações de temperatura, com o auxílio do aparelho DELMHORST (Hay moisture tester F-2000). A umidade relativa e a temperatura ambiente foram monitoradas pela estação meteorológica da UEM, localizada a 50 m do galpão de armazenagem, estão apresentadas nas Figuras 1 e 2.

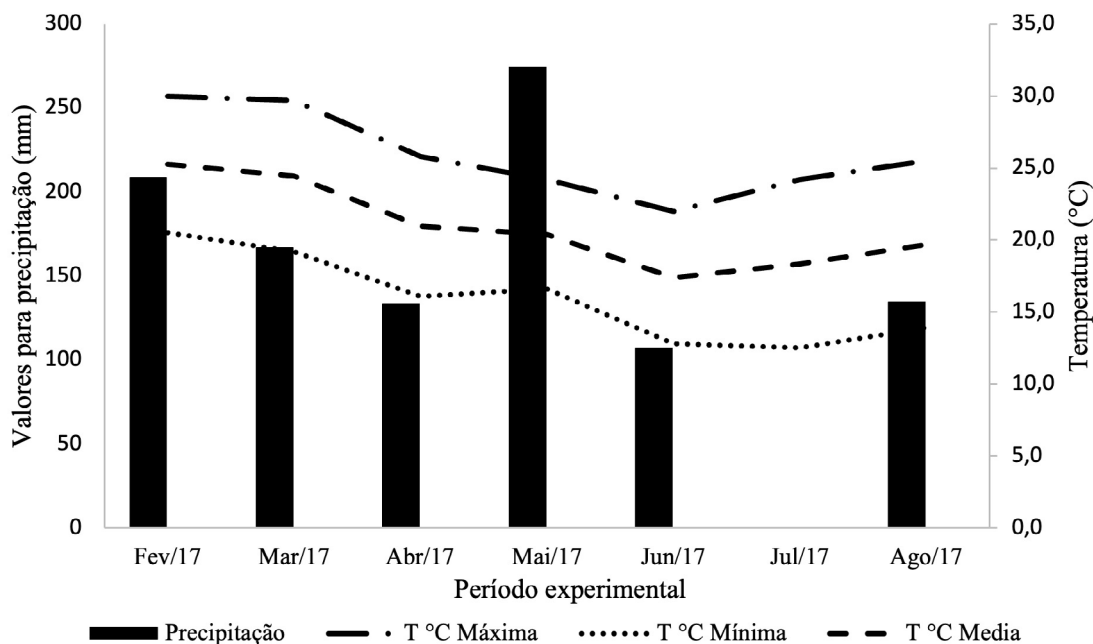


Figura 1 Precipitação média (mm) e Temperaturas máxima, mínima e média (°C).
 Fonte: Estação Meteorológica da Fazenda Experimental de Iguatemi, Iguatemi, PR.

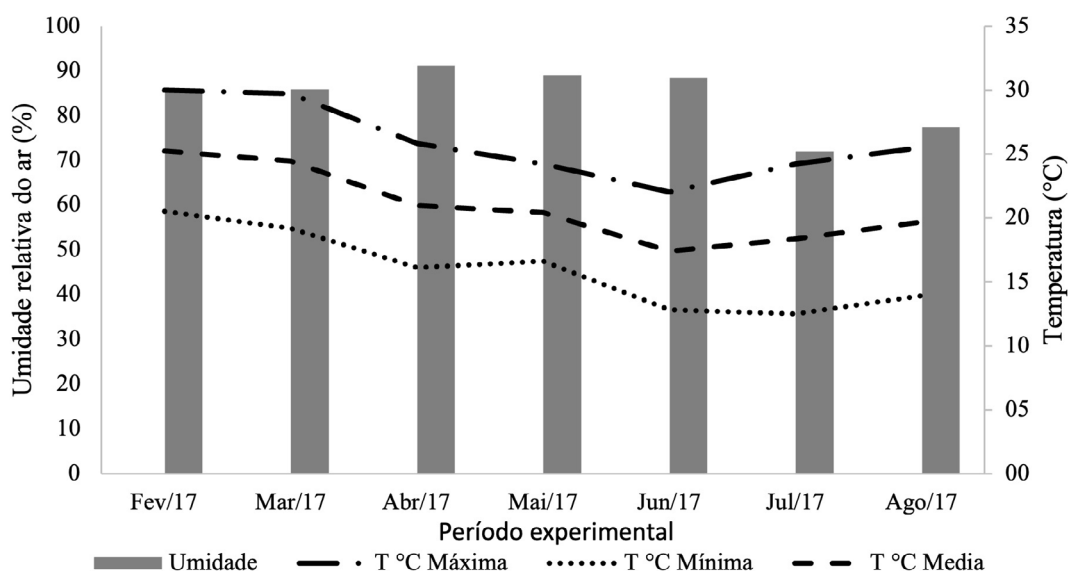


Figura 2 Umidade Relativa do ar (%) e Temperaturas máxima, mínima e média (°C).
 Fonte: Estação Meteorológica da Fazenda Experimental de Iguatemi, Iguatemi, PR.

Avaliação de perdas na armazenagem

A perda de qualidade do material durante a desidratação até o enfardamento e durante a armazenagem foi estimada tendo como referência a composição químico-bromatológica da gramínea no momento do corte e nos demais tempos avaliados. As amostras utilizadas para estimar as perdas de qualidade foram as mesmas coletadas para estimar a taxa de desidratação (estufa), caracterizando as perdas de qualidade durante esta fase.

As amostras foram moídas em moinho, com peneira de malha 1 mm e encaminhadas para o Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal - LANA (pertencente à Universidade Estadual de Maringá) para a realização das análises de matéria seca, matéria mineral (MM),

matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG) de acordo com AOAC ⁽¹⁸⁾. A fibra em detergente neutro (FDN) foi determinada de acordo com Mertens ⁽¹⁹⁾, os carboidratos solúveis (CS) foram determinados conforme metodologia proposta por Hall ⁽²⁰⁾ e as concentrações de carboidratos totais (CT) foram obtidos pela equação proposta por Sniffen et al. ⁽²¹⁾ $CT = MO - (EE + PB)$.

As perdas no armazenamento foram estimadas por meio de amostragens com intervalos de trinta dias durante o período de quatro meses. A cada trinta dias eram tomadas amostras nos fardos de cada tratamento (quatro amostras), levadas à estufa de ventilação forçada a 55° C por 72 horas para secagem, posteriormente moídas em moinho com peneira de 1 mm e analisadas para determinação de MS, MO, PB e EE, FDN, FDA, e lignina, como já descrito. A hemicelulose (HEM) foi determinada pela equação: $HEM = FDN - FDA$. A celulose (CEL) foi determinada pela equação $CEL = FDA - LIG$.

A determinação de carboidratos totais (CT) foi estimada por equação proposta por Sniffen et al. ⁽²¹⁾ e de carboidratos não fibrosos (CNF) por Weis ⁽²²⁾. O valor do extrativo não nitrogenado (ENN) dos alimentos foi calculado pela equação: $ENN = 100 - (MM+EE+FB+PB)$ obtido pelo método de Weende. A análise da fibra bruta (FB) foi determinada para uso na equação conforme AOAC ⁽¹⁸⁾. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos pela equação proposta pelo Kearl ⁽²³⁾: $NDT = -21,9391 + 1,0538 PB + 0,9736 ENN + 3,0016 EE + 0,4590 FB$. A digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS) foi determinada segundo Holden ⁽²⁴⁾. A degradabilidade dos alimentos foi determinada de acordo com Orskov e McDonald ⁽²⁵⁾.

Análise estatística

Os resultados do experimento foram submetidos à análise de variância utilizando software SAS ⁽²⁶⁾. Para as interações foi realizado desdobramento dos fatores e os resultados das variáveis foram submetidos à análise de regressão. A análise de variância foi realizada conforme os modelos segundo a variável analisada:

Tabela 2: $Y_i = \mu + H_i + e_i$

Tabela 3: $Y_{ij} = \mu + H_i + U_j + (HU)_{ij} + e_{ij}$

Figuras 4 a 9: $Y_{ijk} = \mu + H_i + U_j + (HU)_{ij} + D_k + (HD)_{ik} + (UD)_{jk} + (HUD)_{ijk} + e_{ijk}$

Sendo: Y_i = valor observado para a variável resposta ao efeito do horário de corte i ; Y_{ij} = valor observado para a variável resposta ao efeito do horário de corte i e o teor de umidade j ; Y_{ijk} = valor observado para a variável resposta ao efeito do horário de corte i , teor de umidade j e dias de armazenamento; μ = média dos tratamentos; H_i = efeito do horário i , $i = 10, 13$ e 16 h; e_i = erro aleatório associado à parcela i ; U_j = efeito da umidade j , $j = 15$ e 20% ; $(HU)_{ij}$ = interação entre os tratamentos ij ; T_k = efeito período de armazenamento, $k = 0$ à 120 dias; e_{ijk} = erro aleatório associado a subparcela ijk .

3. Resultados e Discussão

A composição química da forragem (Tabela 2) mostrou efeito do horário de corte, sendo que os teores de MS, MO e CT aumentaram com cortes no período da tarde (a partir da

13:00 h). Isso se deve ao aumento do período de exposição a luz solar (fotoperíodo) e a sua consequente absorção transformando-a em compostos orgânicos através do processo de fotossíntese ⁽²⁷⁾. Neste sentido, observou-se maior teor de CNF (16,2%) para a planta ceifada às 16:00 h. Trabalhos em diferentes espécies forrageiras demonstram o maior acúmulo de carboidratos solúveis com o corte da planta no período da tarde ^(28,11).

Já o teor de PB, registrou maior concentração para o corte às 10:00 h, ou seja, no sentido contrário à concentração de carboidratos. Este resultado corrobora com os encontrados por De Oliveira et al. ^(7,8) em experimento com *Pennisetum purpúreum* cv. Napier e *Urochloa brizantha* cv. Marandu. Também Morin et al. ⁽¹⁰⁾ trabalhando com *Phleum pratense* e Pelletier et al. ⁽⁹⁾ avaliando seis espécies de gramíneas e duas leguminosas, observaram o mesmo comportamento. Indicando que há interação entre os nutrientes e suas proporções na planta.

Tabela 2 Composição química de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, em função do horário de corte, no processo de fenação.

Item	Horário de corte (h)			EPM	P valor
	10:00	13:00	16:00		H
MS	22,0 ^c	24,8 ^b	25,7 ^a	1,78	<0,01
MO	92,9 ^b	94,7 ^a	94,5 ^a	0,49	<0,01
PB	9,23 ^a	8,4 ^a	7,13 ^b	5,42	<0,01
FDN	69,2 ^b	73,5 ^a	69,6 ^b	1,28	<0,01
FDA	58,9 ^b	64,2 ^a	58,6 ^b	3,30	0,01
HEM	10,2	10,6	11,0	19,0	0,85
LIG	1,94	1,82	1,91	18,7	0,90
CEL	57,0 ^b	61,1 ^a	56,7 ^b	3,14	0,01
EE	1,36	1,46	1,59	10,0	0,15
DIVMS	54,3	51,5	56,1	7,67	0,34
CT	82,3 ^b	84,9 ^a	85,8 ^a	0,89	<0,01
CNF	13,1 ^b	11,4 ^b	16,2 ^a	7,42	<0,01
NDT	52,3	50,0	53,9	6,77	0,34

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; MM = matéria mineral, PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; HEM = hemicelulose; LIG = lignina; CEL = celulose; EE = extrato etéreo; DIVMS = digestibilidade "in vitro" da matéria seca; CT = carboidratos totais; CNF = carboidratos não fibrosos e NDT = nutrientes digestíveis totais. EPM = erro padrão da média. H = Efeito para horário de corte. Letras diferentes, minúsculas nas linhas diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

As perdas durante o processo de enfardamento estão apresentadas na Figura 3. As maiores perdas representam até 870 kg ha⁻¹ no corte às 13:00 h e enfardamento com 15% de umidade, enquanto no tratamento onde o corte foi feito às 10 horas e o enfardamento com 15% de umidade apresentou as menores perdas de MS, que corresponderam a 550 kg ha⁻¹, possivelmente pela maior exposição a radiação solar, que pode acelerar o processo de desidratação. A eficiência de colheita de forragem no campo foi de 93,33%. As perdas dos diferentes horários de corte no tratamento com 20% de umidade apresentaram valor médio de 790 kg ha⁻¹. De acordo com Collins ⁽²⁹⁾, as maiores mudanças em valor nutricional e nutrientes são relatadas em feno com maiores teores de umidade (25%) durante o armazenamento, com umidade considerada adequada para prevenir o crescimento de fungos filamentosos menor que 20%.

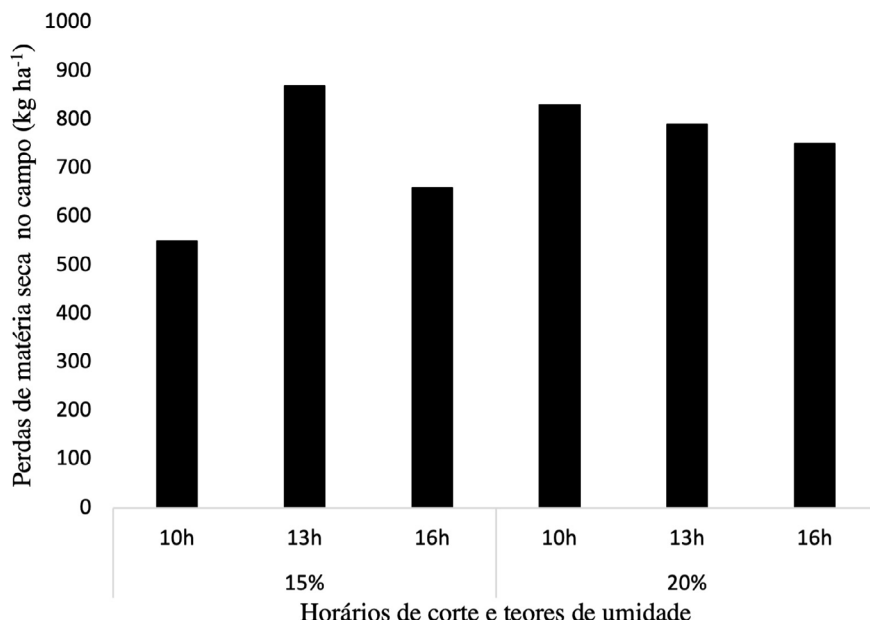


Figura 3 Avaliação de perdas no campo após o processo de enfardamento.

O teor de MS dos feno, durante o período de armazenagem, apresentou o mesmo comportamento para todos os tratamentos, com aumento progressivo. A análise dos dados mostrou efeito do teor de umidade no enfardamento, bem como do período de armazenamento e interação entre hora de corte × umidade de enfardamento × período de armazenamento (Tabela 3).

Tabela 3 Valores do P para as variáveis das Figuras 4; 5; 6; 7; 8 e 9 do feno de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de umidade.

Variável	P valor						
	H	U	H×U	D	H×D	U×D	H×U×D
MS	0,0019	<0,0001	0,0075	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,2719
PB	0,0002	0,0003	<0,0001	0,3845	0,0658	0,0891	0,0941
CNF	<0,0001	0,0059	0,0536	<0,0001	0,3339	0,3105	0,2436
FDN	0,0304	<0,0001	0,0774	<0,0001	0,4894	0,0477	0,1550
EE	0,0130	0,3784	0,1549	<0,0001	<0,0001	0,2090	0,2976
DIVMS	0,0022	0,0207	0,0671	<0,0001	0,0289	0,1407	0,1062

MS = matéria seca; PB = proteína bruta; CNF = carboidratos não fibrosos; FDN = fibra em detergente neutro; EE = extrato etéreo e DIVMS = digestibilidade “in vitro” da matéria seca; H = efeito da hora de corte; U = umidade de enfardamento; H×U = interação hora de corte e umidade no enfardamento; D = dia da coleta durante o armazenamento; H×D = interação entre hora de corte e dia da coleta durante o armazenamento; U×D = interação entre umidade no enfardamento e dia da coleta durante o armazenamento; H×U×D = interação entre hora de corte, umidade no enfardamento e dia da coleta durante o armazenamento.

Em relação ao teor de MS, em função do tempo de armazenagem, verificou-se que após 90 dias houve equilíbrio entre os materiais enfardados com 15 e 20% de umidade (Figura 4). No geral houve aumento de concentração de MS à medida que o tempo de armazenamento avançou nos três horários de corte (10h; 13h e 16h), ocorrendo o mesmo comportamento nos dois teores de umidade no enfardamento (15% e 20%). Foi registrado ligeira redução nos teores de MS na amostragem aos trinta dias de armazenamento, o que foi atribuído a alta umidade relativa do ar na semana, uma vez que o feno é higroscópico ⁽³⁰⁾.

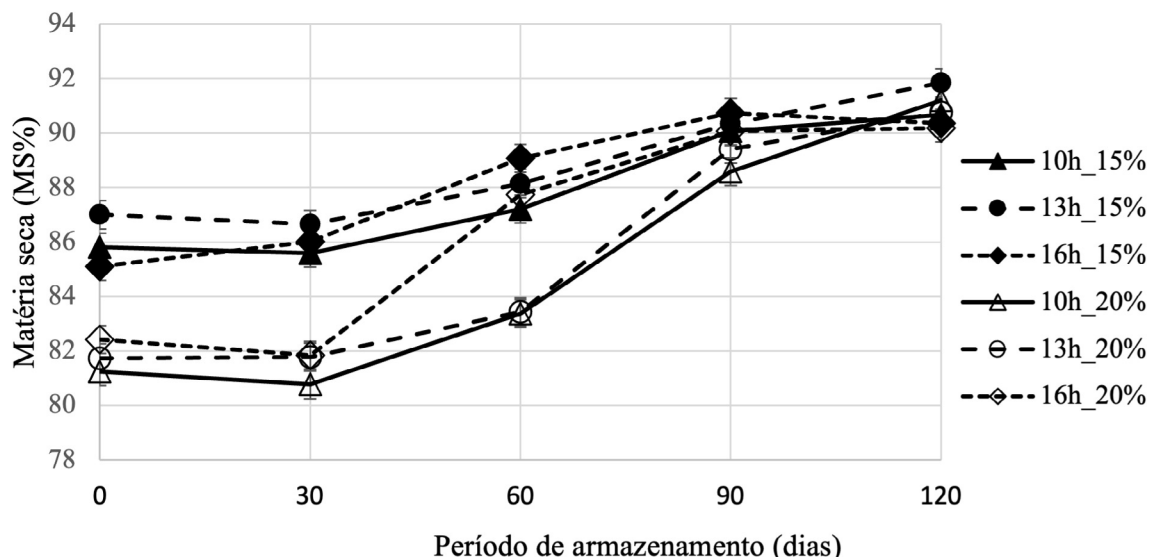


Figura 4 Teor de matéria seca do feno de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de MS, durante o período de armazenagem.

Em relação aos teores de PB (Figura 5), constatou-se que não houve um comportamento definido em função de horário de corte e teor de umidade no enfardamento. Houve redução no teor de PB a medida que o tempo de armazenagem avançou para os tratamentos com corte às 10 e 13h e enfardamento com 20% de umidade e para o tratamento com corte às 16h e enfardamento com 15% de umidade, comportamento semelhante ao registrado por Rotz & Abramsz ⁽³¹⁾, trabalhando com feno de alfafa. No feno do tratamento 13 horas e 15% de umidade, houve aumento no teor de PB aos 120 dias de armazenagem, o que pode ser atribuído a questões de amostragem.

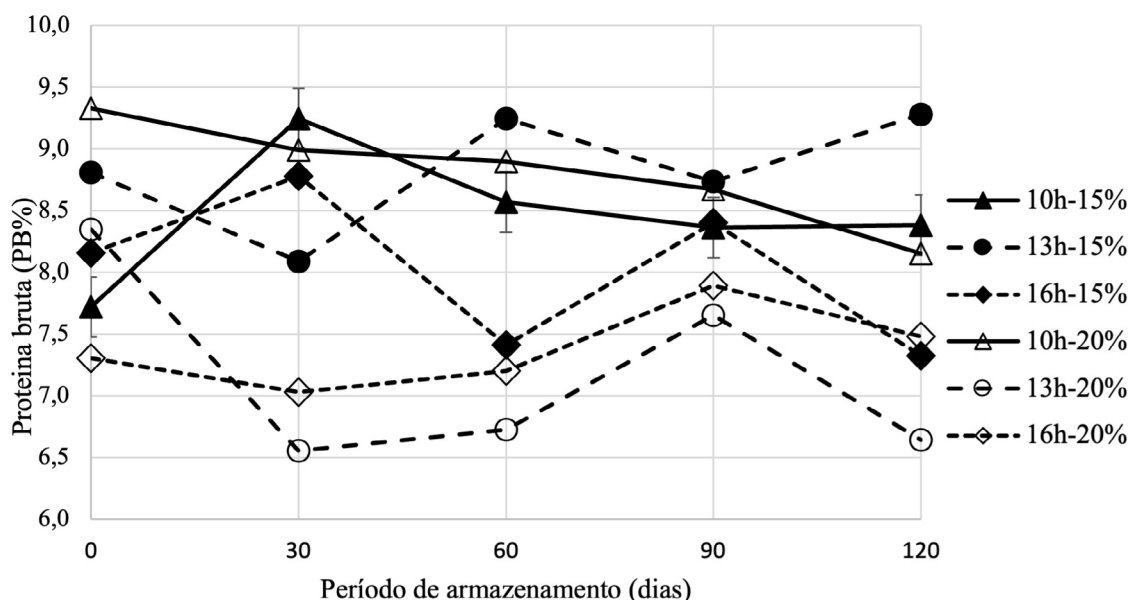


Figura 5 Concentração de proteína bruta (PB) do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de MS, durante o período de armazenagem.

Na variável carboidratos não fibrosos (CNF) (Figura 6), houve efeito da hora de corte, teor de umidade e período de armazenagem do material, como observado na Tabela 2. O corte às 16 horas permitiu maior acúmulo de CNF, devido a maior exposição a radiação solar

e acúmulo de fotoassimilados que ocorre no período da tarde ^(7, 8). Embora todos os tratamentos apresentaram redução do teor de CNF com o armazenamento, possivelmente pelo maior acúmulo inicial, o corte as 16 h foi o que apresentou maior conservação nos teores deste nutriente, a redução do valor nutricional do alimento com o período de armazenamento é reflexo da atividade microbiana, pois esta é a principal fonte de energia para o seu metabolismo. Resultado semelhante foi encontrado por Ribeiro et al. ⁽¹¹⁾.

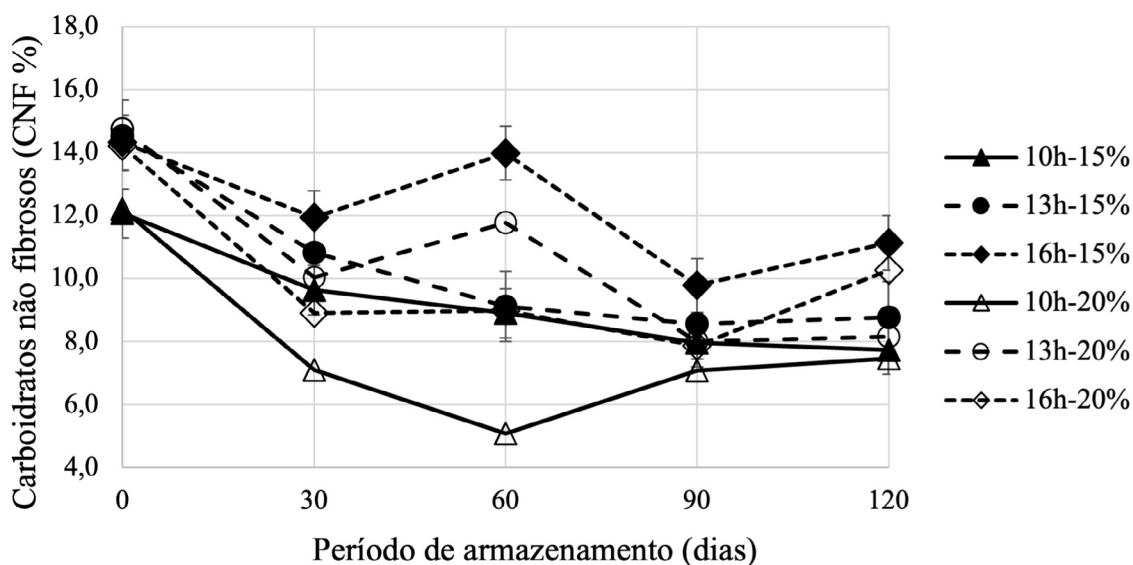


Figura 6 Concentração de carboidratos não fibrosos (CNF) do feno de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de MS, durante o período de armazenagem.

A análise do teor de FDN em função dos tratamentos (Figura 7) mostrou efeito significativo para hora de corte, teor de umidade no enfardamento e dias de armazenagem e interação entre umidade x período de armazenagem.

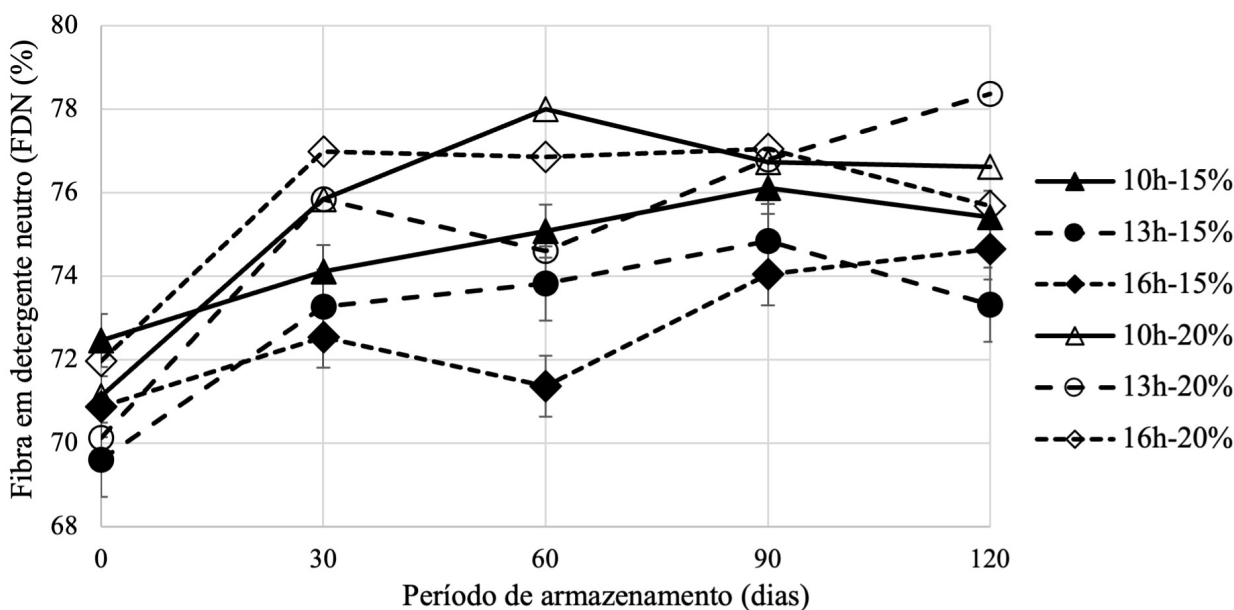


Figura 7 Concentração de fibra em detergente neutro (FDN) do feno de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de MS, durante o período de armazenagem.

Os fenos com 20% de umidade no enfardamento apresentaram maior teor de FDN aos 120 dias de armazenagem, o que significa maior perda de componentes não estruturais. De forma geral, houve aumento no teor de FDN em todos os fenos com maior tempo de armazenagem. Esse comportamento pode ser devido à redução na concentração de componentes não estruturais da planta, como por exemplo CNF, causando um efeito de diluição.

No momento do enfardamento, o teor de FDN nos fenos ceifados às 10, 13 e 16 horas e enfardamento com 15% de umidade, foi de 72,5; 69,6 e 70,9%, enquanto no enfardamento com 20% de umidade foi de 71,1; 70,1 e 72,0%, respectivamente. Após 90 dias de armazenagem estes valores para os fenos ceifados às 10, 13 e 16 horas no teor de umidade 15% foram de 76,1, 74,8 e 74,0%, sendo que nos mesmos horários de corte e teor de umidade no enfardamento 20% foi de 76,7%; 76,8 e 77,0 % respetivamente. Representando aumento médio de 6,02%, 7,80% e 5,35% para o corte às 10, 13 e 16 horas respectivamente. Este resultado corrobora com os registrados por Ribeiro et al. ⁽¹¹⁾ avaliando as alterações de qualidade de feno durante o armazenamento e por Coblenz et al. ⁽³²⁾, em experimento com feno de capim Bermuda após 60 dias de armazenamento.

Na Figura 8 pode-se observar que o teor de extrato etéreo (EE) nos fenos foi afetado somente pelo período de armazenagem, com interação para hora de corte × dias de armazenagem. Em relação ao horário de corte na fenação, o corte às 10 horas e 15% de umidade no momento do enfardamento apresentou teor de EE (1,5%) superior aos cortes às 13 h (1,0%) e 16 h (1,0%). No entanto, após 30 dias de armazenagem houve equilíbrio entre todos os tratamentos, resultando em redução na concentração de EE.

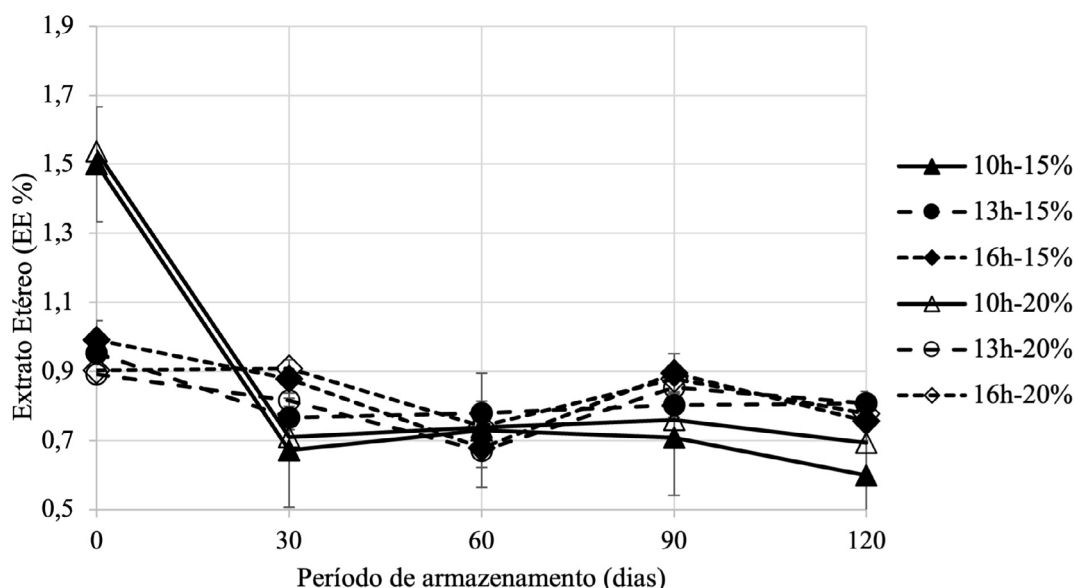


Figura 8 Concentração de extrato etéreo (EE) do feno de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de MS, durante o período de armazenagem.

De forma geral, houve redução em 12,28% quando comparado o teor de EE da forragem no momento do enfardamento (1,1%) e após 120 dias de armazenagem (0,7%). Esse comportamento foi semelhante aos resultados registrados por Greenhill et al. ⁽³³⁾, durante nove

meses de avaliação das alterações da composição química de feno de azevém, trevo e alfafa sob diferentes umidades (7,12 e 17%) e temperatura (16 à 36°C).

No que se refere a DIVMS dos fenos produzidos com diferentes tecnologias (Figura 9) constatou-se que houve efeito significativo para horário de corte, umidade no enfardamento, período de armazenamento e para a interação umidade × período de armazenagem. Comparando-se os valores de DIVMS no momento de enfardamento e após 90 dias de armazenagem no teor de umidade 15%, constata-se que houve redução de 4,12% na digestibilidade da forragem. Essa redução na qualidade da forragem pode ser atribuída as perdas de componentes não estruturais da forragem durante o armazenamento, e concentração dos componentes fibrosos como observado na Figura 7.

De acordo com Coblenz et al. ⁽³⁴⁾, a ação dos microrganismos e reações de oxidação durante o armazenamento, diminuem principalmente os teores dos componentes solúveis, que representam a fração de maior digestibilidade. Como fica evidente de forma geral neste estudo, o tempo de armazenamento resultou em redução de carboidratos não fibrosos, aumento da fração FDN com conseqüente diminuição da digestibilidade, com efeitos mais evidentes no feno enfardado com 20% de umidade.

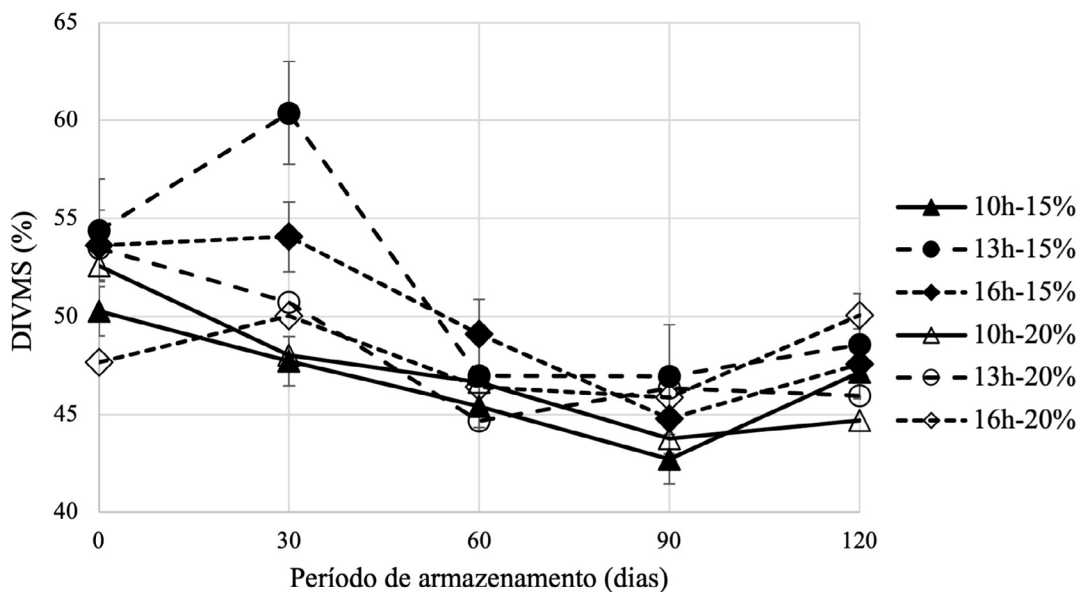


Figura 9 Digestibilidade "in vitro" da matéria seca (DIVMS) do feno de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de MS, durante o período de armazenagem.

No estudo de degradação ruminal (Tabela 4), independentemente do horário do corte e do teor de umidade no enfardamento não ocorreu alteração significativa para as frações a e b dos fenos. No entanto, houve efeito da umidade no enfardamento na taxa de passagem e na degradabilidade efetiva, sendo a umidade de 15% superior à umidade 20%. Este resultado pode ser atribuído ao maior teor de FDN dos fenos enfardados com 20% de umidade (Figura 7), associado aos teores de CNF em cada tratamento (Figura 6). À medida que a taxa de passagem aumenta a degradabilidade efetiva diminui. Este resultado corrobora com o encontrado De Carvalho et al. ⁽³⁵⁾, no estudo com fenos de Colônia, Tifton e Braquiária.

Tabela 4 Degradabilidade ruminal do feno de *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás, produzido em diferentes horários de corte e enfardado em dois teores de umidade.

Variável	Horário de corte			Umidade Enfardamento		EPM	P-Valor		
	10h	13h	16h	15%	20%		H	U	H×U
Fração a	60,2	60,5	59,8	60,8	59,6	0,38	0,79	0,14	0,59
Fração b	39,8	39,5	40,2	39,2	40,4	0,38	0,79	0,15	0,59
kd, %/h	2,1	2,3	2,1	2,4 ^a	2,0 ^b	0,10	0,43	0,04	0,32
DE 4%	73,7	74,8	73,5	75,2 ^a	72,8 ^b	0,56	0,49	0,03	0,29
DE 6%	70,4	71,40	70,1	71,8 ^a	69,5 ^b	0,53	0,5	0,03	0,30
DE 8%	68,4	69,3	68,1	69,7 ^a	67,5 ^b	0,51	0,53	0,03	0,31

MS = Matéria seca, kd = Taxa de degradação da fração b, DE = Degradabilidade efetiva, considerando-se taxa de passagem de 4%, 6% e 8%/h. H = efeito do horário de corte, U = efeito da umidade, HxU = efeito da interação entre horário de corte e umidade. Letras iguais, maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$); EPM = erro padrão da média

4. Conclusão

O corte da forragem no período da tarde aumenta as perdas no campo para a forragem enfardada com baixo teor de umidade e reduz perdas no enfardamento com alta umidade. O melhor horário de corte da forragem para fenação é no período da tarde entre 13:00 e 16:00 horas. A extensão do período de armazenamento associado ao maior teor de umidade no enfardamento tem implicações negativas na composição química do feno, com consequente redução na degradabilidade ruminal efetiva e na digestibilidade da matéria seca.

Declaração de conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Contribuições do autor

Conceitualização: Saute, J.M., Metodologia: Jobim, C.C., Software: Jobim, C.C., Curadoria de dados: Saute, J.M., Investigação: Saute, J.M., Validação: Jobim, C.C., Análise formal: Saute, J.M., Supervisão: Jobim, C.C., Aquisição de financiamento: Jobim, C.C., Visualização: Tres, T.T., Administração do projeto: Jobim, C.C., Recursos: Jobim, C.C., Redação – rascunho original: Saute, J.M., Tres, T.T., Redação – revisão e edição: Tres, T.T.

Referências

- Fonseca, DM, Martuscello, JA. Plantas forrageiras. 2ed. Viçosa, MG: Editora UFV; 2022. 591p.
- Azevedo ACCG, Costa KAP, Collao-Saenz EA, Dias FJS, Severiano EC, Cruvinel WS. Nutritional value of Xaraes and Piata palisade grass silages prepared with additives or wilting. Acta Scientiarum. Animal Sciences. 2014; 36(1):25-31. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v36i1.18993>
- Reis RA, Basso FC, Roth APTP. Forragicultura, Ciência, Tecnologia e Gestão dos recursos Forrageiros. Jaboticabal. 1ª Edição; 2013. 699p.
- Rotz CA, Shinnors KJ, Dugman M. Hay Harvest and Storage. In: Moore KJ, Collins M, Nelson CJ, Redfearn DD. (eds.) Forages: The Science of Grassland Agriculture. 2022; p. 749-765. <https://doi.org/10.1002/9781119436669>
- Nascimento KS, Edvan RL, Ezequiel FLS, Azevedo FL, Barros LS, Araujo MJ, Bezerra LR, Biagiotti D. Morphological and morphometric characteristics, drying rate, and chemical composition of forage grasses grown for hay production. Semina: Ciências Agrárias. 2020; 41: 1037-1046. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n3p1037>

6. Dantas CCO, Negrão FM. Fenação e ensilagem de plantas forrageiras. *Pubvet*. 2010; 4(40).
7. De Oliveira FCL, Sanchez JMD, Vendramini JMB, Lima, CG, Luiz PHC, Rocha CO, Pereira LET, Herling VR. Diurnal vertical and seasonal changes in non-structural carbohydrates in Marandu palisade grass. *The Journal of Agricultural Science*. 2017; 1(8). <https://doi.org/10.1017/S0021859618000394>
8. De Oliveira FCL, Sanchez JMD, Vendramini JMB, Lima CG, Luiz PHC, Rocha CO, Pereira LET, Herling VR. Time to move beef cattle to a new paddock: forage quality and grazing behaviour. *The Journal of Agricultural Science*. 2019; 1(10). <https://doi.org/10.1017/S0021859619000133>
9. Pelletier S, Tremblay GF, Belanger G, Bertrand A, Castonguay Y, Pageau D, Drapeau R. Forage nonstructural carbohydrates and nutritive value as affected by time of cutting and species. *Agronomy Journal*. 2010; 102. <https://doi.org/10.2134/agronj2010.0158>
10. Morin C, Bélanger G, Tremblay GF, Bertrand A, Castonguay Y, Drapeau R, Michaud R, Berthiaum R, Allard G. Short communication: diurnal variation of nonstructural carbohydrate and nutritive value in timothy. *Canadian Journal of Plant Science*. 2012; 92(5): 883-887. 2012. <https://doi.org/10.4141/cjps2011-272>
11. Ribeiro MG, Tres TT, Bueno AVI, Daniel JLP, Jobim CC. Effect of cutting time and storage time on the nutritional value of stargrass hay. *Acta Scientiarum*. 2024; 46:2-9. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v46i1.63835>
12. Evangelista, AR, Lima, JA. Conservação de alimentos para bovinos. *Informe Agropecuário*. Belo Horizonte, 2013; 34(277), 43-52.
13. Neres MA, Ames JP. Novos aspectos relacionados à produção de feno no Brasil. *Scientia Agraria Paranaensis*. 2015; 14(1): 10-17. <https://doi.org/10.18188/sap.v14i1.11138>
14. EMBRAPA Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 171p.
15. IBGE Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística. Manual Técnico de Pedologia. Rio de Janeiro; 2007. 191p.
16. Da Silva SC, Júnior DDN. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2007; 36:121-138. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000014>
17. Gobbi KF, Lugão SMB, Bett V, Abrahão JJS, Tacaiama AAK. Massa de forragem e características morfológicas de gramíneas do gênero brachiaria na região do arenito Caiuá/PR. *Boletim de Industria Animal*. 2018; 75:1-9. <https://doi.org/10.17523/bia.2018.v75.e1407>
18. AOAC Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. Arlington, VI, USA: AOAC. 1990.
19. Mertens DR. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucible: Collaborative study. *Journal of AOAC international*. 2002; 85(6).
20. Hall MB. Neutral detergent-soluble carbohydrates. Nutritional relevance and analysis, Bulletin 339, Gainesville: University of Florida; 2000. 76 p.
21. Sniffen CJ, O'connor DJ, Van Soest PJ, Fox DG, Russell JB. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*. 1992; 70: 3562-3577. <https://doi.org/10.2527/1992.70113562x>
22. Weiss WP. Energy prediction equations for ruminant feeds. *Journal of Animal Science*. 1999; 2:1-10.
23. Kears LC. Nutrient requirements of ruminants in developing countries. International Feedstuff Institute. Utah State University, Logan, Utah: 1982. 381p. <https://doi.org/10.26076/6328-a024>
24. Holden LA. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. *Journal of Dairy Science*. 1999; 82. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75409-3](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75409-3)
25. Orskov ER, McDonald I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*. 1979; 92, 499-503. <https://doi.org/10.1017/S0021859600063048>
26. SAS INSTITUTE. Property software release 8. Cary, 1999. 956p.

27. Yari M, Valizadeh R, Naserian AA, Ghorbani GR, Rezvani Moghaddam P, Jonker A, Yu P. Botanical traits, protein and carbohydrate fractions, ruminal degradability and energy contents of alfalfa hay harvested at three stages of maturity and in the afternoon and morning. *Animal Feed Science and Technology*. 2012; 172(3-4): 162-170. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2012.01.004>
28. Dong Z, Li J, Wang S, Dong D, Shao T. Time of day for harvest affects the fermentation parameters, bacterial community, and metabolic characteristics of sorghum-sudangrass hybrid silage. *American society for microbiology*. 2022; 7(4). <https://doi.org/10.1128/msphere.00168-22>
29. Collins M. Hay Preservation effects on yield and quality. In: Moore KJ, Peterson MA. *Post-harvest physiology and preservation of forages*. Madison: WI: CSSA Special Publications; 1995; 67-90. <https://doi.org/10.2135/cssaspecpub22>
30. Reis RA, Moreira AL, Pedreira MS. Técnicas para produção e conservação de forragem de alta qualidade In: *Simpósio sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas*, Maringá; 2001. p. 1-39.
31. Rotz CA, Abrams SM. Losses and Quality Changes During Alfalfa Hay Harvest and Storage. *American Society of Agricultural Engineers*. 1988. <https://doi.org/10.13031/2013.30713>
32. Coblenz WK, Turner JE, Scarbrough DA, Lesmeistes KE, Johnson ZB, Kellogg DW, Coffey KP, Mcbeth LJ, Weyers JS. Storage Characteristics and Nutritive Value Changes in Bermudagrass Hay as Affected by Moisture Content and Density of Rectangular Bales. *Crop Sci*. 2000; 40:1375–1383. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.4051375x>
33. Greenhill WL, Couchman JF, De Freitas J. Storage of hay, Effect of Temperature and Moisture on Loss of Dry Matter and Changes in Composition. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 1961; 12. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740120406>
34. Coblenz WK, Coffey KP, Young AN, Bertram MG. Storage characteristics, nutritive value, energy content, and in vivo digestibility of moist, large rectangular bales of alfalfa-orchardgrass hay treated with a propionic acid-based preservative. *Journal of dairy Science*. 2013; 96(4), 2521-2535. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6145>
35. De Carvalho GGP, Pires A JV, Veloso CM, Da Silva FF, Silva C. Degradabilidade ruminal de fenos de forrageiras tropicais. *R. Bras. Agrociência*. 2006; 12(1):81-85.