

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

GABRIELA THAÍS KLAHR

**VALOR NUTRICIONAL DE PRÉ-SECADOS DE AZEVÉM POTRO SOB
DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E ETAPAS DE PRODUÇÃO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Uruguaiana, RS - Brasil

2019

GABRIELA THAÍS KLAHR

**VALOR NUTRICIONAL DE PRÉ-SECADOS DE AZEVÉM POTRO SOB
DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E ETAPAS DE PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência Animal da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal.

Uruguaiana, RS - Brasil

2019

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

63v Klahr, Gabriela Thais
Valor nutricional de pré-secados de azevém potro sob
diferentes estratégias de adubação e etapas de produção /
Gabriela Thais Klahr.
60 p.

Dissertação (Mestrado)-- Universidade Federal do Pampa,
MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL, 2019.
"Orientação: Deise Dalazen Castagnara".

1. composição nutricional. 2. fertilizantes. 3. forragem
conservada. 4. Lolium multiflorum. 5. ruminantes. I. Título.

GABRIELA THAÍS KLAHR

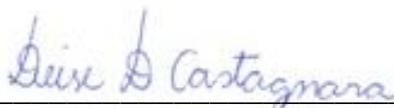
**VALOR NUTRICIONAL DE PRÉ-SECADOS DE AZEVÉM POTRO SOB
DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E ETAPAS DE PRODUÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência Animal da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal.

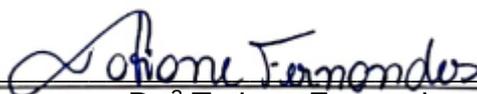
Área de concentração: Produção Animal

Dissertação defendida e aprovada em 11 de março de 2019

Banca examinadora:



Prof.^a Dr.^a Deise Dalazen Castagnara - UNIPAMPA
Orientadora
Universidade Federal do Pampa



Dr.^a Tatiane Fernandes
Universidade Federal da Grande Dourados



Dr.^a Alexandra Pretto
Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA



Prof.^a Dr.^a Luciane Rumpel Segabinazzi
Universidade Federal do Pampa – UNIPAMPA

Dr.^a Vanessa Fernandes Araujo
Colégio Agrícola Municipal - Uruguaiana

Dedico este trabalho aos meus pais.

Obrigada por serem fiéis apoiadores dos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a toda minha família por acreditarem que eu pudesse chegar até aqui e por oferecerem todo o suporte para que esse dia se concretiza-se. Amo-vos.

À minha orientadora Deise. Muito obrigada pelos ensinamentos e atenção dedicados a mim. Você é minha inspiração no meio acadêmico. Te amo.

Aos estagiários e pós-graduandos do laboratório de Nutrição Animal da UNIPAMPA. Gracias por todos os auxílios nas análises de laboratório e pelos dias digamos pitorescos, embalados por músicas atípicas.

À Universidade Federal do Pampa, que me acolheu desde o período de graduação até o dia de hoje.

A todos os professores que se dedicaram em passar todo o conhecimento possível e que tive o privilégio de ser aluna.

À empresa Atlântica Sementes pelo financiamento do projeto, e pelas contribuições na realização da sua fase inicial.

Aos amigos de longa data e aos que conheci durante esta trajetória acadêmica.

A todos que emitiram boas energias, sejam elas físicas através de um abraço, sonoras na forma de uma palavra amiga ou de frequências perceptíveis, porém ainda não fundamentadas, meu muito obrigado.

**“Muitos dos nossos sonhos parecem impossíveis,
depois improváveis e depois inevitáveis.”**

Christopher Reeve

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal
Universidade Federal do Pampa

VALOR NUTRICIONAL DE PRÉ-SECADOS DE AZEVÉM POTRO SOB DIFERENTES ESTRATÉGIAS DE ADUBAÇÃO E ETAPAS DE PRODUÇÃO

AUTORA: Gabriela Thaís Klahr
ORIENTADORA: Deise Dalazen Castagnara
Uruguiana, RS - Brasil, março de 2019

Conservação de forragens tem como princípio armazenar a matéria prima a fim de assegurar a sua qualidade. Objetivou-se com este estudo avaliar o perfil nutricional do azevém Potro, conservado na forma de pré-secado, submetido a diferentes estratégias de adubação aplicada na base e cobertura. O perfil fermentativo foi estudado por meio da determinação do conteúdo de matéria seca, pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃). Na avaliação do perfil nutricional, estudou-se a composição bromatológica, as frações de carboidratos (COH) e a capacidade de ingestão da forragem por peso vivo (CMSPV). No material fresco, a adubação de base combinada com a de cobertura, apresentou redução nos teores de proteína bruta (PB). Os teores de COH foram maiores na ausência de adubação de base e com aplicação de 20 Kg/N/ha. Tanto a adubação de base com a de cobertura promoveram maiores teores de carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e fração de A+B1 dos COH no material fresco, conforme foi aplicado maiores doses dos adubos. As doses de 20 Kg/N/ha e 40 Kg/N/ha em cobertura, promoveram os melhores valores de pH ao final do período fermentativo. A ausência de adubação de cobertura e a aplicação de 20 Kg/N/ha, refletiram nas melhores quantidades de fibra em detergente neutro (FDN) para pré-secados, 568,84 g/Kg e 557,09 g/Kg, respectivamente. O CMSPV apresentou melhores valores na dose de 10Kg/N/ha. De acordo com os resultados obtidos, o cultivar de azevém Potro pode vir a ser armazenado na forma de pré-secado, apresentando qualidade nutricional satisfatória em diferentes estratégias de adubação de base e cobertura.

Palavras-chave: composição nutricional, fertilizantes, forragem conservada, *Lolium multiflorum*, ruminantes

ABSTRACT

Dissertation of Master`s Degree
Program of Post-Graduation in Animal Science
Federal University of Pampa

NUTRITIONAL VALUE OF PRE-DRYING OF RYEGRASS POTRO UNDER DIFFERENT FERTILIZATION STRATEGIES AND PRODUCTION STAGES

AUTHOR: Gabriela Thaís Klahr
ADVISOR: Deise Dalazen Castagnara
Uruguaiana, RS – Brazil, March of 2019

Forage conservation has the principle of storing the raw material in order to ensure its quality. The objective of this study was to evaluate the nutritional profile of foal ryegrass, preserved as pre-dried, submitted to different fertilization strategies applied at base and cover. The fermentation profile was studied by determination of dry matter content, pH and ammoniacal nitrogen (N-NH₃). In the evaluation of the nutritional profile, we studied the bromatological composition, the carbohydrate fractions (A + B1, B2 and C) and the consumption of dry matter in relation to live weight (CDMLW). In the fresh material, the combined base and cover fertilization showed a reduction in crude protein (CP). The carbohydrates levels were higher in the absence of base fertilization and with application of 20 Kg/N/ha. Both basal and cover fertilization promoted higher levels of non-fibrous carbohydrates (NFC), total digestible nutrients (NDT) and A + B1 fraction of carbohydrates in the fresh material, as higher fertilizer doses were applied. The doses of 20 kg/N/ha and 40 Kg/N/ha in coverage, promoted the best pH values at the end of the fermentation period. The absence of cover fertilizer and the application of 20 Kg/N/ha, reflected in the best amounts of neutral detergent fiber (NDF) for pre-dried, 568.84 g/Kg and 557.09 g/Kg, respectively. The CDMLW presented better values in the dose of 10 Kg/N/ha. According to the results obtained, the ryegrass Potro can be stored as pre-dried, presenting satisfactory nutritional quality in different strategies of basic fertilization and coverage.

Keywords: fertilization, *Lolium multiflorum*, nutritional composition, preserve forage, ruminants

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental	30
Tabela 2. Análise de variância da composição bromatológica do azevém cv Potro em diferentes etapas de produção, com adubação de base e cobertura	35
Tabela 3. Alterações fermentativas e bromatológicas em pré-secados do azevém cv Potro sob doses de nitrogênio na desidratação, fermentação e utilização	37
Tabela 4. Composição bromatológica de pré-secados de azevém na presença e ausência da adubação de base ao longo dos processos de desidratação, fermentação e utilização	39
Tabela 5. Componentes da parede celular, nutrientes digestíveis totais (NDT) e capacidade de consumo de MS (CMSPV) em pré-secados do azevém cv Potro sob doses de nitrogênio na desidratação, fermentação e utilização	40
Tabela 6. Frações de carboidratos em pré-secados do azevém cv Potro sob doses de nitrogênio na desidratação, fermentação e utilização	442

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Condições climáticas durante crescimento vegetativo do azevém cv Potro submetido a adubações de base e cobertura em Piraí do Sul - PR	31
Figura 2. Condições climáticas durante o período de desidratação do azevém cv Potro submetido a adubações de base e cobertura em Piraí do Sul - PR	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

% - porcentagem

°C - grau Celsius

cm - centímetro

g - grama

ha - hectare

kg - quilograma

kg/m³ - quilogramas por metro cúbico

ml - mililitro

mm - milímetro

O₂ - oxigênio

pH - potencial hidrogeniônico

t- tonelada

LISTA DE SIGLAS

CE – carboidratos estruturais
CEL – celulose
CF – carboidratos fibrosos
CMS – consumo de matéria seca
CMSPV – consumo de matéria seca por peso vivo
CNE – carboidratos não estruturais
CNF – carboidratos não fibrosos
COHT - carboidratos
CV - cultivar
FDA - fibra em detergente ácido
FDN - fibra em detergente neutro
Frac A+B1 – fração A+B1 dos carboidratos
Frac B2 – fração B2 dos carboidratos
Frac C – fração C dos carboidratos
HEM – hemicelulose
LIG - lignina
MM - matéria mineral
MO - matéria orgânica
MS - matéria seca
N - nitrogenio
NDT - nutriente digestível total
NIDA - nitrogênio insolúvel em detergente ácido
NIDN - nitrogênio insolúvel em detergente neutro
N-NH3 - nitrogênio amoniacal
PB - proteína bruta
PIDA – proteína insolúvel em detergente ácido
PIDN - proteína insolúvel em detergente neutro
PVC - *Polyvinyl chloride* (Policloreto de Vinila)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1 Conservação de alimentos volumosos para ruminantes	16
2.2 Processo de pré-secagem	17
2.3 Pré-secados no Brasil.....	19
2.4 Fatores que influenciam a qualidade do pré-secada	20
2.5 Uso de adubação na qualidade de forragens pré-secadas e fermentação ..	22
2.6 Utilização do Azevém para pré-secado	24
3 OBJETIVOS.....	26
3.1 Geral	26
3.2 Específicos	26
4 ARTIGO CIENTÍFICO	27
Resumo:.....	28
Introdução.....	29
Materiais e métodos	30
Discussão	42
Agradecimentos	48
Conclusão	48
Referências	49
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

1 INTRODUÇÃO

Nos sistemas de produção animal, a alimentação representa a maior parte dos custos, sendo imprescindível a busca por alternativas aplicáveis a campo que minimizem despesas e promovam desempenho eficiente.

No fornecimento de forragens aos ruminantes ao longo do ano, tem-se a ocorrência da estacionalidade produtiva, causada pela queda da temperatura e luminosidade. Esse cenário contrasta com queda da produtividade animal e uma das alternativas encontradas pelo homem para contornar as perdas produtivas durante esse período crítico, é a conservação de forragens (FLUCK *et al.*, 2018).

Entre as práticas de armazenamento comumente empregadas por pecuaristas, destacam-se a fenação, ensilagem e enfardamento. Tais processos têm como objetivo, preservar a qualidade da matéria natural com o mínimo de perdas durante a secagem e o armazenamento (GUIMARÃENS *et al.*, 2016; MEINERZ *et al.*, 2015). Porém, comparativamente à produção de silagens, o método de fenação apresenta alguns entraves que podem comprometer a qualidade final da forragem obtida. Dentre estes, destacam-se o maior tempo de exposição ao ar e maior exigência de equipamentos e mão-de-obra. Nesse contexto, e visando diminuir os riscos e custos que apresenta o processo de fenação, uma opção interessante para a conservação das forragens é a pré-secagem. Nesta técnica, a forragem é pré-seca com posterior enfardamento e embalagem, obtendo-se o ambiente anaeróbico necessário para a fermentação (NATH *et al.*, 2018).

A pré-secagem é uma etapa extremamente necessária para a preparação das forragens à produção de pré-secados, pois coincidindo com a fase vegetativa de maior valor nutricional, as plantas apresentam alto percentual de umidade. Desta maneira, a remoção parcial da água assegura uma baixa incidência de fermentações secundárias e uma menor perda de nutrientes por efluentes durante o armazenamento (McDONALD *et al.*, 1991; NATH *et al.*, 2018). Contudo, ocorrem alterações na composição química das plantas durante o processo de secagem, recolhimento e armazenagem (JOBIM *et al.*, 2007).

Diversas forrageiras podem ser utilizadas para a produção de pré-secados, incluindo gramíneas e leguminosas estivais e hibernais. O azevém (*Lolium*

multiflorum) apresenta elevado potencial para produção de pré-secados, devido à capacidade de adaptação às diferentes condições climáticas e rapidez de desidratação. Além disso, possui alta proporção de folhas e colmos finos e reconhecido por suas propriedades produtivas e nutritivas (OLIVEIRA *et al.*, 2015; PEDROSO *et al.*, 2004; PELLEGRINI *et al.*, 2010). São conhecidos diversos cultivares (cv) de azevém, e entre eles, existe uma grande variabilidade genética, o que reflete em diferentes produtividades, composição nutricional, capacidade de adaptação ao ambiente de plantio e resistência a doenças (BALOCCHI; LOPEZ, 2009; CASSOL *et al.*, 2011). O aumento da produtividade, composição química e digestibilidade de forragens também são observados quando aplicada adubação no solo e no perfilhamento das plantas (CARVALHO *et al.*, 2004).

Em regiões do país onde é praticado o cultivo de culturas de verão como a soja e milho, é comum entre os produtores o aproveitamento do efeito residual da adubação nitrogenada. Nessas ocasiões não é realizada a prática de adubação de base na implantação de gramíneas, somente adubação de cobertura, o que pode afetar negativamente o crescimento e a composição bromatológica das plantas (CASSOL, *et al.*, 2011).

Neste contexto, tornam-se necessários estudos que busquem identificar estratégias de adubação para forrageiras com potencial para a ensilagem e avaliar as perdas decorrentes do processo de secagem desse material, visando aumentar a produtividade e qualidade do produto final.

Assim, objetiva-se com esse estudo, avaliar o perfil nutricional do azevém cultivar Potro, conservado na forma de pré-secado, submetido a diferentes estratégias de adubação aplicada na base e cobertura.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Conservação de alimentos volumosos para ruminantes

Os ruminantes possuem a capacidade de transformar alimentos volumosos que não competem com o consumo humano em fontes de energia, proteína, minerais e demais nutrientes necessários para suprir o metabolismo animal e atender as demandas produtivas. Gramíneas são fontes valiosas de nutrientes para ruminantes, sendo que a competitividade da atividade pecuária brasileira é em grande parte referente à produção animal a pasto, considerado o sistema pecuário mais econômico (BARCELLOS *et al.*, 2008; SKONIESKI *et al.*, 2011).

Não é problema recorrente apenas do Brasil a queda de produtividade dos animais no período de estacionalidade forrageira. Por se tratar de um período inevitável e que se repete a cada ano, pois ocorre devido a fatores climáticos, os produtores devem estar preparados para essas situações (DANTAS; NEGRÃO, 2010). Entre outras práticas, a conservação de alimentos através da ensilagem tem gerado ótimos resultados, devido à facilidade de processamento, armazenamento e pela qualidade final do produto, quando bem conduzidos.

Quando se refere à conservação de alimentos para a produção de volumosos no Brasil, temos a disposição várias plantas e processos empregados para esse fim, como silagens de sorgo, milheto, milho, de gramíneas e fenos de diferentes forragens.

Em relação à silagem, a planta de milho é a forrageira mais utilizada por apresentar alta produção de matéria seca por área, boa qualidade nutricional, além de composição bromatológica adequada para o armazenamento (RIBEIRO JUNIOR *et al.*, 2011). Porém, o crescimento e o desenvolvimento do milho são limitados pela água, temperatura e luminosidade, sendo seu plantio viável no período das águas (CRUZ *et al.*, 2010). Desta maneira, a possibilidade de aproveitamento de gramíneas anuais de estação fria para a produção de pré-secados é justificada pelo fato de que essas forrageiras não competem em relação às áreas de plantio com as culturas de grãos. Mesmo em sistemas de pastejo, o excedente das forrageiras

também pode ser aproveitado, conservando a biomassa para épocas com limitação de alimentos (VILLALOBOS; ARCE, 2016).

O armazenamento de gramíneas na forma de pré-secado no Brasil tem ganhado mais adeptos nos últimos anos, sendo que as plantas mais utilizadas são o capim-elefante, braquiárias, aveia, azevém e dos gêneros *Cynodon* e *Panicum* (DANTAS e NEGRÃO, 2010; EVANGELISTA *et al.*, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2015). No entanto, as baixas concentrações de açúcares solúveis e de matéria seca no estágio vegetativo da planta, que é o ponto ideal para o corte, contribuem para o alto poder tampão durante o processo de fermentação de gramíneas (MUCK, 1990). Por apresentar essas limitações, o processo de ensilagem de gramíneas verdes apresenta características indesejáveis, pois favorecem a ocorrência de fermentações secundárias, resultando em perdas quanti e qualitativas (McDONALD *et al.*, 1991). Nestes casos, o processo de secagem da planta, visando reduzir a umidade antes do material ser ensilado é imprescindível para a obtenção de um volumoso de qualidade.

2.2 Processo de pré-secagem

Visando a qualidade da ensilagem de gramíneas, incluindo os pré-secados, a pré-secagem, ou também chamada de emurchimento da planta, é um processo extremamente necessário na conservação, pois proporciona a redução da água disponível na forragem, melhorando os aspectos fermentativos (NATH *et al.*, 2018) e reduzindo perdas por efluentes (VAN SOEST, 1994). Nesta técnica, a retirada de umidade da planta consiste na remoção parcial da água da forragem, por meio de exposição ao sol com ou sem movimentações, quando esta possui teores elevados, ou seja, superiores a 600 g/kg (60%).

Através da pré-secagem, o corte das plantas pode ser realizado ainda no período vegetativo, o que assegura maiores teores de proteína quando comparado ao processo de fenação. Na fenação, as plantas são cortadas no início do estágio reprodutivo, para obtenção de maiores teores de MS na forragem colhida. Ainda, comparativamente à pré-secagem, a fenação causa maiores perdas protéicas

devido ao maior tempo de exposição ao sol, o que acarreta o desenvolvimento da reação de *Maillard* (VAN SOEST, 1994).

No período vegetativo, quando ocorre o corte para a ensilagem, as plantas forrageiras apresentam teor de umidade entre 80 e 85%, e logo após o corte, a forragem é espalhada no campo, onde a umidade é reduzida rapidamente para 65% através das perdas pelos estômatos, pois a perda de água é intensa em plantas ainda vivas. Após morta, a planta continua perdendo água através da cutícula, sendo que o recolhimento das gramíneas é realizado quando as plantas atingem a umidade próxima a 45% (MOSER, 1995). Atingindo o teor de matéria seca necessário, a forragem é recolhida e ensilada e o produto gerado a partir desse processo é denominado de pré-secado ou *haylage*, que significa em inglês um intermediário entre feno e silagem (*hay* = feno e *silage* = silagem).

A desidratação da planta é influenciada por alguns parâmetros ambientais, que são inerentes à própria planta e de manejo, que otimizam ou prejudicam a conservação da qualidade da forragem. Durante a perda de umidade da planta a campo, logo após o corte, a radiação solar, temperatura, umidade do ar e velocidade do vento, interferem diretamente sobre a taxa de secagem, sendo a exposição a campo ajustada para períodos de 4 a 6 horas (ROTZ, 1995). A cutícula é uma camada cerosa que cobre a superfície das plantas e que previne a ocorrência de danos físicos, assim como diminui a perda de componentes da planta por lixiviação e do excesso de umidade. Os estômatos também são importantes na desidratação da planta, sendo a via por onde aproximadamente 85% do total de água no interior da planta é perdida, mesmo após o corte (NERES; AMES, 2015; ROTZ *et al*, 1994).

As plantas apresentam diminuição da relação folha/caule, assim como diminui a qualidade nutricional e conteúdo de água de acordo com o avanço no desenvolvimento vegetativo, alterando o tempo necessário para desidratação da planta conforme a idade (VAN SOEST, 1994). Para o processo de pré-secagem, o baixo teor de umidade na planta é favorável para acelerar a desidratação, porém é prejudicial em relação à qualidade nutricional do pré-secado. Os manejos realizados a campo, como a viragem e revolvimento do material enleirado, se forem realizados nas primeiras horas pós corte, auxiliam na rápida perda de umidade, pois proporcionam maior circulação de ar (BAYAO *et al*, 2016).

Para o armazenamento do pré-secado são empregados diferentes processos, podendo ser conservada na forma de rolos ou fardos revestidos com um filme plástico especial ou em silos com uso de lonas para a vedação, que possuem como propósito em comum, manter o alimento em anaerobiose assegurando a qualidade da forragem verde.

2.3 Pré-secados no Brasil

O Brasil possui extensa área territorial, com mais de 850 milhões de ha, representado aproximadamente 20% do total das terras agricultáveis no mundo (BATISTA FILHO, 2007; IBGE, 2017). Disponibilidade de área aliada a condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento de diversas plantas, resulta em enorme potencial para a produção de alimentos a baixo custo (FERRAZ; FELICÍO, 2010). Se destacando mundialmente pela criação de bovinos (ABIEC, 2016). A alimentação dos ruminantes baseada em pastagens, é afetada por flutuações estacionais na produção de forragens ao longo do ano. Estas flutuações, associadas à falta de planejamento alimentar das propriedades, aumentam os custos com a aquisição de concentrados a fim de suprir os déficits nutricionais dos animais nesses períodos críticos.

Como alternativa à produção de silagem de milho, volumoso amplamente utilizado pelos produtores, vem se destacando o uso da ensilagem de outras forrageiras como a cana de açúcar, gramíneas e leguminosas. As forrageiras conservadas são importantes fontes de energia de animais ao longo do ano, porém sendo de extrema importância nos períodos de baixa oferta de pastagens naturais ou plantadas (BERNARDES; CHIZZOTTI, 2012; RIBEIRO JUNIOR *et al.*, 2011).

Fluck *et al.* (2018), ao estudarem a ensilagem de azevém antes e após quatro meses de fermentação, observaram que a composição bromatológica do pré-secado foi semelhante ao do material verde, demonstrando assim, eficiência do método de conservação. Entretanto, a produção de pré-secados desta forrageira esbarra em entraves como o elevado teor de água, e a menor produção de MS por hectare quando comparada às forrageiras tropicais. Ainda, informações sobre

perdas ao longo do processo de produção e respostas às adubações sob condições particulares de clima não estão divulgadas no meio científico.

Em estudo avaliando a qualidade de pré-secados de Capim-marandu (BRS Piatã e BRS Paiaguás) adicionada ou não de leguminosa (Estilosante Campo Grande), foi observado que todos os pré-secados apresentaram qualidade satisfatória para as exigências de bovinos em manutenção, mesmo sem a adição de leguminosas (EPIFANIO *et al.*, 2016). No pré-secado com inclusão de 30% de leguminosa, o processo fermentativo ocorreu adequadamente, o que favorece a obtenção de forragem conservada com maior qualidade nutricional.

A conservação de Tifton 85 como pré-secado teve bons resultados conforme o estudo de Neres *et al.* (2014). Com teor de matéria seca aproximada de 28%, a forragem apresentou os melhores teores de proteína bruta, de pH e menores produções de amônia. No mesmo trabalho, avaliando o uso de aditivos no pré-secado, os pesquisadores observaram que a inclusão de casca de soja aumentou os teores de proteína bruta e o uso de quirera de milho promoveu a redução nos valores de Fibra em Detergente Neutro (FDN).

2.4 Fatores que influenciam a qualidade do pré-secada

O desafio na alimentação de ruminantes é aumentar a capacidade de ingestão sem prejudicar o rúmen, sendo que a fibra em detergente neutro (FDN) exerce grande interação com o consumo, influenciando no esvaziamento mais rápido do rúmen conforme o teor de FDN no alimento for mais baixo (VELHO *et al.*, 2007). Por caracterizar a parede celular das plantas (VAN SOEST, 1994), assegurar pré-secados com teores semelhantes de FDN aos da forragem original sugere eficiência na conservação dos nutrientes desta. Desafio significativo na produção de forragens conservadas, devido à diversidade de fatores que podem influenciar o valor nutricional destas.

Inicialmente, condições de solo, clima e adubações atuam na qualidade forrageira, proporcionando menor valor nutricional quanto mais adversas as condições dos fatores citados durante o crescimento das plantas. Adubações de semeadura, especialmente em solos de média/baixa fertilidade, estimulam a

produção forrageira e valor nutricional por proporcionarem maior equilíbrio entre os nutrientes absorvidos pelas plantas. Na cobertura, a aplicação de nitrogênio sob qualquer formulação de fertilizante incrementa além da produtividade, o conteúdo celular das plantas, elevando os teores de PB e reduzindo a parede celular. Aspectos relevantes nas decisões de manejo, pois a organização estrutural da planta e os tecidos que a constituem, influenciam a sua digestibilidade que possui relação direta com a composição bromatológica (CARVALHO; PIRES, 2008).

Após o corte, ao longo do período em que as plantas ficam expostas ao sol para a secagem, ocorrem perdas nutritivas, pois conforme Van Soest (1994), o calor causa perdas na matéria seca, e principalmente na digestibilidade da proteína devido a reação de *Maillard*. Considera-se que forragens cujas temperaturas não ultrapassem em 5 a 8°C a temperatura ambiente estão isentas de perdas proteicas ocasionadas pelo superaquecimento (KUNG *et al.*, 2018).

Neste contexto, quanto menor o tempo de exposição aos raios solares da forragem após o corte, com o objetivo de alcançar o teor de umidade necessária para a ensilagem, menores serão as modificações no valor nutricional da planta. Durante a pré-secagem, o conteúdo de matéria seca é aumentado, processo que além de benefícios para a fermentação, também contribui com a redução da atividade enzimática nas células das plantas, reduzindo as perdas nutricionais.

Após o enfardamento e embalagem plástica do pré-secado, instala-se no silo ou rolos o ambiente anaeróbico (HAN *et al.*, 2014). Este, associado às condições de MS obtidas na pré-secagem proporciona condições para o crescimento das bactérias ácido lácticas (SOUNDHARRAJAN *et al.*, 2017) e inibição do crescimento de microrganismos indesejáveis (NATH *et al.*, 2018). As bactérias ácido lácticas ocasionam a redução do pH, que na ausência de oxigênio assegura a preservação da forragem pré-secada.

Os microrganismos anaeróbios utilizam vários substratos da planta, diminuindo o valor nutritivo do pré-secado, sendo a respiração destes microrganismos considerada o agente que mais influencia a qualidade durante o período de fermentação (McDONALD *et al.*, 1991).

Durante o armazenamento da forragem pré-secada, a presença de microrganismos indesejáveis é prejudicial para a qualidade do volumoso, devido à competição por substratos com as bactérias lácticas (McDONALD *et al.*, 1991).

Também, em fenos armazenados observaram-se alterações nutricionais como o consumo de carboidratos solúveis, e no seu esgotamento o uso das pentoses presentes na hemicelulose para a geração de energia pelos microrganismos remanescentes. Em pré-secados, ocorre processo semelhante, porém, sempre facultado às condições de fermentação.

2.5 Uso de adubação na qualidade de forragens pré-secadas e fermentação

A aplicação de fertilização no solo durante o estabelecimento da forragem objetiva atender as necessidades de nutrientes da planta, visando elevar a sua produtividade. De acordo com Lopes *et al.* (2006), para alcançar uma tonelada de matéria seca, o azevém necessita de 20-30 kg de Nitrogênio, 6-10 kg de Fósforo na forma de P_2O_5 e 25-35 kg de Potássio na forma de K_2O .

O Fósforo (P) e o Potássio (K) são elementos essenciais à alimentação das plantas, desempenhando papéis importantes no metabolismo vegetal. O Fósforo participa principalmente no desenvolvimento das raízes e multiplicação das células, o que reflete na produtividade das culturas. Já o Potássio atua no metabolismo fisiológico, como na regulação da abertura e fechamento dos estômatos, transporte e armazenamento de carboidratos, síntese de proteínas e amido, sendo suas funções importantes na fase de indução da planta (TIBAU, 1983).

Entre os minerais, o nitrogênio é o que mais limita o desempenho produtivo de gramíneas, pois é fundamental ao crescimento das plantas, e desse modo, têm elevada exigência quando se busca aumentar a produção de forragens (LUPATINI *et al.*, 1998). Esse elemento é encontrado em baixas concentrações no solo, e na maior parte indisponível, sendo necessária a prática de adubação nitrogenada antecedendo a semeadura, também chamada de adubação de base. A adubação nitrogenada, quando aplicada no início do perfilhamento, influencia na produtividade e rapidez de crescimento das forragens (SKONIESKI *et al.*, 2011). Na região Sul do Brasil, onde há extensas áreas de plantio de culturas como a soja e milho, são comuns entre os produtores o aproveitamento do efeito residual da adubação nitrogenada fornecida a estas culturas de verão, não havendo a prática de adubação

de base nestas situações, o que pode afetar negativamente o crescimento das plantas (CASSOL *et al.*, 2011).

A adubação de cobertura, no início do perfilhamento do azevém tem como resposta uma maior densidade e rapidez de crescimento das plantas, visto que a época do perfilhamento dessa forrageira acontece no outono, e devido à queda da temperatura, prejudica a liberação do nitrogênio originário do solo (CARVALHO *et al.*, 2004).

No estudo de Pellegrini *et al.* (2010), avaliando o efeito de quatro níveis de adubação nitrogenada (0, 75, 150 e 225 Kg/N/ha) sobre o rendimento e qualidade de pastagens de azevém, verificaram que a produção de matéria seca por hectare (MS/ha) aumentou linearmente com as doses de N avaliadas, com rendimentos de 4203; 5696, 6851 e 7778 Kg/MS/ha conforme o incremento de nitrogênio. Pavinato *et al.* (2014), também encontraram aumento linear na produtividade do azevém, cv Barjumbo, em relação as aplicações de adubação nitrogenada. Foi observado neste trabalho que a maior dose do fertilizante (120 Kg) utilizado, foi o que apresentou máximo rendimento entre as doses de 0, 40, 80 e 120 Kg/N/ha estudadas, com produção de 5250 Kg/MS/ha.

Soares e Restle (2002) observaram que a adubação nitrogenada proporcionou a máxima produção de matéria seca em pastagem de tritcale e azevém na dose de 300 Kg/N/ha (7877 Kg/MS/ha), sendo que na dose de 450 Kg de N/ha, houve redução na produção de matéria seca (7662 Kg MS/ha), quando comparado com a dose de 300 Kg.

As espécies de plantas utilizadas para a confecção do pré-secado também influenciam na qualidade final do material. As gramíneas de clima tropical (C₄), por fixarem mais carbono em sua estrutura, apresentam altas produtividades de matéria seca, porém o teor de compostos indigestíveis é maior quando comparado a plantas de clima temperado (C₃), devido a menor espessura da parede celular das gramíneas C₃ (MOREIRA, 2006).

2.6 Utilização do Azevém para pré-secado

O azevém (*Lolium multiflorum*) caracteriza-se por uma espécie forrageira pertencente à família Poaceae. Tem como sua provável origem, a Bacia do Mediterrâneo, chegando ao Brasil através dos imigrantes italianos em 1875 (FLOSS, 1988). Trata-se de uma gramínea de clima temperado cultivada atualmente no mundo todo para diversos fins (SON *et al.*, 2019). No Brasil, está bastante difundida na Região Sul, sendo empregada principalmente como pastagem (MEDEIROS e NABINGER, 2001).

É uma gramínea anual de rota C_3 , com um sistema radicular fasciculado e hábito cespitoso, podendo atingir 1,2 metros de altura, com colmos cilíndricos e eretos, cuja altura pode atingir 60 centímetros. Suas folhas são finas, macias e brilhantes, apresentando de 2 a 4 mm de largura. As bainhas são cilíndricas e as folhas jovens são enroladas. A lígula é curta e as aurículas são abraçantes. A inflorescência é através de duas fileiras de espiguetas, com 15 a 20 cm de comprimento, contendo cerca de 40 espiguetas, com 10 a 20 flores férteis por espiga (CARVALHO *et al.*, 2004; CAUDURO *et al.*, 2007).

A utilização em grande escala desta forrageira é devido a sua adaptação ao clima, com temperatura ideal para seu desenvolvimento em torno de 18 a 20°C, alta produção de forragem, rebrote e qualidade nutricional (PEDROSO *et al.*, 2004; PELLEGRINI *et al.*, 2010).

Existe no mercado uma enorme oferta de cultivares de azevém, sendo que a principal diferença entre elas é genética, classificando as variedades em diplóides e tetraplóides. As espécies naturais de azevém se apresentam na forma diplóide ($2n=2x=14$ cromossomos) e através do melhoramento genético, realizou-se a duplicação cromossômica, com a produção de variedades tetraplóides ($2n=4x=28$ cromossomos), com o objetivo de aumentar os caracteres de interesse agrônomico. Dessa forma, a duplicação cromossômica aumenta o volume celular, e assim, os componentes celulares como a água, teores de carboidratos solúveis, proteínas e lipídios se elevam, o que acarreta melhores índices de digestibilidade (BALOCCHI; LÓPEZ, 2009; SMITH *et al.*, 2001). Deste modo, com volume celular maior, o peso

médio de mil sementes nos cultivares tetraplóides é de 3 a 4,5 g contra 2 a 2,5 g dos diplóides (BALASKO *et al.*, 1995).

O azevém é uma forrageira que apresenta boa palatabilidade, com valores elevados de proteína, minerais e alta digestibilidade. A época de florescência é geralmente em setembro e possui grande capacidade de ressemeadura natural. A produtividade varia com o manejo aplicado, podendo ultrapassar 10 toneladas de MS/ha (CARVALHO *et al.*, 2006).

Devido a pouca difusão da prática de pré-secagem de gramíneas no Brasil, os estudos relacionados a esse processo ainda são escassos. Os estudos que se referem à confecção de pré-secados, têm em sua maioria a utilização de capim-elefante e *Panicum maximum* para esse fim, devido à alta disponibilidade dessas forragens no país (DANTAS; NEGRÃO, 2010).

O Azevém apresenta grande potencial para a produção de pré-secado de boa qualidade, pois conforme Tamburini *et al.* (1995), que avaliou a composição bromatológica de diferentes pré-secados (trigo, centeio, triticale, cevada e azevém), concluíram que a digestibilidade e o teor de proteína bruta nos pré-secados de azevém emurhecido foi maior que o restante das culturas. Ainda na mesma pesquisa, os autores observaram que os cereais apresentaram maiores rendimentos de matéria seca que o pré-secado de azevém.

Conaghan *et al.* (2010), observaram que os pré-secados de dois cultivares de azevém perene (AberDart e Fennema), tiveram melhores fermentações quando a concentração de carboidratos solúveis na matéria seca era maior, o que indica que variedades tetraploides tem potencial maior para a produção de pré-secados com alta qualidade.

3 OBJETIVOS

3.1 Geral

Avaliar o perfil nutricional de um cultivar de azevém, conservado na forma de pré-secado, submetido a diferentes estratégias de adubação, aplicada na base e cobertura.

3.2 Específicos

Em resposta às adubações e momentos de amostragem, caracterizar:

1. Composição bromatológica e perfil nutricional;
2. Identificar a melhor estratégia de adubação nas condições do estudo.

4 ARTIGO CIENTÍFICO

Os resultados que fazem parte desta dissertação estão apresentados em formato de um artigo científico, seguindo as normas da revista a qual será submetido. As seções Introdução, Materiais e Métodos, Resultados, Discussões e Referências Bibliográficas, encontram-se a seguir. O artigo científico intitulado: **Valor nutricional de pré-secados de azevém Potro sob diferentes estratégias de adubação e etapas de produção**, será submetido à revista: Spanish Journal of Agricultural Research após as correções da banca.

4.1 ARTIGO

Valor nutricional de pré-secados de azevém Potro sob diferentes estratégias de adubação e etapas de produção

Gabriela Thais Klahr*, Deise Dalazen Castagnara, Taiani Ourique Gayer***, Letícia Fraportti***; Neliton Flores Kasper*****

*Pós-Graduanda em Ciência Animal pela Universidade Federal do Pampa

**Professora adjunta a Universidade Federal do Pampa

***Graduandos em Medicina Veterinária pela Universidade Federal do Pampa

Resumo:

A finalidade da produção de forragens conservadas para animais é manter a qualidade do alimento verde, tendo-o a disposição em momentos oportunos. Objetivou-se com este estudo, avaliar o perfil nutricional do azevém Potro conservado na forma de pré-secado, submetido a diferentes estratégias de adubação aplicada na base e cobertura. O perfil fermentativo foi estudado por meio da determinação do conteúdo de matéria seca, pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃). Na avaliação do perfil nutricional, estudou-se a composição bromatológica, as frações de carboidratos e a capacidade de ingestão da forragem. No material fresco, a adubação de base combinada como a de cobertura, apresentou redução nos teores de proteína bruta (PB). Os teores de carboidratos (COH) foram maiores na ausência de adubação de base e com aplicação de 20 Kg/N/ha. Tanto a adubação de base como a de cobertura promoveram maiores teores de carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e fração de A+B1 de COH no material fresco, conforme foi aplicado maiores doses dos adubos. As doses de 20 Kg/N/ha e 40 Kg/N/ha em cobertura, promoveram os melhores valores de pH ao final do período fermentativo. A ausência de adubação de cobertura e a aplicação de 20 Kg/N/ha, refletiram nas melhores quantidades de fibra em detergente neutro (FDN) para pré-secados, 568,84 g/Kg e 557,09 g/Kg, respectivamente. O CMSPV do pre-secado, apresentou melhores valores na dose de 10Kg/N/ha. De acordo com os resultados obtidos no experimento, o cultivar de azevém Potro pode ser armazenado na forma de pré-secado, apresentando qualidade nutricional satisfatória em diferentes estratégias de adubação de base e cobertura.

Palavras-chave: composição nutricional, fertilizantes, forragem conservada, *Lolium multiflorum*, ruminantes

Introdução

O uso de forragens conservadas é uma estratégia alimentar necessária em ambientes que apresentam oscilações na oferta forrageira ao longo do ano. Os ruminantes têm grande capacidade de utilização dos componentes de forragens devido à relação simbiótica com microorganismos ruminais, sendo uma importante fonte de nutrientes para esse grupo de animais (Bianchini *et al.*, 2011; Kozloski, 2011).

Azevém é uma gramínea forrageira amplamente empregada no mundo todo devido a sua alta capacidade adaptativa, produtividade e qualidade nutricional (Pellegrini *et al.*, 2010; Westermeier *et al.*, 2016). Trata-se de uma gramínea base na produção de pastagens em regiões de clima temperado e devido a sua importância, nos últimos 40 anos notou-se um grande investimento na produção de novas variedades, a fim de identificar aquelas com melhores performances (McDonagh *et al.*, 2016). Recentemente conservada na forma de pré-secado, podendo ser utilizada em momentos de baixa oferta de alimento aos animais devido à estacionalidade forrageira e intempéries (Fluck *et al.*, 2018; Jobim *et al.*, 2007).

As baixas concentrações de carboidratos solúveis e de matéria seca presentes em gramíneas em pleno estágio vegetativo, estágio indicado como ideal para o corte por apresentar bom valor nutritivo, contribuem para o alto poder tampão durante o processo de fermentação, o que prejudica a qualidade do alimento conservado (Muck, 1990; Vilela, 1998). O processo de pré-secagem é uma técnica que melhora a qualidade do pré-secado de gramíneas por favorecer a rápida queda do pH, diminuindo a probabilidade da ocorrência de fermentações secundárias, que geram perdas de matéria seca (McDonald *et al.*, 1991; Nath *et al.*, 2018; Van Soest, 1994).

A utilização de adubação no solo, também chamada de adubação de base, aplicada no estabelecimento de alguma forragem, tem como propósito atender as necessidades de nutrientes da planta e assim, dar condições para que a planta expresse seu potencial produtivo. De acordo com Lopes *et al.*, (2006), para alcançar uma tonelada de matéria seca, o azevém necessita de 20-30 kg de Nitrogênio, 6-10 Kg de Fósforo na forma de P_2O_5 e 25-35 Kg de Potássio na forma de K_2O . A fertilização nitrogenada aplicada no início do perfilhamento da planta, conhecida

como adubação de cobertura, exerce influência na maior densidade e rapidez de crescimento das forragens (Skonieski *et al.*, 2011).

A pré-secagem de gramíneas é uma técnica necessária quando se busca alimentos com padrões qualitativos desejáveis e os fatores relacionados às plantas, ambiente e solo influenciam diretamente na produtividade, qualidade da forragem e comportamento das fermentações durante o período de conservação. Assim, objetivou-se com este estudo determinar o efeito da adubação de base e de diferentes doses em cobertura na qualidade fermentativa e nutricional de pré-secados do azevém Potro.

Materiais e métodos

Desenho experimental, material vegetal e descrição dos tratamentos

Para esse estudo, o ensaio experimental foi conduzido sob condições de campo, na região de Castro – PR/Brasil. O clima da região é do tipo Cfb - subtropical úmido mesotérmico, com verões frescos e ocorrência de geadas frequentes e severas no inverno, segundo classificação de Köppen. A média das temperaturas dos meses mais quentes é inferior a 22°C e dos meses mais frios é inferior a 18°C e a temperatura média anual está entre 17°C e 18°C. A precipitação média anual está entre 1600 e 1700 mm. O solo das áreas experimentais foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo, argiloso (Embrapa, 2013). Antes da adubação, foram retiradas amostras de solo (camada de 0-20 cm), para a determinação das características químicas (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental

pH	P	K ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	CTC	MO
H ₂ O	mg/dm ³			mmolc/dm ³				g/dm ³
5,1	17,5	2,65	51	<0,5	41,5	20,5	115,65	32

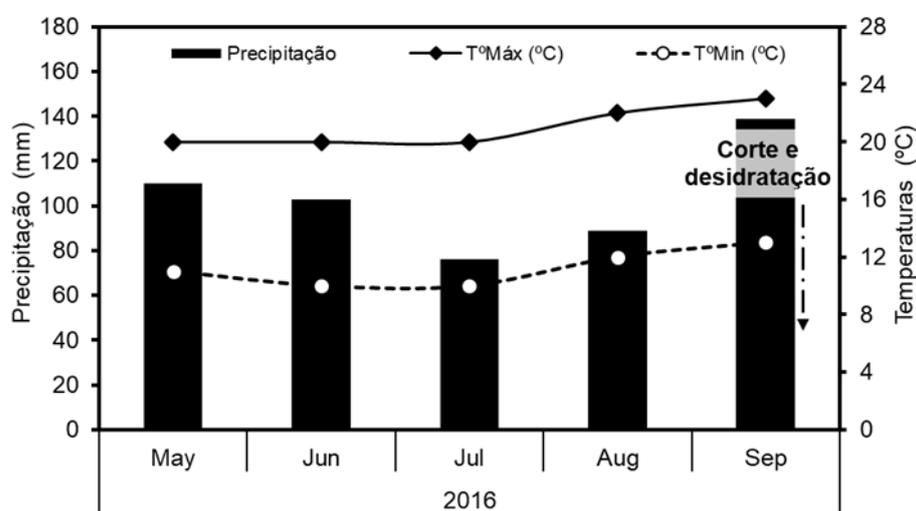
Ph – potencial hidrogênio; P – fósforo; K⁺ – potássio; H⁺+ Al⁺³ - hidrogênio mais alumínio; Al⁺³ - alumínio; Ca⁺² - Cálcio; Mg⁺² - magnésio; CTC – capacidade de troca de cátions; MO - matéria orgânica; H₂O - água.

Foi adotado o delineamento em blocos casualizados, em arranjo fatorial triplo 2x4x5, com quatro repetições. Como primeiro fator estudou-se a ausência e a

presença da adubação de semeadura, onde na presença da adubação utilizou-se 300 kg/ha do formulado 8:20:15 (N:P₂O₅:K₂O). No segundo fator foram estudadas doses de N (Nitrogênio) aplicadas na forma de ureia, nas dosagens de 0, 10, 20 e 40 Kg/ha, aplicadas na fase fenológica do perfilhamento. O terceiro fator estudado consistiu das etapas compreendidas durante a produção e utilização dos pré-secados. Neste foram contemplados as etapas do corte (Fresco), durante a secagem, divididos em dois períodos, primeira após seis horas de exposição (Desidratação) e outra após nove horas de exposição (Enfardamento), na abertura dos silos (Pré-secado), e após sete dias do fornecimento do pré-secado aos animais no cocho (Estabilidade).

Na semeadura, utilizou-se densidade de 22 Kg/ha de sementes do azevém Potro (tetraplóide) e semeadora tratorizada de fluxo contínuo com espaçamento de 0,17 m entre linhas. Durante o desenvolvimento da cultura, foram realizados os tratos culturais necessários recomendados.

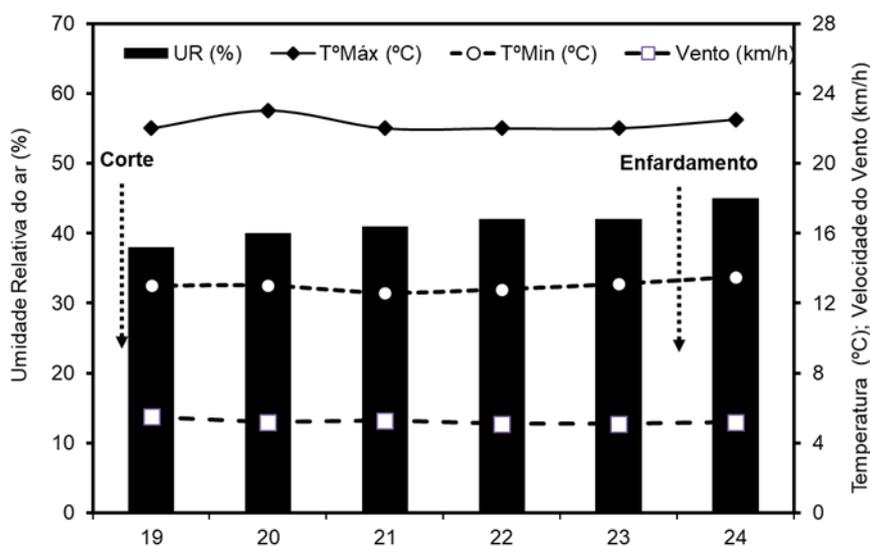
Figura 1. Condições climáticas durante crescimento vegetativo do azevém cv Potro submetido a adubações de base e cobertura em Pirai do Sul - PR



A colheita foi realizada quando as plantas se encontravam no estágio vegetativo pleno. Na colheita para a ensilagem, as plantas foram cortadas com ceifadeira e o material permaneceu desidratando no campo por nove horas para elevação da matéria seca até os valores recomendados para produção de pré-

secados (300 a 450 g/Kg), segundo McDonald *et al.* (1991). Após a desidratação, as plantas foram colhidas e trituradas em forrageira estacionária.

Figura 2. Condições climáticas durante o período de desidratação do azevém cv Potro submetido a adubações de base e cobertura em Piraí do Sul - PR



UR – umidade relativa

Processo de ensilagem

O processo de ensilagem foi conduzido na estação experimental da empresa Atlântica Sementes, fornecedora do material vegetal, localizada no município de Piraí do Sul – PR. As análises bromatológicas, fermentativas e microbiológicas foram conduzidas no Laboratório de Nutrição Animal e Forragicultura da Universidade Federal do Pampa, campus Uruguaiana – RS/Brasil.

A ensilagem foi realizada em silos experimentais, elaborados com canos de PVC, contendo 50 cm de altura e 10 cm de diâmetro. Foi depositado 2,355 kg de azevém triturado em cada silo. O material ensilado foi compactado manualmente, visando à densidade de ensilagem de 600 kg/m³. Os silos foram mantidos em ambiente arejado durante a fase fermentativa. Concluído o período estipulado para a fermentação (45 dias), os silos foram abertos, e procedeu-se a amostragem dos pré-secados.

Análises da bromatologia, estabilidade e pH

Após abertura dos silos experimentais, procedeu-se a homogeneização das amostras coletando-se 350 g de cada material para as análises bromatológicas, 100 g para perfil fermentativo e nove gramas para a análise de pH. Para a estabilidade aeróbica, o material ficou exposto sete dias e após, foi amostrado para a realização das análises bromatológicas (BOLSEN, 1996).

Para proceder as análises bromatológicas, as amostras foram pesadas e submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar, sob temperatura de 55 °C por 72 horas. Decorrida a secagem, tais amostras foram trituradas em moinho de facas tipo Willey, com peneira de crivo de um (1) mm. Foram analisados os teores de matéria seca (MS), por secagem a 105°C durante 12 horas (EASLEY *et al.*, 1965), teor de matéria orgânica (MO) foi calculado como 100 - matéria mineral (Método 942.05, Official Methods of Analysis, 1998). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos totais (COHT), celulose (CEL) e hemicelulose (HEM), foram realizados conforme Van Soest (1963), adaptado por utilizar saquinhos de poliéster (KOMAREK, 1993), submetidos à autoclavagem por 40 minutos a 110°C (SENGER *et al.*, 2008). Lignina (LIG) foi determinada com tratamento em ácido sulfúrico 72% (método 973.18, AOAC, 1997).

Os carboidratos foram fracionamento em três frações (A+B₁, B₂ e C), considerando a disponibilidade nutricional e a taxa de degradação ruminal. A fração A+B₁, é a soma da fração A, rapidamente degradável no rúmen E composta principalmente pelos carboidratos solúveis e a fração B₁, composta de amido e pectina, que possui taxa de degradação superior à taxa de passagem. A fração B₂, é composta pelos carboidratos fibrosos da parede celular, sua disponibilidade ruminal é lenta, susceptível aos efeitos da taxa de passagem. A fração C representa a parede celular indisponível, incluindo a lignina.

A proteína bruta foi estimada através do teor de nitrogênio total foi estimado pelo método de Kjeldahl (método 984.13, Official Methods of Analysis, 1995), modificado por usar solução de ácido bórico 5% (p/v) como receptor da amônia livre durante a destilação, e solução padrão de ácido sulfúrico para titulação. Os teores

de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram estimados de acordo com Licitra *et al.* (1996).

Na estimativa dos carboidratos e suas frações considerou-se a metodologia proposta por Sniffen (1992). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados segundo Bolsen (1996). No cálculo do consumo de matéria seca em porcentagem do peso vivo (CMSPV), foi utilizada a equação proposta por Mertens (1997), que consiste no valor numérico de 120 dividido pelo teor de FDN da forragem em MS.

Análise estatística

Os dados referentes às adubações de semeadura e etapas do processo de produção e utilização dos pré-secados foram submetidos à análise de variância adotando-se o teste F de Fisher (5%) e as médias foram comparadas por Tukey (5%). Para estudo das interações adotou-se a técnica do confundimento. Quando constatada a significância para as interações, procedeu-se o desdobramento. As doses de nitrogênio foram comparadas por meio de análise de regressão, testando-se os modelos linear e quadrático para os quais se considerou o teste T de Student ao nível de 5%.

Resultados

Interação entre tempo e adubações com variáveis da qualidade do azevém cv Potro

Na análise de variância, o tempo de amostragem foi significativo para todas as variáveis de qualidade da forragem estudadas (N-NH₃; pH; MS; MM; MO; PB; NIDN; NIDA; COHT; CNF/CNE; FDA; FDN; HEM; CEL; CMS; Frac C; Frac B2 e A+B1). O N-NH₃ da forragem sofreu variações significativas impostas pela presença ou ausência de adubação de base, sem significância para as dosagens de N ou para as interações. O pH apresentou alterações significativas em função das adubações de base e cobertura e interação entre estas. Pode-se averiguar que a MS teve significância na adubação de base e na interação desta com o tempo de

amostragem, não havendo diferença estatística para as demais fontes de variação e interações (Tabela 2).

Os fatores isolados e a interação entre adubação de base e tempo de amostragem foram significativos nos resultados obtidos na MM e MO. A PB, NIDN e LIG sofreram diferença significativa em virtude do uso da adubação de base e cobertura, além da interação entre o tempo de amostragem e aplicação das duas adubações. O NIDA apresentou significância em relação a aplicação de adubação de base e da interação dos tempos de amostragem com as duas aplicações de adubação. Adubação de base e sua interação com os tempos de amostragem e a aplicação de N influenciaram significativamente nos valores de COHT (Tabela 2). Tanto o CNF/CNE quanto a fração de A+B1, não apresentaram diferença significativa para as adubações aplicadas e sua interação e as interações entre os tempos de amostragem com as adubações. O CF/CE apresentou significância na interação do uso de N com os diferentes tempos de amostragem (Tabela 2).

As interações entre os tempos de amostragem e o emprego de adubação de base e cobertura diferiram estatisticamente com os valores de FDA e CEL. O FDN manifestou diferença significativa em função das interações entre tempos de amostragem e aplicação de N e entre o uso das duas adubações. A HEM sofreu influência significativa devido à prática de adubação de base e da interação dos tempos de amostragem com a aplicação de N. Os teores da Fração B2 apresentaram significância nas interações entre o tempo de amostragem com as diferentes adubações e também na interação entre adubação de base e cobertura. O CMSPV diferiu estatisticamente devido a interações no tempo de amostragem com a aplicação de N e na interação entre o uso das duas adubações (Tabela 2).

Tabela 2. Análise de variância da composição bromatológica do azevém cv Potro em diferentes tempos de amostragem, com adubação de base e cobertura

Parâmetro	Tempo	Base	Cobertura	T*B	T*C	B*C	CV(%)
N-NH3 % N tot	848,17**	32,63**	4,69 ^{ns}	2,05 ^{ns}	2,24 ^{ns}	4,04 ^{ns}	25,24
pH	5,22**	5,20**	2,00**	0,01 ^{ns}	0,08 ^{ns}	2,42**	6,32
MS	3036,46**	6,33**	0,74 ^{ns}	9,64**	0,19 ^{ns}	0,36 ^{ns}	1,60
MM	13304,98**	360,63*	1230,43**	31,50 ^{ns}	260,18**	28,97 ^{ns}	10,84
MO	13304,98**	360,63*	1230,43**	31,50 ^{ns}	260,18**	28,97 ^{ns}	0,92
PB	6503,81**	2050,75**	405,77*	899,14**	504,37**	17,01 ^{ns}	12,10
NIDN % N tot	91689,97**	27569,41**	5857,56*	13705,42**	11005,60**	746,37 ^{ns}	14,78
NIDA % N tot	6332,95**	2135,70**	63,96 ^{ns}	789,09*	603,54**	130,41 ^{ns}	19,06
COHT	28341,19**	3089,08**	531,15*	651,97**	276,98 ^{ns}	225,40 ^{ns}	1,65

CNF/CNE	56893,57**	34407,01 ^{ns}	7561,19 ^{ns}	20566,95 ^{ns}	12405,99 ^{ns}	16912,65 ^{ns}	41,72
CF/CE	8225,94**	111,97 ^{ns}	2898,07 ^{ns}	2816,50 ^{ns}	5760,04**	5322,91*	7,37
FDA	12937,01**	104,51 ^{ns}	784,89 ^{ns}	6513,66**	1177,45**	85,29 ^{ns}	5,49
FDN	8449,74**	106,32 ^{ns}	2754,87 ^{ns}	2834,60 ^{ns}	5261,17**	5336,84*	6,75
HEM	24382,62**	2287,89*	419,68 ^{ns}	1347,97 ^{ns}	1100,79*	812,58 ^{ns}	10,83
CEL	12937,01**	104,51 ^{ns}	784,89 ^{ns}	6513,66**	1177,45**	85,29 ^{ns}	6,06
Frac C	629,60**	76,67**	25,33**	13,79**	10,80**	0,52 ^{ns}	1,82
Frac B2	22965,16**	4252,20 ^{ns}	5366,18 ^{ns}	5750,24*	8446,69**	7701,39*	8,21
A+B1	52097,47*	39116,54 ^{ns}	10937,12 ^{ns}	24704,18 ^{ns}	16675,46 ^{ns}	23262,48 ^{ns}	41,72
CMSPV	0,23**	0,01 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,007 ^{ns}	0,15**	0,17*	11,27

ns: não significativo; **, * significância entre 1% e 5% de probabilidade para o teste F, respectivamente. CV: coeficiente de variação. N-NH₃: nitrogênio amoniacal. pH: potencial hidrogênio. MS: matéria seca. MM: matéria mineral. MO: matéria orgânica. PB: proteína bruta. NIDA % N Total: nitrogênio insolúvel em detergente ácido por porcentagem de nitrogênio total. NIDN % N Total: nitrogênio insolúvel em detergente neutro por porcentagem de nitrogênio total. COHT: carboidratos totais. CNF: carboidratos não fibrosos; CF: carboidratos fibrosos. FDA: fibra em detergente ácido. FDN: fibra em detergente neutro. HEM: hemicelulose. CEL: celulose. CMSPV: consumo matéria seca por peso vivo.

Os valores de N-NH₃ não responderam aos modelos de regressão testados. Verificou-se que na ausência da adubação de base no material fresco e durante as 9 horas que a forragem permaneceu no campo, os valores de N-NH₃ foram menores quando comparados com os encontrados na presença de adubação, já no pré-secado e na estabilidade, os índices de N-NH₃ foram menores na presença de adubação. O pré-secado apresentou valores médios de 13,4 % do N total na ausência de adubação de base e de 11,3 % do N total na presença de adubação (Tabela 3).

Os valores de pH obtidos nas condições deste trabalho responderam de forma quadrática aos parâmetros avaliados, estimando-se através da equação de regressão (Tabela 3), valor máximo de 29,1 Kg de N/ha para obtenção do maior valor de pH. Foi verificada diferença significativa para a presença ou ausência de adubação de base nas análises de pH. Constatou-se ainda que para todos os tempos de amostragem, a ausência da adubação de base induziu em menores valores de pH e na presença de adubação de base, pois os valores médios obtidos foram superiores: 4,3 e 4,6 respectivamente. Houve redução nos teores de pH após o período fermentativo. No pH, Além da significância dos fatores isolados, constatou-se também, a interação significativa entre a adubação de base e cobertura. Quando não se utilizou a adubação de base, os valores de pH se ajustaram ao modelo quadrático de regressão com aumento dos valores de pH (4,77) até a aplicação de 34,88 kg de N/ha e posterior redução. Na aplicação de adubação de base, o modelo quadrático explicou o comportamento dos valores de pH dos pré-secados, com máximo valor de pH (3,89) obtido na aplicação estimada de 17,5 kg de N/ha.

Tabela 3. Alterações fermentativas e bromatológicas em pré-secados do azevém Potro sob doses de nitrogênio na desidratação, fermentação e utilização

Tempo	Ad Cobertura				Média	Equação	R ²	P value
	0	10	20	40				
N-NH ₃ (% do N total)								
Fresco	2.26	1.87	2.09	1.98	2.05			
Desidratação	2.73	2.40	2.87	2.46	2.62			
Enfardamento	3.17	3.21	3.37	3.41	3.29	-	-	-
Pré-secado	13.08	13.48	13.88	14.28	13.68			
Estabilidade	9.48	11.03	11.14	11.07	10.68			
pH								
Fresco	4.29	4.62	4.71	4.30	4.48			
Desidratação	4.63	5.10	5.09	4.65	4.86			
Enfardamento	4.58	5.04	5.03	4.59	4.81	Y=4,22+0,035x-0,0006x ²	0.83	0.000
Pré-secado	3.48	3.43	3.73	3.73	3.59			
Estabilidade	4.38	4.82	4.81	4.39	4.60			
MS (g/kg)								
Fresco	182.6	181.9	178.8	176.5	179.9e			
Desidratação	319.8	320.6	321.0	319.9	320.3d			
Enfardamento	395.5	398.6	394.4	393.9	395.6c	-	-	-
Pré-secado	368.1	368.2	368.4	370.0	368.7b			
Estabilidade	428.7	433.2	428.0	428.4	429.5a			
MM (g/kg)								
Fresco	67.31	65.54	55.46	66.68	63.75b	Y=69,06-0,907x+0,020x ²	0,60	0,019
Desidratação	107.66	109.38	95.49	90.94	100.87a	Y=106,05-1,47x+0,039x ²	0,87	0,000
Enfardamento	65.56	64.92	55.17	68.58	63.56b	-	-	0,071
Pré-secado	99.35	109.83	97.14	93.15	99.87a	Y=108,24+0,172x-0,044x ²	0,84	0,000
Estabilidade	68.46	64.79	54.66	69.88	64.44b	-	-	0,133
MO (g/kg)								
Fresco	932.69	934.46	944.54	933.32	936.25a	Y=930,94+0,91x-0,020x ²	0,60	0,019
Desidratação	892.34	890.62	904.51	909.06	899.13b	Y=893,9+1,47x-0,040x ²	0,87	0,000
Enfardamento	934.44	935.08	944.83	931.42	936.44a	-	-	0,071
Pré-secado	900.65	890.17	902.86	906.85	900.13b	Y=891,76+1,74x-0,044x ²	0,84	0,000
Estabilidade	931.54	935.21	945.34	930.12	935.56a	-	-	-
PB (g/kg)								
Fresco					97.55	Y=91,010-0,685x	0,64	0,000
Desidratação	109.90 ^a	112.68 ^a	116.40 ^{ab}	121.3 ^{ab}	115.08	-	-	0,118
Enfardamento	95.52 ^{ab}	101.92 ^b	98.80 ^b	97.07 ^{ab}	98.33	-	-	0,994
Pré-secado	117.20 ^a	117.55 ^a	119.20 ^a	119.69 ^a	118.41	-	-	0,300
Estabilidade	84.87 ^b	66.36 ^b	66.73 ^c	94.39 ^b	78.09	-	-	0,104
NIDIN (g/kg)								
Fresco	248.31b	309.24b	323.77b	308.05a	297.34	Y=250,66+6,336x-0,122x ²	0,98	0,007
Desidratação	302.03a	293.70b	234.36c	235.71b	266.45	Y=294,41-7,04x+0,175x ²	0,95	0,000
Enfardamento	313.53a	269.09b	310.93b	337.36a	307.73	Y=331,43-1,354x	0,67	0,000
Pré-secado	233.74b	226.60b	243.7bc	262.51b	241.64	-	-	0,560
Estabilidade	387.98a	416.70a	443.64a	320.57a	392.22	-	-	0,746
NIDA (g/kg)								
Fresco	86.96a	88.23ab	74.81b	93.24a	85.81			0,238
Desidratação	60.87b	69.08b	64.07b	61.43b	63.86			0,842
Enfardamento	82.38a	70.45b	64.70b	75.89ab	73.35			0,106
Pré-secado	67.31ab	68.93b	71.64b	66.70b	68.64			0,965
Estabilidade	91.52a	98.84a	116.63a	94.82a	100.45	Y=87,22+2,01x-0,042x ²	0,71	0,006

N-NH₃: nitrogênio amoniacal expresso em % do N total; pH: potencial hidrogeniônico; MS: matéria seca. MM: matéria mineral. MO: matéria orgânica. PB: proteína bruta. NIDA % N Total: nitrogênio insolúvel em detergente ácido em porcentagem de nitrogênio total. NIDN % N Total: nitrogênio insolúvel em detergente neutro em porcentagem de nitrogênio total. R²: coeficiente de variacao; P value: probabilidade de significância pelo teste F de Fisher (5%).

Os valores de MS não se ajustaram aos modelos de regressão avaliados, porém, a significância dos tempos permitiu detectar o aumento dos teores com o decorrer dos momentos de amostragem do estudo (Tabela 3). Os teores de MS aumentaram gradativamente desde o corte da forragem até seu enfardamento: 179,9, 320,3 e 395,6 g/kg, respectivamente. Após o período de fermentação, o pré-secado apresentou queda na MS com elevação após a exposição aeróbica. Nos valores médios, enquanto a significância da adubação de base revelou maior teor de MS (341 g/kg) na sua ausência em relação à sua aplicação (337 g/kg) (Tabela 3). Na forragem fresca, a adubação de base influenciou significativamente nos valores de MS da forragem. Na ausência da adubação de base, a MS obtida para a forragem fresca foi maior (19%) quando comparada com a presença da adubação de base (17%).

Os valores de MO e MM ajustaram-se aos modelos de regressão quadrática. Tanto os valores encontrados para MO quanto para MM nos tempos de amostragem estudados, sofreram diferença significativa com relação a presença e ausência de adubação de base e de cobertura. Houve aumento nos valores de MM da forragem no período de seis horas exposto ao ambiente, sendo que reduziu passadas mais três horas de exposição e aumentando novamente no pré-secado, para voltar a ter seus valores reduzidos na estabilidade. O material fresco, na presença de adubação de base, apresentou o menor conteúdo de MM na dose de 20,7 Kg/N/há e o contrário foi observado na MO.

Observou-se que a PB e o NIDN exibiram diferença significativa para a ausência ou presença de adubação de base e de cobertura, além de suas interações entre os diferentes tempos de amostragem (Tabela 2). Houve aumento no teor de PB da gramínea após a fermentação, quando comparado com os valores no momento anterior a ensilagem (Tabela 3). Não foi apresentada diferença estatística nos teores de PB devido às adubações, apenas com os distintos tempos de amostragem (Tabela 4). Os valores de PB ajustaram-se aos modelos de regressão testados para diferentes tempos de amostragem. O material fresco respondeu a regressão linear. Para os materiais expostos seis horas, a equação foi quadrática e para a forragem exposta por nove horas foi linear. O NIDN apresentou queda da quantidade no pré-secado, tendo como referência os valores no momento anterior a ensilagem. Os valores de NIDN ajustaram-se aos modelos de regressão

testados em diferentes tempos de amostragem: seis e nove horas de exposição a campo e no pré-secado. O NIDN encontrado na forragem foi superior (311 g/Kg do N total) quando se utilizou a adubação de cobertura em relação à sua ausência (290,38 g/Kg do N total), correspondendo à um aumento de 7,37%. Este comportamento foi observado em todos os tempos de estudo da forragem e dos pré-secados obtidos, porém, não foi alterado pelas doses da adubação de cobertura (Tabela 3).

Nos COHT da forragem obtida com a utilização de adubação de base, constatou-se um teor 6,40 g/Kg superior em relação a ausência desta adubação (788,87 g/Kg) (Tabela 4).

Os valores de NIDA não responderam aos modelos de regressão testados (Tabela 2). A ausência ou presença da adubação de base e cobertura interferiram significativamente nos valores de NIDA, sendo observada redução do valor no momento anterior a ensilagem, até o período posterior a fermentação, 73,3 para 68,6 respectivamente. Foi constatado que os valores de NIDA, na presença da adubação de base, elevaram significativamente os valores em 7,54%, ou seja, de 75,56 para 81,29 g/Kg do N total, com uso de 0 e 300 Kg/ha da adubação de base, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Composição bromatológica de pré-secados de azevém na presença e ausência da adubação de base ao longo dos processos de colheita, armazenamento e utilização

Adub Base	Fresco	Coleta	Enfard	Pré-secado	Estab	Fresco	Coleta	Enfard	Pré-secado	Estab
MS (g/kg)						PB (g/kg)				
0	19,17	31,95	39,65	36,93	42,8	95,91	120,96	95,86	118,62	88,28
300	16,8	32,15	39,5	36,8	43,1	99,20	109,21	100,80	118,20	67,89
NIDN (% do N total)						NIDA (% do N total)				
0	301,21	250,10	311,53	244,55	344,50	88,52	58,26	73,10	67,81	90,12
300	293,47	282,80	303,93	238,73	439,94	83,10	69,46	73,60	69,47	110,79
COHT (g/kg na MS)						FDA (g/kg)				
0	813,02	753,06	813,54	754,89	809,86	404,02a	357,17c	330,97d	378,96b	382,19b
300	814,37	765,04	810,81	758,55	827,58	390,69a	374,37ab	362,07b	336,19c	381,90a
Celulose (g/kg)						Frac C (g/kg no CHOT)				
0	369,02a	322,17c	295,97d	343,96b	347,19b	103,33b	111,59a	103,27b	111,30a	102,46b
300	355,69a	339,37ab	327,07b	301,19c	346,91ab	103,18b	109,81a	103,39b	110,77a	99,60b

MS: Matéria seca. MM: Matéria mineral. MO: Matéria orgânica. PB: Proteína bruta. NIDA % N Total: Nitrogênio insolúvel em detergente ácido em porcentagem de nitrogênio total. NIDN % N Total: Nitrogênio insolúvel em detergente neutro em porcentagem de nitrogênio total. R².

Em se tratando do FDA, os maiores valores foram observados na forragem fresca e nos pré-secados após a exposição aeróbia (Tabela 5).

No FDN constatou-se interação significativa entre a adubação de base e cobertura. Quando não se utilizou a adubação de base, os valores de FDN se ajustaram ao modelo quadrático de regressão com aumento dos valores de FDN até a aplicação de 12,94 Kg/N/ha e posterior redução. Na aplicação de adubação de base os valores de FDN não se ajustaram aos modelos de regressão estudados (Tabela 5).

A CEL apresentou redução nos seus valores durante o emurchimento a campo. Os valores da CEL no material exposto seis horas a campo ajustaram-se ao modelo de regressão quadrático com aumento dos seus valores até a aplicação de 21,78 Kg/N/ha e posterior redução (Tabela 5).

Os valores de HEM aumentaram conforme o material vegetal permaneceu a campo para a secagem. Durante a fermentação anaeróbica do material ensilado, houve diminuição dos teores de HEM, quando comparado com os valores do material fresco. (Tabela 4).

A adição crescente de N em cobertura aumentou os valores de NDT no material fresco até a dose de 22,5 Kg/N/ha com posterior redução, conforme a equação de regressão quadrática gerada. Os valores de NDT no pré-secado aumentaram conforme houve aumento nas doses de N em cobertura aplicadas no azevém, de acordo com a regressão linear para esta interação (Tabela 5).

O CMSPV do azevém fresco aumentou conforme foram aplicadas doses crescentes de N em cobertura até 25,1 Kg/N/ha com posterior redução, conforme a equação de regressão quadrática gerada. O mesmo ocorreu com os valores de CMSPV do pré-secado, que respondeu com doses de N em cobertura até 15 Kg/N/ha com posterior redução, conforme a equação de regressão quadrática gerada. Houve aumento dos valores de CMSPV do pré-secado em comparação com os teores no material fresco, sendo que durante a estabilidade, o CMSPV apresentou diminuição (Tabela 5).

Tabela 5. Componentes da parede celular, nutrientes digestíveis totais (NDT) e capacidade de consumo de MS (CMSPV) em pré-secados do azevém Potro sob doses de nitrogênio na desidratação, fermentação e utilização

Tempo	Doses de Nitrogênio	Média	Equação	R ²	P value
-------	---------------------	-------	---------	----------------	---------

	0	10	20	40				
FDA (g/kg)								
Fresco	407.85	389.39	394.18	398.01	397.36a	-	-	0,079
Desidratação	375.41	372.01	345.01	370.65	365.77c	$Y=379,26-2,44x+0,056x^2$	0,69	0,007
Enfardamento	341.02	354.91	342.20	347.96	346.52d	-	-	0,718
Pré-secado	364.67	380.22	388.81	377.70	357.57cd	-	-	0,116
Estabilidade	393.05	363.66	389.35	371.74	379.45b	$Y=395,90-0,191x$	0,57	0,001
FDN (g/kg)								
Fresco	585.85	571.10	564.60	554.99	569.13bc	-	-	0,201
Desidratação	598.70	606.48	585.74	592.69	595.90ab	-	-	0,337
Enfardamento	585.50	596.28	584.81	598.70	591.32ab	-	-	0,969
Pré-secado	568.84	516.09	557.09	643.32	563.95c	$Y=552,13+6,36x-0,189x^2$	0,95	0,000
Estabilidade	611.60	579.27	603.49	588.72	599.42a	$Y=616,06-0,951x$	0,63	0,045
HEM (g/kg)								
Fresco	178.00	181.71	170.42	156.97	171.78c	-	-	0,117
Desidratação	223.29	234.47	240.73	222.04	230.13ab	-	-	0,449
Enfardamento	244.49	241.36	242.62	250.74	244.80a	-	-	0,804
Pré-secado	204.18	209.44	241.84	265.61	224,76bb	-	-	0,002
Estabilidade	218.56	215.60	214.14	218.91	216.80	-	-	0,639
CEL (g/kg)								
Fresco	372.85a	354.39a	359.18a	363.01a	362.36a	-	-	0,079
Desidratação	340.41bc	337.01ab	310.01b	335.65ab	330.77c	$Y=344,26-2,44x+0,056x^2$	0,69	0,007
Enfardamento	306.02d	319.91b	307.20b	312.96b	311.52d	-	-	0,717
Pré-secado	329.67cd	317,71b	324,60b	333,49ab	322.57cd	-	-	0,0833
Estabilidade	358.05ab	328.66ab	354.35a	336.74ab	344.45b	$Y=360,90-0,791x$	0,57	0,001
NDT (g/kg)								
Fresco	633.47a	641.26a	655.66a	644.45a	643.71a	$Y=632,45+1,89x-0,042x^2$	0,95	0,000
Desidratação	594.66b	590.58b	608.15b	610.91b	601.07b	$Y=595,89+1,61x-0,011x^2$	0,94	0,000
Enfardamento	638.27a	635.06a	650.46a	632.91a	639.17a	-	-	-
Pré-secado	608.93b	615.42b	616.36b	594.75b	608.87b	$Y=620,69+0,400x$	0,85	0,009
Estabilidade	628.65a	640.85a	642.64a	632.62a	636.19a	$Y=630,60-0,319x$	0,67	0,037

FDA: Fibra em detergente ácido. FDN: Fibra em detergente neutro. HEM: Hemicelulose. CEL: Celulose. NDT: Nutrientes digestíveis totais. R²: coeficiente de variacao: *P value*: probabilidade de significância pelo teste F de Fisher (5%).

Os teores de COHT responderam ao modelo de regressão quadrática, com maior acúmulo de conteúdo até a dose de 21,03 Kg/N/ha. Houve redução nos teores de COHT no pré-secado do azevém quando comparado com os valores de COHT na forragem antes do processo de conservação, 756,7 g/Kg para 812,1 g/Kg respectivamente. Os tempos de amostragem também demonstraram diferença estatística na presença ou ausência das adubações (Tabela 6).

Os CNF apresentaram queda nos seus valores do material fresco, comparado com os da desidratação 294 g/Kg e 213 g/Kg. O mesmo ocorreu com os valores da fração A+B1 (Tabela 6).

Os teores de CF no material fresco responderam ao modelo de regressão quadrática, com maior acúmulo de conteúdo até a dose de 23,3 Kg/N/ha. No pré-secado também houve influência da adubação de N em relação aos teores de CF, conforme regressão quadrática. Houve aumento nos teores de CF na estabilidade do azevém quando comparado com os valores do pré-secado e do material fresco (Tabela 6).

A fração B2 apresentou diminuição dos seus valores conforme foram aplicadas as doses de N em cobertura, respondendo a equação linear (Tabela 6).

Tabela 6. Frações de carboidratos em pré-secados do azevém cv Potro sob doses de nitrogênio na desidratação, fermentação e utilização

Tempo	Doses de Nitrogênio				Média	Equação	R ²	P value
	0	10	20	40				
COHT (g/kg na MS)								
Fresco	802.89	814.18	821.02	816.70	813.70a			
Desidratação	757.44	752.94	763.11	762.70	759.05b			
Enfardamento	813.91	808.16	817.27	809.35	812.17a	Y=790,06+0,631x-0,015x ²	0,71	0,012
Pré-secado	758.45	747.62	758.66	762.16	756.72b			
Estabilidade	821.68	822.60	824.87	805.74	818.72a			
CNF (g/kg na MS)								
Fresco	261.22	294.63	312.44	311.43	294.93a			
Desidratação	213.67	200.17	223.78	217.87	213.87b			
Enfardamento	278.27	257.62	288.66	265.17	272.43ab	-	-	-
Pré-secado	237.65	283.57	254.25	167.47	235.74ab			
Estabilidade	263.02	313.22	297.80	267.08	285.28a			
CF (g/kg na MS)								
Fresco	541.67	519.55	508.58	505.27	518.77b	Y=538,53-3,17x+0,068x ²	0,85	0,008
Desidratação	543.77	552.77	539.33	544.83	545.18a	-	-	0,763
Enfardamento	535.64	550.54	532.36	544.18	540.68ab	-	-	0,482
Pré-secado	520.80	464.05	504.40	594.68	520.99b	Y=504,37+6,301x-0,193x ²	0,95	0,000
Estabilidade	558.66	530.64	555.82	535.85	545.24a	-	-	0,762
Fração C (g/kg no CHOT)								
Fresco	104.63b	103.19b	102.32b	102.89b	103.26b	Y=104,60-0,201x+0,004x ²	0,99	0,032
Desidratação	110.95a	111.59a	110.09a	110.17a	110.70a	-	-	0,119
Enfardamento	103.23b	103.97b	102.33b	103.80b	103.33b	-	-	0,308
Pré-secado	110.81a	112.37a	110.74a	110.23a	111.04a	Y=110,71-0,135x+0,003x ²	0,97	0,071
Estabilidade	102.25b	99.57b	98.46b	103.84b	101.03b	-	-	0,235
Fração B2 (g/kg no CHOT)								
Fresco	592.75	561.94	546.84	542.81	561.09b			
Desidratação	636.37	650.78	621.92	629.92	634.75a			
Enfardamento	580.38	600.27	572.61	595.54	587.20b	Y=603,28-0,652x	0,93	0,013
Pré-secado	603.40	542.60	584.17	692.83	605.75b			
Estabilidade	602.85	553.37	575.29	588.59	580.02b			
Fração A+B1 (g/kg no CHOT)								
Fresco	302.61	334.87	350.84	354.31	335.66a			
Desidratação	252.68	237.63	267.99	259.91	254.55b			
Enfardamento	316.40	295.76	325.06	300.67	309.47ab	-	-	-
Pré-secado	285.79	345.03	305.09	196.94	283.21ab			
Estabilidade	294.90	347.06	326.25	302.34	317.64ab			

MS: Matéria seca. MM: Matéria mineral. COHT: Carboidratos totais; CF: Carboidratos fibrosos; CNF: Carboidratos não fibrosos. R²: coeficiente de variacao; P value: probabilidade de significância pelo teste F de Fisher (5%).

Discussão

Os valores de N-NH₃ de alimentos conservados via fermentação anaeróbica são os principais indicadores da qualidade fermentativa do processo de conservação

(Santos *et al.*, 2010). Os teores elevados de N-NH₃ em todos os pré-secados avaliados indicam qualidade nutricional prejudicada pela perda de compostos nitrogenados decorrente da proteólise ocorrida no interior dos silos (Gayer *et al.*, 2019). Em forragens cuja fermentação proporcionou preservação eficiente dos nutrientes, os teores de N-NH₃ são inferiores a 10% do N total (McDonald *et al.*, 1991). Valores superiores a este parâmetro indicam, além das perdas durante a fermentação, decréscimo do N disponível para o metabolismo ruminal devido à volatilização do NH₃-N após a abertura dos silos (Gayer *et al.*, 2019). Os valores mais altos no N-NH₃ na presença de adubação de base no material fresco e durante a secagem a campo podem ser explicados pela interação entre os nutrientes dos fertilizantes, especialmente o potássio, cuja presença no solo, estimula a absorção de N (Taiz e Zeiger, 2013). Maiores teores de N na forragem também induzem à obtenção de pré-secados com maior N-NH₃, pois o maior valor proteico contribui para maior proteólise (McDonald *et al.*, 1991).

O N-NH₃ é um indicador da qualidade de fermentação, devido a expressar o percentual de proteína degradada durante o processo fermentativo (MACEDO *et al.*, 2012). Monteiro *et al.* (2011), aponta que o N-NH₃ não deve ultrapassar 12% do N total em pré-secados bem conservados, estando os valores encontrados neste estudo, na presença de adubação de base, em conformidade com os teores estabelecidos. No pré-secado, o aumento do nitrogênio amoniacal deveu-se a atividade proteolítica ocorrida durante a fermentação, na qual parte da proteína foi convertida em N-NH₃ por ação de bactérias do gênero *Clostridium* (McDonald *et al.*, 2010; ONI *et al.*, 2014). Teores médios de N-NH₃ foram reduzidos durante a avaliação de estabilidade em comparação ao pré-secado após a abertura, fato este devido a perdas por volatilização.

O pH encontrado nos pré-secados para as diferentes doses de adubação de base e cobertura, estão próximos dos valores relatados por McDonald *et al.* (1991), como indicativo de adequada fermentação (entre 3,8 e 4,2). A queda no pH após a ensilagem deveu-se ao estado de anaerobiose em que os materiais foram armazenados, promovendo a fermentação no interior do silo e também pela presença de microorganismos que reduzem o pH estrategicamente, com a finalidade de que os indesejáveis sejam controlados (McDonald *et al.*, 2010). O pH de valor 4,0

é considerado como limite para garantir a adequada preservação dos nutrientes no interior do silo por longos períodos (Arriola *et al.*, 2011).

A regressão quadrática observada no pH do material fresco, demonstram que até a dose de 29 Kg/ha de N, a planta apresenta dificuldade de metabolizar o N absorvido, sendo que em aplicações de N superiores a este nível, a planta inicia a síntese de carboidratos e a depositar o N na área foliar, diminuindo os valores de pH que ficaram na planta (Taiz & Zeiger, 2013).

Houve aumento no pH após 7 dias da abertura dos silos na estabilidade, de 3,5 para 4,6. Esta quebra na estabilidade aeróbica do pré-secado é indicativo de início de deterioração por microorganismos (Bernardes *et al.*, 2009). A degradação aeróbica ocasiona proliferação de fungos que podem vir a produzir micotoxinas, além de apresentar perdas nutricionais e redução de consumo voluntário pelos animais. Para evitar tais problemas, recomenda-se remover uma camada de aproximadamente 20cm do silo ao dia (McDonald *et al.*, 1991).

O teor de MS aumentou conforme a planta perdeu água durante o período de secagem a campo. O corte do azevém foi realizado no período vegetativo da planta, momento em que esta apresenta melhor composição nutricional, assim como teor de umidade, sendo necessário o pré-emurchimento da forragem, a fim de aumentar a MS para armazenar o material ensilado.

Todos os tempos de amostragem diferiram estatisticamente de acordo com as diferentes adubações aplicadas. Valores de MS no momento da ensilagem, estão de acordo com os previstos por McDonald *et al.* (1991), que indicam teores entre 30 a 45% de MS para se obter um pré-secado de boa qualidade. Dentro desse faixa, têm-se menores chances de perdas por efluente, diminuem as possibilidades de desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, responsáveis por promover fermentações secundárias e formação de ácido butílico, fatores que promovem pré-secados de baixa qualidade (McDonald *et al.*, 1991). Com teores médios de 36,8%, a MS obtida nos pré-secados para os diferentes manejos de adubação, estão de acordo com os apontados por Tolentino *et al.* (2016). No material fresco, os maiores teores de MS foram obtidos na ausência de adubação de base, com 18,6% contra 16,7%, fato que pode ser devido ao maior conteúdo celular proporcionado pela maior velocidade de crescimento das plantas decorrente da adubação nitrogenada

(Taiz e Zeiger, 2013). O aumento do teor de MS durante o período da estabilidade aeróbica, de 36,8% para 42,9%, é resultado da perda de umidade para o ambiente.

Na análise de MM foi determinada a quantidade de minerais presentes no alimento, porém não nos traz a informação de quais minerais e seus conteúdos (Tolentino *et al.*, 2016). Os valores de MM no material fresco ajustaram-se ao modelo de regressão quadrática testada ($Y=83,65-1,08x-0,026x^2$). O material fresco, na presença de adubação de base, apresentou o menor conteúdo de MM na dose de 20,76 Kg/N/ha. O contrário foi observado na MO, que apresentou maiores valores na dose de 20,7 Kg/N/ha, devido a seus valores estarem inversamente relacionados. A MO no pré-secado foi menor que a encontrada no material fresco, fato esse que pode ser devido ao consumo de componentes da MO por microorganismos anaeróbicos. Gayer *et al.* (2019), descreve que pré-secados com baixos valores de MO podem vir a serem caracterizadas como de menor valor nutricional, pois na MO estão contidos os nutrientes potenciais para o fornecimento de energia aos animais.

A relação entre a anatomia e o valor nutritivo nas plantas é um assunto que vem sendo estudado há décadas, sendo demonstrada a existência de correlações entre a proporção de tecidos e alguns parâmetros nutritivos, como proteína bruta, teores de fibras, de lignina e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (Paciullo, 2002). Os tecidos que apresentam baixa digestão estão correlacionados negativamente com a proteína bruta e a digestibilidade *in vitro* e positivamente com teores de fibra e de lignina. De outra forma, os tecidos de rápida digestão demonstram correlações positivas com a proteína bruta e a digestibilidade *in vitro* e negativas com os teores de fibra e lignina (Carvalho e Pires, 2008).

A PB no material fresco apresentou resposta linear às doses de adubação de base e cobertura, sendo observada uma diminuição nos valores de PB conforme se aumentou a dose de adubação. Os materiais vegetais que permaneceram seis horas a campo, apresentaram maiores acúmulos de PB na dose de 20,5 Kg/N/ha, sendo que conforme se foi aumentando as doses de N, observou-se queda nos teores de PB. O valor da PB no azevém próximo a ser ensilado respondeu linearmente as doses de N aplicados, observando incremento de PB conforme se aumentou a dose de adubação.

Foi observado aumento nos teores de PB após a abertura dos silos (118,4 g/Kg), quando comparado com os valores do material antes da ensilagem (98,3

g/Kg). Segundo McDonald *et al.* (2010), o aumento dos valores de PB durante a fermentação é possivelmente devido à quebra de COH pelos microorganismos. A HEM é o COH com maior quebra e desta forma, os valores dos outros nutrientes são aumentados, como a PB.

Van Soest (1994) recomenda valores mínimos de 70 g/Kg de proteína para ruminantes, valores que segundo o autor, forneceriam N suficiente para a fermentação ruminal e diante desse parâmetro, os pré-secados obtidas neste estudo estão acima destes valores mínimos (118,4 g/Kg).

O N retido na forma de NIDN é degradável no rúmen parcialmente e de forma lenta. O fato do N encontrado na forma de NIDA estar associado à lignina, taninos e compostos da reação de *Maillard*, seus componentes são resistentes ao ataque microbiano e enzimático, o que resulta em baixo aproveitamento pelos animais (Tolentino *et al.*, 2016 e Van Soest, 1994).

Os COHT representam a principal fonte de energia aos microorganismos responsáveis pela fermentação, fato que se confirma através da observação dos resultados obtidos neste estudo, através da diminuição dos conteúdos de COHT após o período fermentativo dos pré-secados (Van Soest, 1994). Os valores de COHT, até as doses de 21,03 kg/N/ha, tiveram maiores acúmulos nos materiais nos diferentes tempos de amostragem, sendo seus conteúdos reduzidos em doses superiores.

A FDA representa os valores de material indigestível, como a lignina e de lenta digestão, como a celulose (Van Soest, 1994). Os valores de FDA encontrados nos pré-secados não excederam o limite de 40% recomendado por Nussio *et al.* (1998) para o consumo em ruminantes.

Os teores de FDA elevaram-se durante a fermentação, em comparação com o azevém antes de ser ensilado, podendo estar relacionado com o consumo de COH solúveis (McDonald *et al.*, 1991). A menor taxa de degradação de pré-secados está relacionada aos teores elevados de FDA (Longhi *et al.*, 2013).

As fibras são as principais fontes de energia para ruminantes, sendo recomendado por Mertens (1997), que as fibras representem ao menos 70% da MS oferecida a estes animais. A baixa inclusão na dieta de ruminantes pode ocasionar diversos problemas metabólicos, assim como a alta inclusão pode afetar negativamente o desempenho dos animais, devido à diminuição de consumo.

A CEL quando alta pode afetar a eficiência microbiana e o desempenho do animal, devido a ser lentamente fermentável no rúmen (Tolentino *et al.*, 2016).

O aumento nos valores de CEL no momento de abertura dos silos pode ser devido ao fator diluição, já que houve diminuição da MS. Ginger-Reverdin (1995) descreveu que a CEL por ser uma substância de alto grau de polimerização e elevado peso molecular, tem seus valores pouco alterados durante a fermentação anaeróbica, possivelmente pela dificuldade de ter suas ligações quebradas.

Os valores de FDN representam o conteúdo total de fibra insolúvel do alimento e devido a isso, limitam o consumo em ruminantes, sendo utilizado como parâmetro para o balanceamento de dietas (McDonald *et al.*, 1991). A diminuição nos valores de FDN observada neste estudo deve-se a degradação da HEM pelos microorganismos (Van Soest, 1994). As quantidades de FDN nos pré-secados avaliados no trabalho, demonstraram estar de acordo com os valores estabelecidos por Mertens (1997), para uma faixa de oferecimento na dieta de ruminantes, entre 550-600 g/Kg.

Verificou-se diminuição dos valores de HEM durante o período em que o pré-secado ficou ensilado, devido a HEM ser o CF com maior quebra durante o processo de fermentação, por ocorrer hidrólise de sua estrutura, para formação de ácido acético e/ou láctico, importantes para a preservação do pré-secado, ocorre também, diminuição direta nos seus valores (McDonald *et al.*, 2010).

A diminuição nos teores de CNF no pré-secado, se deve ao consumo pelos microorganismos na produção de ácido orgânicos e redução do pH. A fração A+B1 foi reduzida ao longo do tempo de secagem a campo e no pré-secado. Por apresentar em sua composição COH de rápida (A) e intermediária degradação (B1), essa fração representa o primeiro aporte de energia aos microorganismos ruminais. Na fração B2 estão contidos os COH de lenta degradação, como a CEL e HEM (Berchielli *et al.*, 2011). Na Fração C (lignina), um aumento foi observado durante o período de ensilagem, possivelmente devido a alterações em outros componentes, como carboidratos solúveis, o que faz com que a proporção de lignina aumente na massa ensilada. A lignina é indigestível para ruminantes, ou seja, mantém-se inalterada durante o processo fermentativo (Van Soest, 1994).

A capacidade de CMS em relação ao PV diminuiu quanto maior o período que o material vegetal ficou exposto a campo, com a finalidade de aumentar o teor de

MS. Os pré-secados obtidos com os diferentes níveis e manejos de adubação, apresentaram CMS médio de 2,1 % do PV. Esse parâmetro possibilita a alta inclusão desses pré-secados nas dietas de ruminantes.

A escolha da melhor estratégia de adubação deve levar em conta a qualidade nutricional do material esperada e o poder econômico do produtor.

A aplicação da adubação de base só se faz necessária quando o aporte de nutrientes existentes no solo, não são suficientes para os exigidos pela cultura a ser implantada.

Agradecimentos

Agradecemos a Empresa Atlântica Sementes por todo o auxílio durante o experimento a campo e a ensilagem do material vegetal.

Conclusão

O azevém Potro pode ser conservado na forma de pré-secado com elevada qualidade nutricional. Independente da estratégia de adubação empregada, os pré-secados de azevém apresentaram adequado pH, valores de PB satisfatórios para ruminantes, quantidades de fibras dentro do preconizado e teores de carboidratos elevados.

No material fresco, a adubação de base combinada com a de cobertura, apresentou redução nos teores de PB. Os teores de COHT foram maiores na ausência de adubação de base e com aplicação de 20 Kg/N/ha na adubação de cobertura. Tanto a adubação de base como a de cobertura promoveram maiores teores de CNF, NDT e fração de A+B1 no material fresco, conforme foi aplicado maiores doses dos adubos. O CMSPV do pré-secado apresentou melhores valores na dose de 10Kg/N/ha.

Indica-se, em função das condições experimentais deste estudo, apenas a utilização de 10 Kg/N/ha como adubação de cobertura no cultivo de azevém Potro.

Referências

Arriola KG, Kim SC, Adesogan AT, 2011. Effect of applying inoculants with heterolactic or homolactic and heterolactic bacteria on the fermentation and quality of corn silage. *Journal Dairy Science*, 94, 1511–1516 pp.

Berchielli TT, Vega-Garcia A, Oliveira SG, 2011. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. *Nutrição de Ruminantes*, 2 ed., Jaboticabal: Funep, 565-600 pp.

Bernardes TF, Reis RA, Amaral RC, 2009. Chemical and microbiological changes and aerobic stability of marandu grass silages after silo opening. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38, 1-8 pp.

Bolsen KK, 1996. Silage technology. In: Australian Maize Conference, 2. Queensland. Anais Queensland: Gatton College. 1-30 pp.

Easley JF, McCall JT, Davis GK, Shirley RL, 1965. Analytical methods for feeds and tissues. Gainesville: University of Florida, Nutrition Laboratory, Dept. of Animal Science. 81 pp.

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2013. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, BR. 356 pp.

Faville MJ, Ganesh S, Moraga R, Easton HS, Jahufer MZZ, Elshire RE, ASP T, Barrett BA, 2016. Development of Genomic Selection for Perennial Ryegrass. In: Roldán-Ruiz I.; Baert J.; Reheul D. (eds). *Breeding in a World of Scarcity*. Springer, Cham, c. 21, 139-143 pp.

Fluck AC, Schafhäuser Júnior J, Alfaya-Júnior H, Costa OAD, Farias GD, Scheibler RB, Rizzo FA, Manfron JAS, Fioreze VI, Rösler DC, 2018. Composição química da forragem e do ensilado de azevém anual em função de diferentes

tempos de secagem e estádios fenológicos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 70(6), 1979-1987 pp.

Gayer TO, Kasper NF, Tadielo LE, Krolow RH, de Azevedo EB, Oaigen RP, Castagnara DD, 2019. Different dry matters content used for the conservation of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) in anaerobic environment. *African Journal of Agricultural Research*, 14(6), 369-378.

Giger-Reverdin, S, 1995. Review of the main methods of cell wall estimation: interest and limits for ruminants. *Animal Feed Science and Technology*, 55, 295-334 pp.

Jobim CC, Nussio LG, Reis RA, Schmidt P, 2007. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(Suppl.), 101-119 pp.

Komarek, A. R. A fiber bag procedure for improved efficiency of fiber analyses. *J. Dairy Sci.*, v.76, supl.(1), p.250, 1993.

Koslosky GV, 2011. *Bioquímica dos Ruminantes*. ed. 3; Santa Maria: Editora UFSM. 214 pp.

Licitra G, Hernandez TM, Van Soest PJ, 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 57(4), 347- 358 pp.

Longhi RM, Domingues FN, Mota DA, *et al.*, 2013. Composição bromatológica e pH da silagem de diferentes frações da parte aérea da mandioca tratada com doses crescentes de óxido de cálcio. *Comunicata Scientiae*, 4, 337-341 pp.

Lopes V, Nogueira A, Fernandes A, 2006. *Cultura de azevém*. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Ficha técnica, ed. 53, on-line. [https://www.researchgate.net/publication/268513390_Ficha_tecnica_053_2006] site visited on 15/08/2017.

Macedo CHO, Andrade AP, Santos EM, Silva DS, Silva TC, Edvan RL, 2012. Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13 (2), 371-382 pp.

McDonagh J, O'Donovan M, McEvoy M, Gilliland TJ, 2016. *Euphytica*, 212(2), 187-199 pp.

McDonald P, Henderson AR, Heron SJE, 1991. *The biochemistry of the silage*. Edinburg, J. Wiley and Sons Ltda. 226 pp.

Mertens DR, 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of dairy science*, 80(7), 1463-1481 pp.

Monteiro IJG, Abreu JG, Cabral LS, Ribeiro MD, Reis RHP, 2011. Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 33 (4), 347-352 pp.

Muck RE, 1990. Dry matter level on alfafa silage quality II. Fermentation products and starch hydrolysis. *Transaction of ASAE*, 33(2), 373-381 pp.

Nath CD, Neres MA, Scheidt KC, Bersot LDS, Sunahara SMM, Sarto JRW, Stangarlin JR, Gomes SD, Sereno MJ, Perin AP, 2018. Characterization of Tifton 85 bermudagrass haylage with different layers of polyethylene film and storage time. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 31(8), 1197-1204 pp.

Nussio LG, Manzano RP, Pedreira CGS, 1998. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J. C.; FARIA, V.P. (Eds.) *Manejo de pastagens de tifton, coastcross e estrela*. Piracicaba: FEALQ, .203-242 pp.

Official methods of analysis, 1997. 12.ed. Washington: AOAC, 1995. OFFICIAL methods of analysis. 16.ed. Gaitherburg: AOAC.

Official Methods OF Analysis, 1998. 16ed., 2nd ed. Maryland: AOAC.

Oni AO, Sowande OS, Aderinboye RY, *et al.*, 2014. Effect of additives on fermentation of cassava leaf Silage and ruminal fluid of West African Dwarf goats. *Archivos de zootecnia*, 63, 449-459 pp.

Pellegrini LG, Pellegrin ACRS, Monteiro ALG, Molento MB, Neumann M, Longhi E, 2011. Infecção parasitária de cordeiros e contaminação larval em pasto submetido à adubação nitrogenada. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 31(12), 1097-1101 pp.

Senger CCD, Kozloski GV, Sanchez LMB, *et al.*, 2011. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 146, 169-174 pp.

Skonieski FR, Viégas J, Bermudes RF, Nörnberg JL, Ziech MF, Costa OAD, Meinerz GR, 2011. Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azevém consorciadas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(3), 550-556 pp.

Taiz L, Zeiger E, 2013. *Fisiologia vegetal*. 5.ed. Porto Alegre: Artemed, 2013. 954p.
In: Van Soest, PJ. *Nutritional ecology of the ruminant*. Cornell University Press, 1994.

Tolentino DC, Rodrigues JAS, Pires DAA, *et al.*, 2016. The quality of silage of different sorghum genotypes. *Acta Scientiarum: Animal Science*, 38, 143-149 pp.

Van Soest, PJ, 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous foods. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 46, 829-835 pp.

Van Soest PJ, 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. Ed. 2, Ithaca, Cornell University, USA. 476 pp.

Vilela D, 1998. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: *Simpósio sobre aditivos na produção de ruminantes e não-ruminantes*, Botucatu. Anais... Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 73-108 pp.

Westermeier P, Wosnitza A, Willner E, Feuerstein U, Luesink W, Schulze S, Schum A, Hartmann S, 2016. Variation in drought tolerance of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). In: Roldán-Ruiz I., Baert J., Reheul D. (Eds) *Breeding in a World of Scarcity*. Springer, Cham. 63-68 pp. https://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-28932-8_9.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Perfil da Pecuária no Brasil** – Relatório Anual 2016. Disponível em: <<http://abiec.siteoficial.ws/images/upload/sumario-pt-010217.pdf>>. Acesso em: 02 jul. 2017.

BALASKO, J.A.; EVERS, G.W.; DUELL, R.W. Bluegrasses, ryegrasses and bentgrasses. In: BARNES, R.F.; MILLER, D.A.; NELSON, C.J. (Eds.). Forages: An introduction to grassland agriculture, v.1, 5^o ed., p. 357-372, 1995.

BALOCCHI, O. A., LOPEZ, I. Herbage production, nutritive value and grazing preference of diploid and tetraploid perennial ryegrass cultivars (*Lolium perenne* L.). Chilean **Journal of Agricultural Research**, v. 69, n. 3, p. 331-339, 2009.

BARCELLOS, A. O., RAMOS, A. K. B., VILELA, L., MARTHA JUNIOR, G. B. Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 51-67, 2008.

BATISTA FILHO, M. O Brasil e a segurança alimentar. **Revista Brasileira de Saúde e Maternidade Infantil**, Recife, v. 7, n. 2, p. 121-122, 2007.

BAYAO, Geraldo Fábio Viana et al . Desidratação e composição química do feno de Leucena (*Leucena leucocephala*) e Gliricidia (*Gliricidia sepium*). **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 17, n. 3, p. 365-373, 2016.

BERNARDES, T. F.; CHIZZOTTI, F. H. M. Technological innovations in silage production and utilization. *Revista Brasileira de Saúde e Produtividade Animal*, v. 13 n. 3, p. 629-641, 2012.

CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; Organização dos tecidos de plantas forrageiras e suas implicações para os ruminantes. **Archivos de Zootecnia**, v. 57, p. 13-28, 2008.

CARVALHO P. C. F., SANTOS, D. T., GONÇALVES, E. N., MORAES, A., NABINGER, C. **FORAGEIRAS DE CLIMA TEMPERADO**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Capítulo 16, maio de 2004. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/gpep/documents/capitulos/Forrageiras%20de%20clima%20temperado.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

CASSOL, L. C., PIVA, J. T., SOARES, A. B., ASSMANN, A. L. Produtividade e composição estrutural de aveia e azevém submetidos a épocas de corte e adubação nitrogenada. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 4, p. 438-443, jul/ago, 2011.

CAUDURO, G.F.; CARVALHO, P.C.F.; BARBOSA, C.M.P; LUNARDI, R.; NABINGER, C.; SANTOS, D.T.; VELLEDA, G.L. Fluxo de biomassa aérea em azevém anual manejado sob duas intensidades e dois métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.282-290, 2007.

CONAGHAN, P.; KIELY, P.O.; MARA, F.P.O. Conservation characteristics of wilted perennial ryegrass silage made using biological or chemical additives. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.2, 2010.

CRUZ, J. C., FILHO, I. A. P., ALVARENGA, R. C., NETO, M. M. G., VIANA, J. H. M. V., OLIVEIRA, M. F., MATRANGOLO, W. J. R., FILHO, M. R. A. **Cultivo do Milho**. Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2. ISSN 1679-012X Versão Eletrônica – ed. 7, set/2010.

DANTAS, C. C. O., NEGRÃO, F. M. Produção de silagem pré-secada. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 33, ed. 138, Art. 932, 2010.

EPIFANIO, P. A.; COSTA, K. A. P.; GUARNIERI, A.; TEIXEIRA, D. A. A.; OLIVEIRA, S. S.; SILVA, V. R. Silage quality of *Urochloa brizantha* cultivars with levels of campo grande *Stylosanthes*. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 38, n. 2, p. 135-142, 2016.

EVANGELISTA, A.R., ABREU, J. G., AMARAL, P. N. C., PEREIRA, R. C., SALVADOR, F. M., SANTANA, R. A. V. Produção de Capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) com e sem emurchimento. **Ciência e Agroecologia**, Lavras, v. 28, n. 2., p. 443-449, 2004.

FERRARI JUNIOR, E., PAULINO, V. T., POSSENTI, R. A., LUCENAS, T. L. Aditivos em silagem de capim elefante paraíso (*Pennisetum hybridum* cv. Paraíso). **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 222, p. 185-194, 2009.

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. D. Production systems - An example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.

FLOSS, E. L. Manejo forrageiro de Aveia (*avena sp*) e Azevém (*Lolium sp*). In: **Simpósio sobre manejo de pastagens**, v. 9, 1988, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 1988.

FLUCK, A. C.; SCHAFHÄUSER JÚNIOR, J.; ALFAYA JÚNIOR, H.; COSTA, O. A. D.; FARIAS, G. D.; SCHEIBLER, R. B.; RIZZO, F. A.; MANFRON, J. A. S.; FIOREZE, V. I.; RÖSLER, D. C. Composição química da forragem e do ensilado de azevém anual em função de diferentes tempos de secagem e estádios fenológicos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 6, p. 1979-1987, 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geociências**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm>. Acesso em: 29 jun. 2017.

JOBIM, C. C., NUSSIO, L. G., REIS, R. A., SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, suplemento especial, p.101-119, 2007.

KALAC, P.; PRICE, K. R.; FENWICK, G. R. Changes in saponin content and composition during the ensilage of alfalfa (*Medicago sativa L.*). **Food Chemistry**, v. 56, n. 4, p. 377-380, 1996.

LIMA, F. G.; LEE, S. T.; PFISTER, J. A.; MIYAGI, E. S.; COSTA, G. L.; SILVA, R. D.; FIORAVANTI, M. C. S. O efeito da ensilagem e fenação sobre as concentrações de saponina esteroide em duas espécies de gramínea *Brachiaria*. **Ciência Rural**, v. 45, n. 5, p. 858-863, 2015.

LOPES, V.; NOGUEIRA, A.; FERNANDES, A. **Cultura de azevém**. Ministério da Agricultura, do Desenvolvimento Rural e das Pescas. Ficha técnica, ed. 53, on-line, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268513390_Ficha_tecnica_053_2006>. Acesso em: 15 ago. 2017.

LUPATINI G. C., RESTLE, J., CERETTA, M., MOOJEN, E. L., BARTZ, H. R. Avaliação da Mistura de Aveia Preta e Azevém Sob Pastejo Submetido a Níveis de Nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v. 33. n. 11. p. 1939-1943, 1998.

McDONALD, P., HENDERSON, A. R., HERON, S. J. E. **The biochemistry of the silage**. Edinburg, J. Wiley and Sons Ltda, 1991. 226p.

MEDEIROS, R. B.; NABINGER, C. Rendimento de sementes e forragem de azevém-anual em resposta a doses de nitrogênio e regimes de corte. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 23, n. 2, p. 245-254, 2001.

MEINERZ, G. R.; OLIVO, C.J.; NÖRNBERG, J. L.; VIÉGAS, J.; AGNOLIN, C. A.; SCHEIBLER, R. B.; SKONIESK, F. R.; ZIECH, M. F.; QUATRIN, M. P. Utilização da biomassa remanescente de pastagens de estação fria para produção de forragem conservada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 5, p. 1390-1398, 2015.

MONTEIRO, A. L. G., COSTA, C., ARRIGONI, M. B. Avaliação do potencial para silagem dos cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 6, p. 1064-1068, 1998.

MOREIRA, A. L. Melhoramento de pastagens através da técnica da sobressemeadura de forrageiras de inverno. Apta Regional, on-line, 2016.
Disponível em: <<http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2006/2006-janeiro-junho/186-melhoramento-de-pastagensatraves-da-tecnica-da-sobressemeadura-de-forrageiras-de-inverno.html>>.
Acesso em: 08 ago. 2017.

MOSER, an L. E. **Post-harvest physiological change in forage plants**. In: Post-harvest physiology and preservation of forages. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin; p. 1-19, 1995.

MUCK, R. E. Dry matter level on alfafa silage quality II. Fermentation products and starch hydrolysis. **Transaction of ASAE**, v.33, n.2, p.373-381, 1990.

Nath, C. D., Neres, M. A., Scheidt, K. C., Bersot, L., Monteiro Sunahara, S. M., Sarto, J., Stangarlin, J. R., Gomes, S. D., Sereno, M. J., Perin, A. P. Characterization of Tifton 85 bermudagrass haylage with different layers of polyethylene film and storage time. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.31, n.8, p.1197-1204, 2018.

NEGRÃO, F. M., DANTAS, C. C. O. Produção de silagem de milho e capim-elefante. **PUBVET**, Londrina, v. 4, n. 27, Ed. 132, Art. 893, 2010.

NERES, M. A. e AMES, J. P. Novos aspectos relacionados à produção de feno no Brasil. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 14, n. 1, p. 10-17, 2015.

NERES, M. A.; HERMES, P. R.; AMES, J. P.; ZAMBOM, M. A.; CASTAGNARA, D. D.; SOUZA, L. C. Use of additives and pre-wilting in Tifton 85 bermudagrass silage production. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, p. 85-93, 2014.

OLIVEIRA, L. V., FERREIRA, O. G. L., PEDROSO, C. E. S., COSTA, O. A. D., ALONZO, L. A. G. Características estruturais de cultivares diplóides e tetraplóides de azevém. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 31, n. 3, p. 883-889, 2015.

PACIULLO, D. S. C. Características anatômicas relacionadas ao valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 357-364, 2002.

PAVINATO, P. S., RESTELATTO, R., SARTOR, L. R., PARIS, W. Production and nutritive value of ryegrass (cv. Barjumbo) under nitrogen fertilization. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, Fortaleza, Apr./June 2014.

PEDROSO, C. E. S., MEDEIROS, R. B., SILVA, M. A., JORNADA, J. B. J., SAIBRO, J. C., TEIXEIRA, J. R. F. Comportamento de ovinos em gestação e lactação sob pastejo em diferentes estágios fenológicos de azevém anual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 5, p. 1340-1344, 2004.

PELLEGRINI, L. G., MONTEIRO, A. L. G., NEUMANN, M., MORAES, A., PELLEGRIN, A. C. R. S., LUSTOSA, S. B. C. Produção e qualidade de azevém-anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.1894-1904, 2010.

PEREIRA, E. S., MIZUBUTI, I.Y., PINHEIRO, S.M., VILLARROEL, A. B. S, CLEMENTINO, R. H. Avaliação da qualidade nutricional de silagens de milho (*Zea mays*, L.). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 20, n. 3, p. 8-12, 2007.

PEREIRA, A. V., MITTELMANN, A., LEDO, F. J. S., SOUZA SOBRINHO, F. S., AUAD, A. M., OLIVEIRA, J. S. Comportamento agrônômico de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) para cultivo invernal na região sudeste. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 2, p. 567-572, 2008.

RIBEIRO JUNIOR, C. S., SALCEDO, Y. T. G., AZEVEDO, R. A., DELEVATTI, L. M., MACHADO, M. Uso de silagem de milho no balanceamento de dietas para vacas leiteiras. **Enciclopédia Biosfera**, Goiania, v. 7, n. 13, p. 1010-1018, 2011.

ROTZ, C. A. Field curing of forages. In: **Post-harvest physiology and preservation of forages**. Moore, K. J., Kral, D. M., Viney, M. K. American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, p. 39-66, 1995.

ROTZ, C. A.; MUCK, R. E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: **Forage Quality, Evaluation and Utilization**. Fahey Junior, G. C. (ed). ASA., CSSA., SSSA. Madison, Wisconsin, p. 828-868, 1994.

SKONIESKI, F. R., VIÉGAS, J., BERMUDEZ, R. F., NÖRNBERG, J. L., ZIECH, M. F., COSTA, O. A. D., MEINERZ, G. R. Composição botânica e estrutural e valor nutricional de pastagens de azevém consorciadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 3, p. 550-556, 2011.

SMITH, K. F., SIMPSON, R. J., CULVENOR, R. A., HUMPHREYS, MERVYN O., PRUD'HOMME, M. P., ORAM, R. N. The effects of ploidy and a phenotype conferring a high water soluble carbohydrate concentration on carbohydrate accumulation, nutritive value and morphology of perennial ryegrass (*Lolium perenne*). **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 136, n. 1, p. 65-74, 2001.

SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D., VAN SOEST, P. J., FOX, D. G., RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.

SOARES, A. B., RESTLE, J. Adubação Nitrogenada em Pastagem de Triticale mais Azevém sob Pastejo com Lotação Contínua: Recuperação de Nitrogênio e Eficiência na Produção de Forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 43-51, 2002.

SON, Y., HWANG, J., CHOI, K., LEE, J. A Phenolic Acid and Flavonoid Fraction Isolated from *Lolium multiflorum* Lam. Prevents D-Galactosamine-Induced Liver Damages through the Augmentation of Nrf2 Expression. **Indian Journal of Clinical Biochemistry**, v. 34, n. 1, p. 68-75, 2019.

TAMBURINI, A., RAPETTI, L., CROVETTO, G. M., SUCCI, G. Rumen degradability of dry matter, NDF and ADF in Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) and winter cereal silages. **Zootecnia e Nutrizione Animale**, v. 21, n. 6, p. 75-80, 1995.

TEIXEIRA, J. C., HESPANHOL, A. N. A trajetória da pecuária bovina brasileira. **Caderno Prudentino de Geografia**, Presidente Prudente, n. 36, v. 1, p. 26-38, 2014.

TIBAU, A. O. **Matéria orgânica e fertilidade do solo**. São Paulo: Nobel. p. 220, 1983.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ed. 2, Ithaca, Cornell University Press, p. 476, 1994.

VELHO, J.P.; MUHLBACH, P.R.F.; NORBERG, J.L.; VELHO, I.M.P.H.; GENRO, T.C.M.; KESSLER, J.D. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1532-1538, 2007.

VILLALOBOS, L., ARCE, J. Efecto del Picado Sobre las Características Nutricionales y Fermentativas de Ensilajes de Pastos Kikuyo, Ryegrass Perenne y Alpiste Forrajero. **Agronomía Costarricense**, v. 40, n. 1, p. 65-74, 2016.60