

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

VITÓRIA BARBOSA CONCEIÇÃO

**CINÉTICA RUMINAL *IN VITRO* DE SILAGEM DE AZEVÉM EM
DIFERENTES TEMPOS DE DESIDRATAÇÃO DA MASSA VERDE E
DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS
2019

VITÓRIA BARBOSA CONCEIÇÃO

**CINÉTICA RUMINAL *IN VITRO* DE SILAGEM DE AZEVÉM EM
DIFERENTES TEMPOS DE DESIDRATAÇÃO DA MASSA VERDE E
DIFERENTES ESTÁDIOS FENOLÓGICOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, como requisito parcial para obtenção do título de Zootecnista.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Carolina Fluck.

DOIS VIZINHOS

2019



FOLHA DE APROVAÇÃO

TCC

TÍTULO DO TRABALHO

Autor: Vitória Barbosa Conceição

Orientador: Prof^o. Dra. Ana Carolina Fuck

TITULAÇÃO: Zootecnista

APROVADA em 19 de novembro de 2019.

Prof. Dr. Fabio José Maia

Mestranda Jaqueline Destri

Profa. Dra. Ana Carolina Fuck
(Orientadora)

“Procure a sabedoria e aprenda a escrever os capítulos mais importantes de sua história nos momentos mais difíceis de sua vida”

(Augusto Cury)

Não acredite que as insatisfações e os problemas vão permanecer para sempre com você. Acredite que os pensamentos construtivos operam milagres.

(Lourival Lopes)

AGRADECIMENTOS

A Olorum que sempre está comigo e aos Guias Espirituais que sempre me protegem e intuem, porque essa etapa importantíssima é a alavanca para outras que virão.

Quero agradecer a minha mãe que sempre me apoiou e me orientou principalmente durante minha vida acadêmica. E ao meu pai, agradeço não só pelo apoio moral, mas também por me ensinar a cada dia ser uma pessoa mais dedicada e humilde. Sem vocês não estaria nesta universidade, vivenciando momentos, aventuras e aprendizados que jamais serão esquecidos.

Meus irmãos Mateus e Mariana. Amo vocês.

A minha orientadora Ana Fluck que me instruiu durante todo o trabalho, obrigada por todo carinho e paciência.

Agradeço por ter vindo para uma cidade nova que me proporcionou muitas experiências que me fizeram crescer tanto como profissional, quanto como pessoa. Há um grupo de pessoas que tiveram um grande papel nisso, sem eles a vida no Paraná teria sido muito mais difícil.

Obrigada por me acolherem como família. São eles: Fernanda, Evelyn, Sebastião, Anye, Beatriz, Luanna, Maíra, Giuliana e Wellington.

Agradeço também minhas amigas de São Paulo, que mesmo longe sempre me apoiaram Beatriz, Gabi, Larissa, Roberta, Bianca, Juliana e Thayná.

RESUMO

CONCEIÇÃO, Vitória B. Cinética ruminal *in vitro* de silagem de azevém em diferentes tempos de desidratação da massa verde e diferentes estádios fenológicos. 2019. 44f - Trabalho de Conclusão de Curso - Programa de graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2019.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os parâmetros relativos à cinética ruminal *in vitro* de silagem de azevém em diferentes tempos de secagem da biomassa em seus estádios: vegetativo (cortar e ensilar; cortar e ensilar após 4 hs de secagem; cortar e ensilar após 7 hs de secagem); Pré-florescimento (cortar e ensilar; cortar e ensilar após 4 hs de secagem); Florescimento (cortar e ensilar). O trabalho foi conduzido no Laboratório Análise de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos, onde foram preparados o meios de cultura e em seguidas misturados com o inóculo ruminal coletados de 4 bovinos fistulados da raça Jersey. As amostras foram alocadas em frasco de penicilina para leitura de volume e pressão dos tratamentos nos seguintes horários de 1, 2, 3, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48, 72, 96, 120 e 144 horas após incubação. Os parâmetros da cinética ruminal *in vitro* foram estimados por modelo matemático, levando em consideração: período de latência, volume de gás produzido pela fração de rápida e lenta degradação e taxa de degradação da fração de rápida e lenta degradação, além do volume total de gás produzido por tratamento. A curva de degradação *in vitro* também foi estimada levando em consideração a regressão entre horário de produção de gás ao longo de 144 horas. Os tratamentos que apresentaram resultados satisfatórios entre o volume total de produção de gás e os parâmetros da cinética ruminal *in vitro* foram os da silagem no estádio vegetativo com 7 horas de pré-secagem com 22,7209 mL/0,1 g de MS, no estádio pré-florescimento com 4 horas de pré-secagem com 16,9112 mL/0,1g de MS e no estádio pré-florescimento com 7 horas de pré-secagem 21,7171 mL/0,1g de MS. Os tratamentos com maior teor de matéria seca apresentaram maior taxa de degradação sendo o ideal para a utilização de volumoso na alimentação animal.

Palavras-chaves: Degradação ruminal; Desidratação de biomassa verde; Parâmetros da cinética ruminal *in vitro*.

ABSTRAT

CONCEIÇÃO, Vitória B. *in vitro* Ruminant kinetics of ryegrass silage in different periods of green mass's dehydration and different phenological stages. 2019. 44f. TCC (Labor Course Completion) – Undergraduate degree in Animal Science, Federal Technological University of Paraná. Dois Vizinhos.

The objective of this work was to evaluate the parameters related to *in vitro* ruminal kinetics of ryegrass silage at different drying times of the biomass at its following levels: vegetative (cut and ensile; cut and ensile after 4 hours of drying; cut and ensile after 7 hours); Pre-flowering (cutting and ensiling; cutting and ensiling after 4 hours of drying); Flowering (cut and ensile). The work was conducted at the Food Analysis Laboratory of the Federal Technological University of Paraná, Campus Dois Vizinhos, where they were prepared or cultivated and then mixed with the ruminal node collected from 4 fistulated Jersey cattle. As were allocated to the penicillin vial for volume and pressure reading of the following pressure ranges 1, 2, 3, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48, 72, 96, 120 and 144 hours after incubation. The parameters of *in vitro* rumen kinetics were estimated by mathematical model, taking into consideration: latency period, gas volume produced by the fast and slow degradation fraction and degradation rate of the fast and slow degradation fraction, besides the total gas volume. produced by treatment. An *in vitro* degradation curve was also estimated, taking into account the return between the gas production time and 144 hours. Controls that demonstrated satisfactory results between the total gas production volume and *in vitro* rumen kinetic parameters were 7-hour pre-drying vegetative stage silage with 22,7209 mL / 0.1 g DM, not pre-stage. flowering with 4 hours pre-drying with 16.9112 mL / 0.1g DM and no pre-flowering stage with 7 hours pre-drying 21.7171 mL / 0.1g DM. Controls with higher dry matter content presented higher degradation rates and were ideal for the use of large animals for feeding.

Keywords: Ruminant degradation; Green biomass dehydration; Ruminant *in vitro* kinetics parameters.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Curva de degradação *in vitro* da silagem de azévem em diferentes tempos de desidratação da massa verde e diferentes estádios fenológicos.32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Teores de matéria seca total (MST), matéria mineral (MM) e orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergentes neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA) da silagem de azevém em diferentes tempos de desidratação da massa verde e diferentes estádios fenológicos.....24

Tabela 2: Parâmetros da cinética ruminal *in vitro* da silagem de azevém em diferentes tempos de desidratação e estádios fenológicos.....28

Tabela 3: Correlação de Pearson ($P < 0,05$) entre os parâmetros da cinética ruminal *in vitro* da silagem de azevém em diferentes tempos de desidratação e estádios fenológicos.....29

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	12
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1 Qualidades nutricionais de forrageiras em decorrência do seu estágio de desenvolvimento	13
3.2 Gramíneas temperadas.....	15
3.3 Azevém (<i>Lolium multiflorum</i> Lam).....	16
3.4 Silagem	17
3.5 Métodos para avaliação da cinética de digestibilidade ruminal <i>in vitro</i>	19
4.MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
4.1.Local, delineamento experimental à campo e implantação forrageira.....	23
4.2 Processos da ensilagem	23
4.3. Cinética ruminal <i>in vitro</i>	25
4.4. Análises Estatísticas	25
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
6. CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

As pastagens são as principais fontes de alimentos para os ruminantes, apresentando bom aporte nutritivo, alta aceitabilidade e serem economicamente viáveis. Técnicas de conservação de forragem podem ser empregadas dentro dos diferentes sistemas de produção de ruminantes para assegurar o fornecimento de volumoso de qualidade, em estágios fenológicos pré-determinados. Uma dessas técnicas é a ensilagem, que tem como objetivo conservar os elementos nutritivos da planta minimizando as perdas e através da fermentação anaeróbica do material úmido (PEREIRA; REIS, 2001).

A região sul do Brasil se destaca na produção de gramíneas temperadas devido a suas características edafoclimáticas por apresentar estações bem definidas e disponibilidade hídrica e solos férteis, garantindo ótimas condições para produção no inverno possuindo alto valor nutritivo, com maior flexibilidade de plantio e tolerância a seca. As principais culturas são aveia branca, aveia preta, centeio e o azevém, usualmente são atribuídos a produção de grãos, de silagem ou feno (GRECCO et al., 2011).

O azevém é uma gramínea anual de inverno e se destaca pela sua rusticidade, adaptação e produção em condições de baixa temperatura, tornando-se uma boa opção para ensilagem. Porém, devido a sua alta umidade, sugere-se que para aplicação desta técnica, seja feita secagem prévia. Existem poucos estudos que avaliam quais as perdas nutricionais que podem impactar na degradação deste alimento para ruminantes (AMARAL, 2008; SKONIESKI et al., 2011).

Assim, a cinética ruminal *in vitro*, é um método rápido e eficaz para demonstrar o comportamento da digestão ruminal, pois trata-se de um método laboratorial que simula a digestibilidade da matéria seca dos alimentos. Além de ser rápido e de baixo custo, permite avaliar fatores que afetam a degradação microbiana, a estimativa do aproveitamento ruminal do alimento e sua taxa de degradação através da produção de gases (MOHAMED; CHAUDHRY, 2008).

Dentro desse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar os parâmetros da cinética ruminal *in vitro* da silagem de azevém em diferentes tempos de desidratação da biomassa verde e estádios fenológicos e correlacionar com seus componentes nutricionais, analisando seu potencial para a utilização em dietas, por meio dos parâmetros de fermentação ruminal *in vitro*.

2.OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

Avaliar os parâmetros relativos à cinética de degradação *in vitro* da silagem de azevém submetido a diferentes tempos de secagem da biomassa e diferentes estádios fenológicos.

2.2 Objetivos específicos:

Estimar os parâmetros da degradação ruminal *in vitro*: volume total de gás acumulado, volume final de gases de fração rápida degradação, a taxa de degradação da fração rápida, volume final de gases de fração lenta degradação, a taxa de degradação da fração lenta e latência.

Correlacionar os teores nutricionais dos tratamentos da silagem de azevém com os parâmetros da cinética ruminal *in vitro* através da correlação de Pearson.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Qualidades nutricionais de forrageiras em decorrência do seu estágio de desenvolvimento

As duas principais características viáveis que as plantas forrageiras apresentam para a criação animal são seu valor nutritivo e a capacidade de rebrote após corte ou pastejo (GOMIDE, 1988). Na escolha da espécie forrageira é importante ter o conhecimento da espécie que mais se adapta ao clima da região e seu ciclo de produção, (SANTOS et al., 2015). Plantas C4 apresentam melhor desempenho produtivo em temperaturas entre de 30 a 35°C e utilizam com mais eficiência a água e possuem altas taxas de fotossíntese o que resultando em crescimento mais rápido. Já as plantas C3 se desenvolvem melhor em temperaturas entre 20 a 25°C, apresentam taxa de crescimento mais lenta, são mais tolerantes à seca, sendo muito utilizadas nos períodos de déficit hídrico e possuem um alto valor nutritivo (MAIXNER; SILVA, 2013).

O ambiente no qual a planta se encontra, tem um papel relevante no decréscimo do valor nutritivo, o que reflete diretamente na produção animal (BARCELLOS et al., 2008). Entre outras características ligadas ao valor nutritivo, pode-se citar a temperatura, umidade e luminosidade, todas apresentando correlação com a maturidade da planta, podendo acelerar este processo impactando negativamente em sua qualidade (SANTOS et al., 2011).

Com o florescimento da planta ocorrem modificações na composição estrutural dos seus tecidos, aumentando as proporções da parede celular afetando a digestibilidade das folhas e do colmo, devido ao seu alongamento. A fibra presente na estrutura da forrageira é definida pela quantidade de fibra detergente neutro (FDN), em relação às leguminosas as concentrações de FDN são menos digestíveis que as das gramíneas (GUIMARÃES, 2010). Gramíneas contêm mais fibras nas lâminas foliares, são menos digestíveis que as leguminosas, no entanto, essa diferença não é tão distinta (DIEHL et al., 2014).

Os diferentes tipos de tecido apresentam taxa de digestão diferenciada. De acordo com Guimarães (2010), tecidos com alta digestibilidade são aqueles com elevado conteúdo celular, ricos em cloroplastos e células com parede delgada não lignificada, já os tecidos com baixa digestibilidade apresentam células muito agrupadas, paredes espessas e lignificadas, normalmente são tecidos de sustentação.

A qualidade das forrageiras depende também do teor de proteína e energia, potencial de consumo e digestibilidade. O estágio de desenvolvimento, adubação e momento de corte ou pastejo são fatores que influenciam na composição química da plantas, que é definida por análise bromatológica e caracterizada pelas concentrações de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e nutrientes digestíveis totais (NDT) (DIEHL et al., 2014). De acordo com Pereira & Reis (2001), todas as gramíneas de inverno e verão tem suas composições químicas alteradas quando são submetidas a doses de adubação nitrogenada. A adubação do azevém com 400 kg/ha levou a um aumento de 87,8 % no teor de proteína bruta.

Segundo Van Soest (1994) a lignina é um dos fatores que mais impacta na digestibilidade de plantas forrageiras. É uma molécula fenólica altamente complexa que só é menos abundante em plantas do que a celulose. Apesar de ser um composto essencial para a rigidez e estruturação da forrageira, sua estrutura ainda não é completamente conhecida. Como elemento da parede celular, a lignina fornece suporte mecânico para órgãos da planta e é considerada um fator anti-nutricional, pois limita a digestão da fibra. À medida que a forrageira amadurece aumentam as proporções de órgãos e tecidos lignificados, contribuindo para altas concentrações de fibras e menores concentrações células solúveis (KENNETH; HANS-JOACHIM, 2001).

As gramíneas C4 possuem tecidos parcialmente digestíveis, o esclerênquima e o xilema e epiderme e células da bainha do feixe vascular (BASSO; BARBERO, 2015). Ao contrário das plantas C3, que demonstram maior proporção de mesófilo na lâmina foliar, tecido com degradação rápida. Nestas espécies, apenas o xilema e a bainha interna dos feixes são resistentes à digestão. Ou seja, as lâminas foliares de espécies C3 tem maior qualidade devido a proporção de tecidos digestíveis em comparação com as C4. Em relação ao colmo, apresentam menos variação que a lâmina foliar. Quanto mais velha a planta, mais lignificado é o colmo e conseqüentemente, menor será a digestibilidade (VAN SOEST, 1994).

As populações microbianas do sistema digestivo dos animais ruminantes são adaptadas para obter nutrientes e energia da parede celular das plantas, que correspondem 80% do total de matéria seca. No entanto, a natureza física e química da gramínea pode ser uma barreira para sua completa digestão no rúmen (DIEHL et al., 2014). O problema com a aceitação dos microrganismos do rúmen é devido a formação de massa sólida de tecidos que geram partículas volumosas e pouco digeridas, por motivo da lignificação, acarretando uma taxa de passagem mais lenta, maior enchimento ruminal e redução do consumo de MS (ALLEN, 1996).

O acúmulo de lignina e a diminuição do conteúdo celular são os principais fatores que afetam a qualidade da matéria seca ao longo do envelhecimento da planta. A adoção de estratégias de manejo é essencial para garantir o rápido crescimento da forrageira, que possui alta correlação com o grau de aceitabilidade dos animais, taxa de ingestão (taxa, massa, profundidade e área do bocado) que corresponde a 70% da qualidade da forrageira e o tempo de pastejo, essenciais para ganho de peso, eficiência produtiva e reprodutiva e lucratividade (CARVALHO, 2005).

3.2 Gramíneas temperadas

As forrageiras temperadas sobressaem muito bem nos períodos de inverno, geadas, neve e ventos de altitude. Dependendo da espécie, elas resistem ao calor e a seca, permitem plantio no outono e inverno, são exigentes em relação à fertilidade do solo, embora sejam menos exigentes em horas luz, em casos de invernos secos necessitam de um manejo de irrigação para corrigir a falta de água, e sobressaem em produção de sementes e alta qualidade de forragem e produção de matéria seca (GERDES et al., 2005).

A produção animal faz com que pastagens naturais ou a silagem com gramíneas tropicais sejam as principais fontes de alimento, mantendo sua boa produção no verão e queda no frio e em época de seca, obrigando os produtores a adotarem alternativas para diminuir os efeitos do déficit forrageiro (SANTOS et al., 2003).

De acordo com Faria & Corsi (1986), para as culturas de inverno é recomendado à implantação nas regiões do Brasil central, mesmo em regiões tropicais, mas que apresentam invernos rigorosos, que favorece o crescimento das plantas. O Sul do Brasil tem grande potencial por possuir clima cfb (clima temperado com verão ameno), na utilização das forrageiras de inverno de alta qualidade em sua extensa área, sem restrições importantes, sob diversas formas de cultivos (CÓRDOVA; FLARESSO, 2015).

Em relação ao seu ciclo, podem se dividir em anual ou perene, tendo como principais espécies: aveia-preta, azevém, centeio, cevada, alfafa, trevo e cornichão, a maior parte dessas gramíneas possui metabolismo C3 muito adaptado a baixa temperatura (20° a 25° C) e a luz, entre si são muito competitivas em relação aos nutrientes do solo (NABINGER, 2006).

Já gramíneas tropicais as principais espécies anuais são o milho e o sorgo, as perenes são braquiária brizantha e o capim elefante que contêm o metabolismo C4 que apresentam características morfológicas mais adaptadas a luz e a temperatura mais elevadas (30° a 35°C), à medida que a idade da planta avança, ocorre a lignificação de sua estrutura, diminuindo o

conteúdo celular, interferindo no seu valor nutricional e na digestibilidade da forrageira (SANTOS et al., 2003). Segundo Fontaneli et al. (2012), outro fator limitante para gramíneas tropicais perenes é sua queda de produção depois do período das águas, podendo perder até 25% de toda produção no inverno.

De acordo com Santos et al. (2011) as espécies de clima temperadas produzem matéria seca quatro vezes menor que as espécies de clima tropicais, proporcionando uma maior capacidade de suporte, ou seja, elas promovem maior ganho de peso por área, devido seu alto potencial produtivo. No entanto, nunca vão superar a qualidade nutricional e o ganho de peso diário que as gramíneas temperadas proporcionam, devido a baixa digestibilidade e consumo das gramíneas tropicais, que possuem tecidos mais lignificados, em que o animal terá de aumentar o consumo na tentativa de vencer a baixa digestibilidade do alimento elevando o tempo de retenção no rúmen (KOSCHECK et al., 2011).

Os estados da região Sul apresentam condições ambientais favoráveis para a produção de forrageiras de clima temperado (SANTOS et al., 2011). Independente do sistema de produção, práticas culturais, uso de tecnologia e manejos adequados são essenciais para garantir um bom desempenho produtivo, que atenda a meta do produtor e a demanda dos animais (FONTANELI et al., 2012).

O valor nutritivo de um alimento depende de diversos fatores, entre eles a sua composição química e o aproveitamento de seus nutrientes pelos animais, uma vez que, em animais ruminantes esse aproveitamento é resultante da simbiose entre o animal e a microbiota ruminal (SANTO et al., 2017).

3.3 Azevém (*Lolium multiflorum* Lam.)

Trazido por imigrantes italianos para o Brasil por volta de 1875, o azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) é uma gramínea C3 adaptada a baixas temperaturas, florescendo somente no inverno e primavera (FLOSS, 1988). É a segunda gramínea de inverno mais cultivada do estado do Rio Grande do Sul, sendo estabelecido na forma de cultivo ou natural, tornando-se mais rentável no sistema de integração lavoura-pecuária (RAMOS, 2017).

A época ideal de semeadura é final de fevereiro e começo de março, seu crescimento inicial é lento, contudo proporciona um período vegetativo de 180 a 280 dias, maior que a cultura da aveia (PEREIRA, 2005). O azevém mais comum utilizado é o diplóide (2n), entretanto apresenta culturas tetraplóides (4n), que se caracterizam por ter um ciclo mais longo e alta produção de forragem (FONSECA; MARTUSCELLO, 2010).

Dentre suas características morfológicas o azevém tem um sistema radicular fasciculado, com colmo ereto e cilíndrico, podendo atingir de 100 a 120 cm, as folhas são finas, lígula curta e as aurículas abraçantes. A inflorescência é uma espiga dística, ou seja, com duas colunas de espiguetas (RIBEIRO et al., 2009). A espécie é bastante rústica, vigorosa, competitiva, não é exigente quanto ao tipo de solo, floresce bem em locais úmidos e argilosos, que garante abundância de perfilhamento cobrindo todo o solo e excelente capacidade de rebrota, é resistente a doenças e faz uso extremamente eficiente do nitrogênio (PEREIRA, 2005).

Na alimentação animal o azevém apresenta grandes vantagens devido a sua versatilidade de uso. Segundo Ribeiro et al.(2009), o azevém se sobressai em relação às outras gramíneas de inverno devido alta produção de massa de forragem com ótimo valor nutricional, resistência ao pisoteio e doenças, rotação de culturas e melhorias nas propriedades químico-físicas e biológicas do solo.

Ramos (2017) cita que o azevém se sobressai pela sua alta aceitabilidade, característica atribuída ao seu elevado teor de proteína e palatabilidade. Entanto sua baixa concentração de carboidratos fibrosos interfere na síntese de proteína microbiana, podendo aumentar a absorção de amônia ruminal para o sangue sendo um motivo para a silagem de azevém não ser amplamente utilizada, pois gera um produto com pH alto (LOPEZ, 1975). Deste modo, desejando potencializar os nutrientes digestíveis e a maior digestibilidade da fibra, é recomendável colher a gramínea em seu estágio imaturo de crescimento (FONTANELI et al., 2012).

Sua eficiência na produção possibilita seu uso de diversas formas sem alterações na sua qualidade, na qual é fornecido dentro dos sistemas pecuários como: pastoreiro, feno ou silagem (SKONIESKI et al., 2011). De acordo com Sá (1995) possibilita o uso em consórcio com gramíneas temperadas ou tropicais, por apresentar alto índice de germinação nessas condições, garantindo a utilização da pastagem por mais tempo

3.4 Silagem

Na produção animal o uso da silagem vem se intensificando, independente do sistema de produção (DRIEHUIS et al., 2018). Manter um alimento volumoso de qualidade o ano todo, não é uma tarefa fácil para nenhum produtor. O Brasil tem condições propícias para a

produtividade das forrageiras, no entanto, em épocas de entressafra ocorre a estacionalidade dessas gramíneas, interferindo no desempenho animal (PEDREIRA et al., 2014).

De acordo com Driehuis et al. (2018), a silagem possibilita uma grande demanda de alimento de qualidade e com teor de energia para a conversão de carne, lã e leite, proporcionando maior produção por número de animal/ha e garantia de alimento durante o período de déficit forrageiro e eficiência nas dietas. Além disso, é uma técnica de baixo custo, acessível a pequenos produtores, em que toda a preparação e utilização podem ser toda mecanizada ou não (GERDES et al., 2005).

A utilização da técnica de ensilagem com gramíneas de clima temperado já é muito comum nas regiões dos estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, são opções para substituir a silagem de milho e sorgo, que tem alto custo de manejo e também para suceder de pastagens perenes (COAN et al., 2001).

A silagem é o método de conservação de forragem úmida ou de grãos de cereais através da fermentação em meio anaeróbicos (PEREIRA; REIS, 2001). O processo da fermentação promove reações químicas que produzem ácidos orgânicos e elimina substâncias indesejáveis (ácido cianídrico) e causa a diminuição de pH, proporcionando um ambiente de anaerobiose permitindo máxima conservação do valor nutritivo da forragem por muito tempo (NOVAES et al., 2004; FONTANELI, 2012).

A um conjunto de fatores que determinam a qualidade da silagem que são os teores de matéria seca, o poder tampão, o conteúdo de nitrogênio amoniacal e os carboidratos solúveis da forrageira, que induzem na fermentação, podendo exercer ação sobre a composição química e ingestão (COAN et al., 2001).

O teor de umidade da forragem também interfere negativamente o processo de fermentação, a ensilagem de material úmido provocando a redução de carboidratos solúveis, aumento do pH levando a produção de efluentes e de bactérias indesejáveis, como a do gênero *Clostridium* (McDONALD et al., 1991).

Segundo Chamberlain et al. (1985) o emurchecimento restringe a fermentação secundária no silo, promovendo forragem com baixo teor de matéria seca, McDonald (1991) cita que o ideal teor de matéria seca presente no silo deve ser menor que 21% e valores de pH entre 3,8 e 4,2. O uso de aditivos também é uma prática realizada para aumentar os níveis de matéria seca, proporcionando uma silagem de boa qualidade e maior tempo de conservação.

Jobim et al. (2007) cita que os processos para a formação do silo, também é uma técnica de avaliação de qualidade, são eles: equipamentos de colheita e processamento; desenvolvimento de métodos e estruturas de armazenamento.

Segundo Fisher et al. (1995) primeiro para a escolha da forrageira deve-se analisar o estágio de vida da planta. Plantas muito jovem tende a levar a uma fermentação indesejada devido ao alto teor de umidade, de outro modo, o corte de plantas mais maduras tem maior quantidade de matéria seca e perda de valor nutricional (VAN SOEST, 1994).

Para Pereira e Reis (2001) o corte das plantas forrageiras deve ser feito no estágio vegetativo, momento de “ponto de equilíbrio” entre produção de matéria seca (MS) e qualidade nutricional. Ou seja, o momento de corte deve-se ser considerado a fisiologia da planta mais a operação de ensilagem.

A compactação proporciona a estabilidade aeróbia do silo, garantindo máxima fermentação. Silos mal compactados resultam na deterioração da forragem devido à presença de oxigênio, criando condições para proliferação de fungos e bactérias. O teor de matéria seca e tamanho de partículas, também atua nesse processo, levando a perdas de silagem (JOBIM et al., 2007).

O consumo da forragem nem sempre é igual ao consumo de silagem, segundo NRC (1996), pode ter uma redução de 30% a 40%. Um dos motivos é o teor de matéria seca apresenta a fibra, que em excesso afetando a digestibilidade e desempenho, no entanto a deficiência leva a acidose e queda nos níveis de gordura no leite. Nesse caso é importante balancear as dietas de acordo com suas exigências nutricionais. Por outro lado, problemas de fermentação na silagem reduzem a aceitação dos animais, pela produção de ácidos orgânicos (COAN et al., 2001).

O consumo animal é o elemento principal para determinação de qualidade do silo, de acordo com Novaes et al.(2004) o conceito de produção de silagem é simples, mas a aplicação é mais complexa, cabe ao produtor exercer boas práticas de formação do silo, para suprir as exigências nutricionais e de produção do animal, evitando gastos desnecessários, a dependência do planejamento forrageiro e oscilação na produção (JOBIM et al., 2007)

3.5 Métodos para avaliação da cinética de digestibilidade ruminal *in vitro*

O conhecimento da dinâmica de degradação ruminal dos alimentos é fundamental para adequação das dietas quanto às informações relativas às proporções das frações dos alimentos, bem como sua taxa de digestão e perdas decorrentes da fermentação ruminal (MOHAMED; CHAUDHRY, 2008).

Carboidratos e proteínas são os principais elementos nutricionais nas dietas para bovinos (VAN SOEST, 1994). Ambos aumentam a atividade microbiana, induzindo na

digestibilidade ruminal e no fluxo de nutrientes para o animal. Os carboidratos presentes na parede celular vegetal disponibilizam energia para os microrganismos do rúmen, a fração que é ingerida influencia na classificação de bactéria ruminais que fermentam carboidratos não fibrosos e fibrosos que causam alterações na taxa de digestão dos alimentos (MUNIZ et al., 2011).

A qualidade nutricional dos alimentos não é só representada pela sua análise químico-bromatológica, quando se trata em nutrição animal essa informação só se torna integra por meio da digestibilidade, ou seja, a relação entre a porção de alimento ingerido com o que é excretado (SALMAN et al., 2010).

Visando diminuir custos, desperdícios dos alimentos e no bem-estar animal, foram desenvolvidos ao longo do tempo práticas laboratoriais de análise química dos alimentos, sua taxa total de absorção e o metabolismo das atividades microbianas, através da simulação do ambiente ruminal (SILVA et al., 2014).

O método *in vitro* prevê o desempenho animal, a partir da simulação do processo anaeróbico de fermentação ruminal, permitindo analisar os resíduos e o metabolismo da degradação microbiana (TILLEY; TERRY, 1963; GOERING; VAN SOEST, 1970).

A técnica foi desenvolvida por como uma alternativa de substituir o método *in vivo*, mesmo sendo mais precisa demanda muito trabalho, tempo e volume de alimento (HALL; MERTENS, 2008). Desta forma, o método *in vitro* é vantajoso por ter baixo custo, menor quantidade de amostras de alimentos e permite controlar fatores que interfere na degradação (população microbiana, ambiente e animal) (MOHAMED; CHAUDHRY, 2008).

O procedimento consiste na incubação do alimento em tubos ou frascos, junto com solução tampão e líquido ruminal, que ao longo do tempo são analisadas a pressão e volume dos gases produzidos na fermentação (HALL; MERTENS, 2008). No entanto, o método determinado por Tilley e Terry (1963) não se refere à cinética e sim a dimensão da digestão, ou seja, produto final do que foi degradado

Segundo Tomich et al.(2006) os parâmetros de cinética de degradação ruminal da matéria seca de volumosos, podem ser estabelecido pela técnica *in vitro*, porém requer em um mesmo experimento um grande número de análise de substratos.

Para Perez (1997) pode-se obter duas estimativas da digestibilidade através da incubação de amostras. A primeira é a digestibilidade aparente, onde a amostra é incubada por 24 horas a 39 °C, com líquido ruminal e diluído com solução tampão, em seguida é adicionado a pepsina ácida, para a degradação da proteína microbiana sintetizada por mais 48 horas (TILLEY;TERRY, 1963; PEREZ, 1997). Contudo essa técnica apresenta certas

limitações como: dificuldade de analisar a taxa de degradação de componentes solúveis e da fibra e a variações na população microbiana (CARVALHO, 2015). Fatores que depende muito da dieta do animal, manuseio do fluido ruminal, manutenção das condições do rúmen, tipo de tamponante, tamanho da partícula e tempo de fermentação (PEREZ, 1997).

A cinética é definida pelas variáveis que influenciam a digestão, ou seja, composição do alimento e quantidade da dieta, taxa de passagem, tempo de digestão e a reciclagem do conteúdo ruminal (VAN SOEST, 1994).

Com objetivo de entender o aproveitamento dos nutrientes no início da fermentação ruminal, foi desenvolvido a técnica de digestibilidade verdadeira do alimento. O método se inicia da mesma forma que é conduzido o da digestibilidade aparente, no entanto, a pepsina ácida é substituída por detergente neutro que extrai toda matéria microbiana do resíduo da digestão, podendo-se obter a o perfil de degradação da parede celular, considerando o tempo de digestão que o material é incubado. (SALMAN et al., 2010).

A cinética de degradação ruminal com produção de gases *in vitro* está relacionada com a taxa de fermentação da amostra incubada com o inóculo ruminal, o acúmulo de gás produzido é medido ao longo do tempo, permitindo avaliar o perfil da ação microbiana na degradação de matéria seca e/ou orgânica (MALAFAIA et al., 1998; TILLEY; TERRY, 1963).

As vantagens da produção de gases é estimar a digestibilidade dos carboidratos fibrosos (celulose, lignina e hemicelulose) os carboidratos não-fibrosos (o amido, a pectina, as frutonas e os açúcares solúveis) e proteínas, que são grandes fontes de energia para o crescimento microbiano no rúmen considerando a conversão em CO₂, CH₄ e a reação dos ácidos graxos voláteis com o tampão bicarbonato (MALAFAIA et al., 1998).

A produção de gás é estabelecida por diferentes fases de degradação, a primeira é a fase de latência, na qual só ocorre o preparo da matéria a ser degrada e a síntese de enzimas microbianas, ou seja, não á produção de gás; em seguida vem a fase exponencial, que tem uma rápida produção de gás, devido o aumento na taxa de degradação; por último a fase estacionária, na qual a produção de gás vai diminuindo chegando a zero, devido a queda da degradação conforme o tempo (HARVEY et al., 2008).

Essa curva de produção de gás é determinada por modelos não-lineares, que descreve o perfil da fermentação em relação ao tempo de incubação (SCHOFIELD et al., 1994), que sofre efeito pela composição do alimento, especificamente os teores de carboidratos fibrosos e não fibrosos, teor da fibra em detergente neutro, dos nutrientes digestíveis totais e da proteína (CARVALHO, 2015).

O estudo da composição química dos alimentos proporcionou avaliar diferentes espécies de forrageiras, a ação de fatores antinutricionais, suplementos alimentares e aditivos, permitindo a manipulação de dietas balanceadas de acordo com a exigência do animal que variam com sua categoria, garantindo maior desempenho na produção e menos gasto para o produtor. (SILVA et al.,2014).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local, delineamento experimental à campo e implantação forrageira

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Análise de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, município localizado na região Sudoeste do Estado do Paraná.

As amostras de silagem de azevém foram provenientes de experimento conduzido em área experimental pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) localizado no município de Capão do Leão, Rio Grande do Sul.

A implantação do azevém foi realizada em abril de 2013, em que foram utilizadas sementes puras viáveis, com densidade de 20 kg.ha⁻¹ semeadas em linha, com aplicação de 80 kg ha⁻¹ de nitrogênio na adubação de cobertura. A área da implantação foi dividida em quatro lote uma para cada estágio fenológico pré-determinado, assim quando a forrageira atingia seu estágio vegetativo, pré-florescimento e o florescimento pleno eram colhidos.

Mas antes disso ao atingir 30 cm de altura a planta foi cortada para uniformização do dossel, todos os cortes feitos a 7cm de altura do solo. Em seguida, foram adicionados 100 kg.ha⁻¹ de N parcelados ao longo de toda área.

4.2 Processos da ensilagem

O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. Quando a forrageira alcançou seu estágio vegetativo (30 cm), foi feito corte para ensilagem nas parcelas referentes a esse tratamento. O próximo corte para ensilagem foi realizado quando a forrageira entrou no em pré-florescimento (20% de aparecimento de inflorescências). Ao entrarem em florescimento as parcelas restantes, ou seja, 20% de espiguetas com grãos formados foram feitos os cortes e posterior a ensilagem do material.

Os micro-silos foram elaborados da seguinte forma, onde a cada ciclo da planta era realizado um corte em cada área do lote de implantação do azevém. Devido ao alto teor de umidade na forrageira colhido no estágio vegetativo, foram estipulados três diferentes tempos de murcha. O primeiro foi apenas cortado e ensilado (Veg T1), o segundo foi cortado e durante 4 horas pré-secado e ensilado (Veg T2), por último o terceiro foi cortado e durante 7 horas pré-secado e ensilado (Veg T3). Para o pré-florescimento fez-se em dois tempos, o

primeiro cortar e ensilar (PF T1) e o segundo cortado e pré-secado por de 4 horas e ensilado (PF T2). No florescimento não foi preciso a pré-secagem, devido o baixo teor de umidade, dessa forma, logo depois do corte o material já foi ensilado (FP).

O material verde como colmo e folhas foram picados em partículas de aproximadamente 5 cm, utilizando picador estacionário, ensilado em micro-silos de PVC e armazenados. Após quatro meses da ensilagem, os micro-silos foram abertos, retirando-se amostras de silagem de cada tratamento para análises. Essas amostras foram secas em estufa de ar forçado a 55°C até peso constante e moídas em moinho tipo Willey em peneira de crivo de 1 mm.

Para análise de correlação dos parâmetros da cinética de degradação *in vitro*, foram utilizados dados da composição nutricional previamente estabelecidos da silagem de azevém. Para tal, os teores de matéria seca (MS) foram determinados por secagem em estufa a 105°C durante 8 horas Método 967.03; AOAC, 1998) e cinzas por queima em mufla a 600°C durante 4 horas. O teor de matéria orgânica (MO) foi calculado como 100-MM (Método 942.05; AOAC, 1998). A proteína bruta (PB) foi determinada indiretamente a partir do valor de nitrogênio total (N), através do método de Kjeldahl (Método 2001.11; AOAC, 2001). Os teores de fibra em detergente neutro (FND) e fibra em detergente ácido (FDA) foram analisados pelo método de Van Soest (1963), adaptado por Senger et al. (2008), utilizando saquinhos de poliéster de 16 micras e o material submetido a temperatura de 110°C em autoclave por 40 minutos, sendo incluída alfa-amilase (MERTENS, 2002). A concentração de lignina em detergente ácido (LDA) foi determinada através de tratamento com ácido sulfúrico 72% (Método 973.18; AOAC, 1998).

Tabela 2. Teores de matéria seca total (MST), matéria mineral (MM) e orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergentes neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA) da silagem de azevém em diferentes tempos de desidratação da massa verde e diferentes estádios fenológicos.

	Vegetativo			Pré-Florescimento		Florescimento
	0	4	7	0	4	0
MS	14,38	25,29	32,12	51,09	48,58	48,82
MO	88,32	91,38	91,45	91,45	92,45	92,98
MM	11,68	8,62	855	8,55	7,55	7,02
PB	19,63	16,64	15,23	12,2	11,08	7,67
FDN	36,98	37,87	38,72	40,15	42,58	53,52
FDA	22,21	22,22	23,66	23,82	24,84	34,98
LDA	4,04	4,3	4,35	5,35	5,72	8,23

4.3. Cinética ruminal *in vitro*

O preparo do meio de cultura foi de acordo como método adaptado de Goering e Van Soest (1970). Primeiro foi coletado inóculo ruminal de 4 bovinos da raça Jersey, com peso médio de 400 Kg (Comissão de Ética no Uso de Animais-CEUA UTFPR, protocolo nº 2018-017). Foram coletadas amostras separadas dos conteúdos da parte líquida e sólida do rúmen, onde foram armazenadas em garrafas térmicas, sob injeção constante de CO₂ para manter o ambiente anaeróbico e para filtrar as amostras tecidos filtrantes de algodão, na qual são utilizadas para preparo das amostras do material incubado a quantidade 2 kg da ingesta fibrosa para 1L de líquido ruminal.

O preparo da solução se iniciou com a homogeneização da solução, foram utilizados 0,5g de cada amostra onde 2 g de tripticase peptone em 400 mL água, e 0,1 mL da solução micromineral. Após ser agitado até dissolver, é acrescentado 200 mL da solução tampão, 200 mL da solução macromineral, 1 mL da solução de resazurina e por último 40 mL da solução de redução, na qual são misturadas no final e sempre com injeção constante de CO₂, para conseguir um ambiente anaeróbico.

Em seguida, foram utilizados frascos de penicilina de 100 mL na cor âmbar e vedados com tampas de borracha e lacres de alumínio. Em cada frasco foi adicionado aproximadamente 0,5 g de amostra incubada com 40 mL de meio de cultura reduzido e 10 mL de inóculo ruminal como descrito por Goering e Van Soest (1970). Por fim são alocados em banho-maria á temperatura de 39°C.

O dispositivo não automatizado utilizado para mensurar a produção de gás é semelhante ao utilizado por Malafaia et al. (1998) com algumas alterações (ABREU et al., 2014). As leituras de pressão e de volume expressas em mL/0.1 g, foram realizadas a 1, 2, 3, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48, 72, 96, 120 e 144 horas de incubação, por se tratar de um alimento volumoso. Este aparelho possui dois botões de disparo na parte superior ao ser acionado registra primeiro a pressão (psi) ao rodar para o sentido anti-horário até a pressão do medidor retornasse ao zero, para que o segundo botão seja girado e meça a produção de gases provenientes do tampão e do líquido ruminal.

4.4. Análises Estatísticas

Os parâmetros da cinética ruminal *in vitro* foram estimados através do modelo logístico bicompartimental de Schofield et al., (1994):

$$V_t = V_{f1}[1 - \text{EXP}(-K_1 t)] + V_{f2} \exp\{-\exp[1 + k_2(L - t)]\} + \varepsilon$$

No qual $V(t)$ é o volume acumulado no tempo t ; V_{f1} , o volume final de gases da fração rápida de degradação; k_1 , a taxa de degradação da fração rápida; V_{f2} , o volume final de gases da fração lenta de degradação; k_2 , a taxa de degradação da fração lenta; L , a latência; \exp , base do logaritmo e T , o tempo (h) e ε o erro experimental associado a cada experimentação.

Os parâmetros do modelo não linear foram estimados pelo procedimento NLIN. As médias de cada parâmetro foram comparadas entre os tratamentos pelo teste de Tukey-Kramer ($P < 0,05$).

A correlação entre os parâmetros da cinética ruminal *in vitro* e a composição nutricional foi feita através de correlação de Pearson, levando em consideração para correlação significativa 5%. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados através do SAS® University Edition (SAS Institute, Cary, NC).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Ribeiro et al. (2001) e Van Soest (1994), o estágio de crescimento das forrageiras e sua colheita são fatores que afetam diretamente seu valor nutricional. Ao longo dos estádios de maturidade da planta, há perda de nutrientes como proteína, aumento de matéria seca, influenciando no aumento dos níveis de FDN (Fibra de detergente neutro) e FDA (Fibra de detergente ácido), componentes da parede celular, influenciando negativamente digestibilidade. Devido essas mudanças estruturais e bromatológicas, ocorre menor consumo do animal por diminuir a taxa de digestão e de passagem. Considerando isso é importante ter o conhecimento do ponto de colheita garantindo a melhor digestão do alimento pelo animal.

Ao testar os diferentes estádios de maturidade da forrageira junto com os diferentes tempos de emurchecimento, observa-se na Tabela 1 que o tempo de murcha influenciou os tratamentos da silagem no vegetativo T3, pré-florescimento T1 e T2 assim apresentaram os melhores resultados para o parâmetro de volume total de gás. Ao contrário do observado para os tratamentos da silagem no vegetativo T1 e T2 que apresentam teor de matéria seca inferior, na qual tiveram baixa produção de gás e foram rapidamente degradados.

Como no modelo logístico bicompartimental se divide a produção total de gás em dois compartimentos diferenciando suas taxas de digestão da fração de rápida e lenta. Sabendo-se que a produção total de gás é obtida pelo somatório do Vf_1 e Vf_2 . Essa alta produção total de gás dos tratamentos estar atribuído aos maiores valores do parâmetro Vf_2 , o que indica que os carboidratos fibrosos são potencialmente degradáveis.

Não houve ausência de latência nos tratamentos (Tabela 1), aqueles tratamentos com estágio fenológico avançado obterão os maiores valores de latência e para o segundo compartimento, levando a uma alta produção de gás da fração de lenta digestão. O tempo de latência muito é dependente das condições da incubação *in vitro* e do sincronismo da proteína e carboidratos, assim como das propriedades da parede celular, pois só assim as bactérias vão conseguir eficiência no seu desenvolvimento, assimilação e produção de gás, possibilitando maior competência da dieta e no desempenho do animal.

A silagem no estágio vegetativo sem pré-secagem (Veg T1) obteve os menores valores entre os parâmetros da cinética, apenas o k_1 apresentou resultado superior aos demais, isso é devido ao maior teor de carboidratos solúveis e proteína bruta nessa fase, favorecendo o tempo de latência levando a sua rápida degradação.

Ao comparar a composição bromatológica da silagem de azevém em diferentes tempos de desidratação e diferentes estádios fenológico, Fluck et al. (2018) observaram que a silagem no estágio vegetativo apresentou valores inferiores em relação ao teor de MS e MO, o que não ocorreu com a PB. Isso explica o fato do tratamento Veg T1 ser degradado rapidamente.

Com isso notou-se que a silagem no estágio vegetativo com 4 horas de pré-secagem (Veg T2) também não demonstrou resultado significativo, obteve efeito sobre o parâmetro Vf_2 sendo maior que Vf_1 . Contudo, k_1 ainda é superior a k_2 , assim como todos os tratamentos o que significa que a taxa de degradação da dos carboidratos não fibrosos é maior que os carboidratos fibrosos, o que explica a silagem neste tratamento ter sido rapidamente degradado (MALAFAIA et al., 1998). Assim, o tempo de emurchecimento não foi o suficiente para aumentar a espessura da parede celular ao ponto de deixar esse alimento por mais tempo retido no rúmen, e como consequência, houve menor aproveitamento do alimento pelo animal.

A silagem no estágio vegetativo com 7 horas de pré-secagem (Veg T3) apresentou o melhor resultados dos parâmetros em relação aos demais tratamentos. O tempo de emurchecimento favoreceu a composição nutricional, aumentando os teores de carboidratos fibrosos e matéria seca, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos específicos para degradação, ainda assim essa fração foi lentamente degradada (k_2), favorecendo a maior produção de volume total de gás em maior tempo, resultando no alimento com melhor digestibilidade e aproveitamento.

O tratamento da silagem no estágio pré-florescimento sem tempo de secagem (PF T1) não teve uma produção de gás das duas frações significativa, porém apresentou a melhor taxa de degradação da fração de lenta digestão (k_2) garantindo a terceira maior produção de gás. De acordo com Fontaneli et al. (2012), com o avanço da maturidade fisiológico do azevém a partir do florescimento se tem a diminuição da proteína bruta e maior porção de fibra de detergente neutro e fibra de detergente ácido, aumentando a porção da parede celular, impedindo a colonização e a adesão dos microrganismos, motivo pelo qual teve a latência inferior.

A silagem no estágio pré-florescimento com 4 horas de secagem (PF T2) apresentou o volume de produção de gás da fração de lenta digestão (Vf_2) superior aos demais tratamentos e com o segundo maior valor de Vf_1 e k_1 , sendo assim a quantidade de carboidratos não fibrosos foi suficiente para obter latência proporcionando ótima taxa de degradação da fração lenta e volume total de gás.

Para florescimento pleno (FP) devido o tempo de colheita nessa fase, o teor de proteína é limitante devido ao alto teor de lignina e compostos fenólicos resultando em uma silagem de baixa qualidade nutricional (VAN SOEST, 1994) e está ligado com o estágio de maturação da planta. Este tratamento apresentou o maior valor de latência, porém com o espessamento dos tecidos e diminuição do conteúdo celular nessa fase, restringiu as bactérias de se aderir a fibra, obter um alta taxa de degradação, resultando em uma silagem de baixa digestibilidade.

Tabela 3. Parâmetros da cinética ruminal *in vitro* da silagem de azevém em diferentes tempos de desidratação e estádios fenológicos. Dois Vizinhos, 2019

Tratamentos	Parâmetros					
	Vf ₁	K ₁	Vf ₂	K ₂	L	Vt
Veg T1	4,5376 ^d	0,3752 ^a	7,3511 ^c	0,0118 ^b	4,5376 ^c	11,8887 ^c
Veg T2	6,3586 ^{bc}	0,2901 ^b	9,2786 ^b	0,01395 ^{ab}	4,8397 ^c	15,6372 ^{bc}
Veg T3	10,1534 ^a	0,2179 ^c	12,5675 ^a	0,0123 ^{ab}	7,5675 ^b	22,7209 ^a
PF T1	7,7659 ^{bc}	0,3254 ^{ab}	9,1453 ^b	0,01507 ^a	2,0945 ^d	16,9112 ^b
PFT2	8,7938 ^b	0,3725 ^a	12,9271 ^a	0,0167 ^b	6,3731 ^{bc}	21,7171 ^a
FP	5,6023 ^c	0,2681 ^{bc}	10,9304 ^b	0,01128 ^b	9,6971 ^a	16,5327 ^b
Valor P	0,04167	0,03132	0,0389	0,0423	0,0475	0,03269

Silagem no estágio vegetativo sem pré-secagem (Veg T1); silagem no estágio vegetativo 4hr de pré-secagem (Veg T2); silagem no estágio vegetativo com 7 hr de pré-secagem (Veg T3); silagem no pré-florescimento sem pré-secagem (PF T1); silagem no estágio pré-florescimento com 4 hr de pré-secagem (PF T2); silagem no estágio do florescimento pleno (FP).

co Parâmetros da cinética ruminal *in vitro*: Vf₁: volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão (mL/0,1 g de MS); Vf₂: volume máximo de gás produzido pela degradação da fração de lenta digestão (mL/0,1 g de MS); K₁: taxa de degradação da fração solúvel de rápida digestão; K₂: taxa de degradação da fração de lenta digestão, L período de latência (hs); VT: volume total (mL/ 01 g de MS).

A partir da análise dos parâmetros da cinética percebe-se quão importante é o equilíbrio adequado entre carboidratos fibrosos e carboidratos não fibrosos na dieta de ruminantes. Assim, quando se tem uma alta taxa de degradação, ainda mais devido a uma elevada quantidade de carboidratos não fibrosos, isso pode levar a um pico de fermentação, havendo como consequência a queda do pH ruminal, que mantém as atividades dos microorganismos do rúmen (OLIVEIRA, 2013).

O comportamento da curva de degradação se caracteriza pelo seu crescimento gradativo de produção de gás em função do tempo, com objetivo de interpretar os teores nutricionais dos alimentos e seu perfil fermentativo dos substratos solúveis e insolúveis,

resultado como produto final a produção de ácidos graxos e gases (Dióxido de carbono e Metano) (BUENO et al., 2005).

A composição do alimento interfere na produção de gás acumulado. Alta produção de gás é representada pela quantidade de fibra no alimento, tem maior capacidade de produção de acetato. Já a baixa produção de gás, significa que o alimento tem maior proporção de amido, que resulta em maior produção de propionato, consome hidrogênio, e não leva à produção CO₂ (SILVA et al., 2012) .

A curva de degradação *in vitro* apresentou comportamento exponencial para todos os tratamentos, se caracterizando por período inicial de latência e o seu crescimento até a fase exponencial máxima, na qual se diferenciam dos resultados dos parâmetros da cinética da silagem relacionado à composição nutricional do alimento. A curva de degradação possui três fases, já citadas anteriormente, sendo elas: latência (Fase sem produção de gás), exponencial (rápida produção de gás) e estacionária ou assintótica (diminuição da taxa de produção de gás). Porém, nesse trabalho, não houve período de latência inicial, não apresentando essa curva como sigmóide, o que pode ocorrer em algumas avaliações de parâmetros relativos a cinética de degradação *in vitro*.

Até as primeiras 24 horas de incubação todos os tratamentos têm um crescimento exponencial de produção de gás semelhante, ocasionada pela fermentação da fração solúvel do alimento. Esse tempo do início da incubação até a ação microbiana é denominado o tempo de latência (L) e representou o tempo necessário para colonização e adesão dos microrganismos e para se aderirem as partículas fibrosas (VAN SOEST, 1994).

Mizibuti (2011) ao analisar a eficiência da degradação do alimento pela flora intestinal até 48 horas, observou que quanto maior a taxa da degradação do alimento, melhor será a sua qualidade fermentativa, considerando este o tempo médio de retenção do alimento no rúmen. Ao analisar os resultados obtidos pelo gráfico 1, é possível verificar que os maiores valores do acúmulo de gás foram para os tratamentos VegT3, PF T1 e PF T2, porém para os tratamentos VegT1, VegT2 e FP a produção de gás foi inferior, comparado com os demais tratamentos realizados. Sabendo-se que os tratamentos citados possuem elevado teor proteína e carboidratos não estruturais, como o amido e a pectina, que são rapidamente degradados no rúmen. Dessa forma é possível concluir que devido à rápida absorção destes componentes no rúmen, a produção de gás foi inferior aos demais tratamentos.

Todavia, a maior produção de gás encontrada neste experimento pode estar associada ao maior tempo de incubação, que permitiu maior tempo de contato do material com o inóculo. Van Soest (1994) descreve que as diferenças dos valores entre os tratamentos podem

estar também relacionadas com as condições da incubação *in vitro* que poderiam ter sido alteradas como variação da pressão osmótica, temperatura, pH, ambiente totalmente em anaerobiose e até o inóculo ruminal dos animais doadores em relação às condições dos microrganismos e os substratos.

Na fase do pré-florescimento T1 a planta move nutrientes para espiguetas, não havendo carboidratos solúveis suficientes e baixo teor de proteína, ocasionando no aumento dos teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), não tendo a colonização de microrganismos satisfatória, resultando na sua lenta degradação e boa produção de gás (VAN SOEST, 1994).

Portanto, forrageiras mais fermentáveis ou digestíveis seriam aquelas com maiores valores de potencial máximo associado a altas taxas de produção de gás, resultando numa maior fermentação do material em menor tempo de incubação (GUIMARÃES JR. et al., 2008).

Após as 72 horas de incubação os tratamentos Veg T1, Veg T2 e FP estabilizaram a produção de gás, iniciando a fase assintótica qual se tem a diminuição da taxa de produção de gás. No entanto para Veg T3, PF T1 e PF T2 após esse horário não ocorre a queda de produção de gás e sim o aumento dela, não iniciando a fase assintótica.

O tratamento Veg T3 apresentou maior volume de gás acumulado, desde o início da incubação até o fim, onde atingiu seu potencial fermentativo de 22 mL/0,1g-1 de MS às 96 horas de incubação. O tratamento PF T2 também teve maior acúmulo de produção de gás com 20, mL/0,1g-1 de MS às 96 horas de incubação.

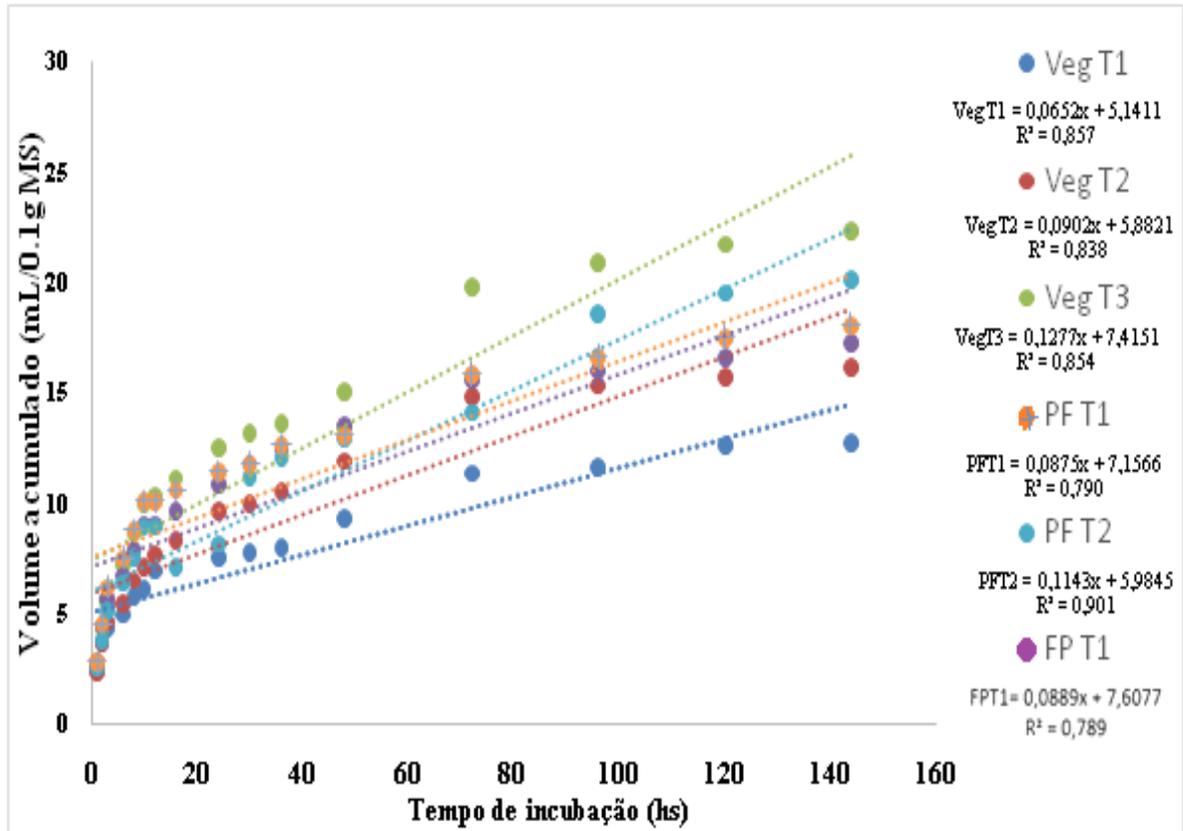


Figura 2. Curva de degradação *in vitro* da silagem de azéveo em diferentes tempos de desidratação da massa verde e diferentes estádios fenológicos. Dois Vizinhos, 2019

A cinética ruminal *in vitro* com produção de gás é muito influenciada pela composição nutricional do alimento para determinar a qualidade e a ingestão (MERTENS, 1997). Neste trabalho os tratamentos com maior tempo de murcha e estágio de maturidade foram os que tiveram alta produção de volume de gás e taxa de degradação.

Na Tabela 2 ao compara a composição nutricional do azéveo com os parâmetro da cinética ruminal. Observa-se que apenas ocorreu uma tendência de correlação de FDA com k_2 , na qual influenciaram os tratamentos Veg T3, PF T1 e PF T2. A maior produção de gás com uma lenta degradação, na qual o tempo de murcha auxiliou na adição da fração de celulose e principalmente a lignina porção menos digestível da parece celular, assim como gramíneas tropicais o azéveo possui valores intermediários de lignina. Isso responde o fato do parâmetro k_1 mostrar resultados superiores a k_2 .

Tabela 3. Correlação de Pearson ($P < 0,05$) entre os parâmetros da cinética ruminal *in vitro* da silagem de azevém em diferentes tempos de desidratação e estádios fenológicos. Dois Vizinhos, 2019

	Vf ₁	K ₁	Vf ₂	K ₂	L
MS	0,15825	-0,16634	0,32387	-0,26699	0,29571
	0,4616	0,4594	0,1415	0,2297	0,1815
MM	0,19326	0,00791	-0,13867	0,36209	-0,19139
	0,3888	0,9721	0,5383	0,0977	0,3935
MO	-0,19326	-0,00791	0,13867	-0,36209	0,19139
	0,3888	0,9721	0,5283	0,0977	0,3935
PB	0,08548	-0,11421	-0,05753	0,12488	-0,04543
	0,7053	0,6128	0,7993	0,5798	0,8409
FDN	-0,15512	-0,04497	0,04567	-0,39331	0,13266
	0,4906	0,8425	0,8401	0,0702	0,5562
FDA	-0,31521	0,00207	-0,05324	-0,45093	0,10687
	0,1530	0,9927	0,8140	0,0352	0,6360
LDA	-0,14574	0,03574	0,00384	-0,24361	0,02673
	0,5175	0,8745	0,9865	0,2746	0,9060

Composição nutricional: MS: matéria seca, MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; LDA: lignina em detergente ácido

Parâmetros da cinética ruminal *in vitro*: Vf₁: volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão (mL/0,1 g de MS); Vf₂: volume máximo de gás produzido pela degradação da fração de lenta digestão (mL/0,1 g de MS); K₁: taxa de degradação da fração solúvel de rápida digestão; K₂: taxa de degradação da fração de lenta digestão, L período de latência (hs).

A porção de FDN contém celulose, hemicelulose e lignina como elementos principais. Sendo assim, quanto maior o seu consumo, menor a taxa de passagem. Ao ser relacionado com os parâmetros da cinética, obteve resultados negativos para Vf₁, k₁ e k₂, ou seja, ela não interferiu na produção de gás da fração de lenta digestão apenas para latência e taxa de degradação da fração de rápida digestão.

A matéria seca apresentou relação inversa com a taxa de degradação e digestibilidade, não interferindo naqueles tratamentos que possuem o maior teor de MS como, Veg T3, PF T1 e FP, obtendo assim correlação positiva para Vf₁ e Vf₂ e latência. A proteína bruta obteve resultado positivo no parâmetro Vf₁, mas para k₁ teve efeito negativo, isso corresponde ao fato dela ter uma maior taxa de fermentação na fase inicial da degradação, interferindo na produção de gás da fração de rápida digestão (CONE; VAN GELDER, 1999).

6. CONCLUSÃO

Os tratamentos da silagem no estágio vegetativo com 7 horas de pré-secagem (Veg T3), silagem no estágio de pré-florescimento com 4 horas de pré-secagem (PF T2) e a silagem no estágio de pré-florescimento sem pré-secagem (PF T1) apresentaram a melhor taxa de degradação sendo o ideal para a utilização de volumoso na alimentação animal.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. L. C.; VIEIRA, R. A. M.; ROCHA, N. S.; ARAUJO, R. P.; GLÓRIA, L. S.; FERNANDES, A. M.; LACERDA, P. D.; JÚNIOR, A. G. Clitoria ternatea L. as a potential high quality forage legume. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v. 27, n.02, p. 169-178, 2014.

ALLEN, M. S. Physical Constraints on Voluntary Intake of Forages by Ruminants. **Journal of Animal Science**. v.74. n.12. p.3063-3075.1996.

ALVES FILHO, D. C.; NEUMANN, M.; RESTLE J.; SOUZA, A. N. M.; PEIXOTO, L. A. O. Características agronômicas produtivas, qualidade e custo de produção de forragem em pastagem de azevém (*Lolium multiflorum* Lam) fertilizada com dois tipos de adubo. **Ciência Rural**. v.33. n.1. p.143-149. 2003.

AMARAL, G. A. **Valor alimentar de dietas com azevém (*Lolium Multiflorum*, Lam.) e suplementação nitrogenada ou energética.**2008. 75f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Área de Concentração em Produção Animal/Nutrição de Ruminantes. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2008.

A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 16a 2nd ed. Maryland, 1998.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. AOAC 973.18: Fiber (Acid Detergent) and Lignin (H₂SO₄) in Animal Feed. 18 eds. **Gaithersburg: AOAC Internacional**, p.49, 1998.

BAUMONT, R.; PRACHE S.; MEURET, M.; MORAND-FEHR, P. How forage characteristics influence behaviour and intake in small ruminants: a review. **Livestock Production Science**, v.64, p.15-28, 2000.

BASSO, K. C; BARBERO, L. M. Anatomia foliar de forrageiras e a sua relação com o valor nutritivo. **Veterinária Notícias**, v.21, n. 1, p.1-10, 2015.

BARBOSA, C. M. P.; CARVALHO, P. C. F.; CAUDURO, G. F.; LUNARDI, R.; KUNRATH, T. R.; GIANLUPPI, G. D. F. Terminação de cordeiros em pastagens de azevém anual manejadas em diferentes intensidades e métodos de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1953- 1960,2007.

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

BUENO, I. C. S.; CABRAL FILHO, S. L. S.; GOBBO, S. P.; LOUVANDINI, H.; VITTI, D. M. S. S.; ABDALLA, A. L. Influence of inoculum source in a gas production method. **Animal Feed Science and Technology**, v.123-124, p.95-105, 2005.

CHAMBERLAIN, D. G.; THOMAS, P. C.; WILMA, W.; NEWBOLD, C. J.; MACDONALD, J.C. The effects of carbohydrate supplements on ruminal concentrations of ammonia in animal given diets of grass silage. **Journal of Agricultural Science**, v. 104, n. 2, p. 331-40, 1985.

CARVALHO, P. C. DE F.; ANGHINONI, I.; MORAES, A.; TREIN, C. R.; FLORES, J. P. C.L; CEPIK, C. T.C.; LEVIEN, R.; LOPES, M. T.; BAGGIO, C.; LANG, C. R; SULC, R. M.; PELISSARI, A. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: GOTTSCHALL, C. S.; SILVA, J. L. S.; RODRIGUES, N. C. (Org.). **Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia**.p.44.2005.

CARVALHO, P. **Estimação de parâmetros cinéticos e uso de modelos matemáticos aplicados a técnica in vitro de produção de gases na avaliação do capim marandu combinado com carboidratos não fibrosos**. 2015. 57f. Dissertação (Mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá. 2015.

CLARO, D. A. M; OSAKI, F. Produção de matéria seca de diferentes espécies forrageiras de inverno em áreas degradadas. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, v.3, n.1, p. 27-33, 2005.

COAN, R. M.; FREITAS D.; REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. Composição bromatológica das silagens de forrageiras de inverno submetidas ou não ao emurchecimento e ao uso de aditivos. **ARS Veterinária**, v.17, n.1, p.58-63, 2001.

CÓRDOVA, U. A; FLARESSO, J. A. Principais grupos de forrageiras de clima temperado. **Revista agropecuária Catarinense**, v. 28, n.1, p.38-43,2015.

CONE, J.W.; VAN GELDER, A.H. Influence of protein fermentation on gas production profiles. **Animal Feed Science and Technology**. v.76, p.251-264, 1999.

DIFANTE, G. S.; VILLA, S. C. C.; MARCHEZAN, E.; ROCHA, M. G.; SANTOS, F. M.; CAMARGO, E. R. Produção de novilhos de corte com suplementação em pastagem de azevém submetida a doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35,n.3, p.1107-1113, 2006.

DIEHL, M. S.; OLIVO, C. J.; AGNOLIN, C. A.; JUNIOR, R. L. A.; BRATZ, V. F.; SANTOS, J. C. Massa de forragem e valor nutritivo de capim elefante, azevém e espécies de crescimento espontâneo consorciadas com amendoim forrageiro ou trevo vermelho. **Ciência Rural**. v.44, n.10, p.1845-1852, 2014.

DRIEHUIS, F.; WILKINSON, J. M.; JIANG, Y.; OGUNADE, I.; ADESOGAN, A. T. *Silage review: Animal and human health risks from silage*. **Journal of Dairy Science**, v.101, n.5, p.4093-4110, 2018.

FARIA, V. P.; CORSI, M. **Atualização em produção de forragens**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. p.76. 1986.

FISHER, D. S.; MOORE, J.; BURNS J. **The nutritive evaluations of forage**. In: Forage an introduction to grassland agriculture. Iowa: State University Press, ed.5,v.1, p.105-160, 1995.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. **Forrageiras para integração Lavoura-Pecuária-Floresta na Região Sul-Brasileira**. 2. ed. Brasília: Embrapa. p.544. 2012.

FLOSS, E.L. Manejo forrageiro de aveia (*Avena* SP) e azevém (*Lolium* sp.). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9, 1988, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. p.231-268.1988.

FLUCK, A. C. **Avaliação nutricional da silagem de azevém (*Lolium multiflorum*, LAM.) em diferentes tempos de desidratação da massa verde em diferentes estádios fenológicos**. 2016. 63f – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. 2016.

FLUCK, A. C., JÚNIOR, J. S.; JÚNIOR, H. A.; COSTA, O.A.D.; FARIA, 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.

FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. ed.1. **Plantas forrageiras**, v. 1. Viçosa: Editora da UFV.p.537. 2010.

GARCIA, R.; ROCHA, F. C.; BERNARDINO, F. S.; GOBBI, K. F. Forrageira utilizadas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L; SILVA, A. A. da; AGNES, E. L. (Eds.). **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa: UFV, p. 331-352, 2004.

GERDES, L.; MATTOS, H. B.; WERNER, J. C.; M COLOZZA, M. T.; SANTOS, L. E.; CUNHA, E. A.; BUENO, M. S.; SCHAMMASS, E. A. Características do dossel forrageiro e acúmulo de forragem em pastagem irrigada de *capim*-aruana exclusivo ou sobresemeado com uma mistura de espécies forrageiras de inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1088-1097, 2005.

GRECCO, F. C. A. R.; FILHO, L. F. C. C.; OKANO, W.; SILVA, L. C.; ZUNDT, M.; VIANNA, L. C. Produtividade e composição química de gramíneas temperadas na cidade de arapongas. **Colloquium Agrariae**, v. 7, n. 1, p. 17-23, 2012.

GUIMARÃES, A.K.V. Anatomia comparada com o valor nutritivo de gramíneas forrageiras. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**., ed. 108, n. 3, v.4, p. 23, 2010.

GUIMARÃES Jr., R.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; TOMICH, T.R.; PIRES, D.A.A.; JAYME, D.G.; SOUSA, L.F. Cinética de fermentação ruminal de silagens de milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.60, p.1174-1180, 2008.

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. Forage Fiber Analysis (Apparatus, reagents, procedures and some applications). **Handbook of Agricultural Economics**, v.379, p.1-20, 1970.

GOMIDE, J. A. Fisiologia das plantas forrageiras e manejo das pastagens. **Informação Agropecuária**, v. 13, n. 153-154, p. 11-17, 1988.

HANNAWAY, D. B.; FRANSEN, S.; CROPPER, J. B.; TEEL, M.; CHANEY, M.; GRIGGS, T.; HALSE, R. R.; HART, J.; PETER, R. C.; DONALD, H.; LANE, W. Annual Ryegrass (*Lolium Multiflorum*, Lam.). **Oregon State University**. p.20 1999. Disponível em:<file:///C:/Users/ACER/Downloads/pnw501.pdf>. Acesso:25 março 2019.

HALL, M. B.; MERTENS, D. R. *In vitro* fermentation vessel type and method alter fiber digestibility estimates. **Journal of Dairy Science**, v. 91, n.1, p. 301-307, 2008.

HARVEY, R. A. CHAMPE, PC; FISHER, B. D. **Microbiologia ilustrada**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed.2 p.448. 2008.

HANISCH, A. L. **Relatório final do ensaio de valor de cultivo e uso de cultivares de azevém anual fadisol-semila**. Santa Catarina: Epagri. p.24. 2014.

JOBIM, C. C.; GONÇALVES, G. D.; SANTOS, G. T. Qualidade de forragens conservadas versus produção e qualidade do leite de vacas. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA LEITEIRA NA REGIÃO SUL DO BRASIL, 2., 1991, **Anais...** Maringá, p.98-122. 2002.

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.

KENNETH, M. J.; HANS, J. G. J. Lignin and Fiber Digestion. **Journal of Range Management**. v. 54, n. 4, p. 420-430, 2001.

KOSCHECK, J. F. W. et al. Suplementação de bovinos de corte em sistema de pastejo. **ONciências**. v.15, n.1, p.36, 2011.

LÓPEZ, J. Valor nutritivo de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba. p. 186-207. 1975.

LOPES, F.C.F.; SILVA E OLIVEIRA, J.; LANES, E.C.M.; DUQUE, A.C.A; RAMOS, C.R. Valor nutricional do triticale (*Triticosecale* Wittmack) para uso como silagem na Zona da Mata de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.6, p.1484-1492, 2008.

LUPATINI, G. C.; RESTLE, J.; CERETTA, M.; MOOJEN, E. L.; BARTZ, H. R. AVALIAÇÃO da mistura de aveia preta e azevém sob pastejo submetida a níveis de nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.33, n.11, p.5, 1998.

MARTIN, L. C. T. **Bovinos: volumosos suplementares**. São Paulo: Nobel. p.145. 1997.

MALAFAIA, P. A. M.; FILHO, S. C. V.; VIEIRA, R. A. M.; SILVA, J. F. C; PEREIRA, J. C. Cinética ruminal de alguns alimentos investigada por técnicas gravimétricas e metabólicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 27, n. 2, p. 370-380, 1998.

MAIXNER, A. R.; SILVA, G. M. A escolha de forrageiras para a produção de leite. **Anais do curso de produção de leite orgânico**. Santa Maria. p. 39–55. 2013.

MERTENS, D. R. Dietary fiber components: relationship to the rate and extent of ruminal digestion. **Federation Proceedings**. v.36, n.2, p.182-192, 1977.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

MORAES, A.; MARASCHIN, G. E.; NABINGER, C. Pastagens nos ecossistemas de clima subtropical: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPOSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ. p.147-200. 1995.

MOHAMED, R.; CHAUDHRY, A. S. Methods to study degradation of ruminant feeds. ed.1. **Nutrition Research Reviews**., v. 21, p. 68-81, 2008.

MUNIZ, E. B.; MIZUBUTI, I. Y.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; RIBEIRO, E. L. A.; JÚNIOR J. N. R.; CAPELARI, M. G. M.; BRITO, V. M. Cinética de degradação ruminal de carboidratos de volumosos secos e aquosos: técnica de produção de gases. Semina: **Ciências Agrárias**. v. 32, n. 3, p. 1191-1200, 2011.

MCDONALD, P.; HENDERSON, N.; HERON, S. The Biochemistry of Silage. Marlow. ed 2. **Chalcombe Publications**., v.29, p. 226, 1991.

MERTENS, D. R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 80, n. 7, p. 1463-1481, 1997.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington D.C: The NationalAcademy Press, 1996.

NABINGER, C. Manejo e produtividade das pastagens nativas do subtrópico brasileiro. In: SIMPÓSIO DE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO ANIMAL, 1, 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p.25-76. 2006.

NOVAES, L. P.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. da C. **Silagens: pontos críticos e oportunidades**. Juiz de Fora: Embrapa. p.10. 2004.

OLIVEIRA, J.G. **Cinética de degradação in vitro da aveia IAPAR 126 sob diferentes períodos de descanso**. 2013. 63f. Trabalho (Conclusão de Curso) - Graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2013.

PEREIRA, J.R.; REIS, R. A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. 2001. Maringá. **Anais...** Maringá: UEM/ CCA/ DZO. p.319. 2001.

PEREZ, J. R. O. **Sistemas para a estimativa de digestibilidade in vitro**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES. Lavras: UFLA-FAEPE. p. 55-68.1997.

PEDROSO, C.E. S. MEDEIROS, R. B.; SILVA, M. A.; JORNADA, J. B. J.; SAIBRO, J. C.; TEIXEIRA, J. R. F. Produção de ovinos em gestação e lactação sob pastejo em diferentes estádios fenológicos de azevém anual. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.5, p.1345-1350, 2004.

PEREIRA, A. R. **Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão**. 2 ed. Fapi. p. 88. 2006.

PEREIRA, B. C.; PEREIRA, D. H.; PINA, D. S.; CARNEVALLI, R. A.; LOPES, L. B. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA INEGRADA. Intensificação da produção animal em pastagens: **Anais...** Brasília: Embrapa. p. 294. 2014.

PUPO, N. I. H. **Manual de pastagens e forrageiras: formação, conservação, utilização**. Campinas-SP: Instituto Campineiro de Estudo Agrícola. p. 172 -180. 1979.

RAMOS, A. R. **Produção de matéria seca e qualidade bromatológica de genótipos de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) sob pastejo de bovinos de leite**. 2017. 57f. Dissertação (Mestrado)- Área de Concentração Ciência e Produção Animal, da Universidade do Estado de Santa Catarina - Chapecó.2017.

REIS, R. A.; NUSSIO, L. G. Suplementação com volumosos em pastagens. **Visão Agrícola**. n 3, p.4, 2005.

RIBEIRO, T. M. D.; MONTEIRO, A. L. G.; POLI, C. H. E. C.; MORAES, A.; SILVA, A. L. P.; BARROS, C. S. Características da pastagem de azevém e produtividade de cordeiros em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.3, p.580-587, 2009.

RAYMOND, W.F. The nutritive value of forage crops. **Advances in Agronomy**, v.21, p.1-108, 1969.

RIBEIRO, K. G.; GARCIA³, R. ; PEREIRA, O. G.; FILHO, S. C. V.; CECON, P. R. Eficiência microbiana, fluxo de compostos nitrogenados no abomaso, amônia e pH ruminais, em bovinos recebendo dietas contendo feno de capim Tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.2, p.581-588, 2001.

RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 1.Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3551-3561, 1992

SÁ, J. P. G. Avaliação de forrageiras de inverno em Londrina, Paraná. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32, 1995, Brasília. **Anais...**Viçosa:Sociedade Brasileira de Zootecnia. p.18-19. 1995.

SALMAN, A. K; FERREIRA, A. C. D.; SOARES, J. P. G.; SOUZA, J. P. Metodologia para avaliação de alimentos para ruminante doméstico. Porto Velho: **Embrapa Rondônia**. p.21. 2010.

SANTOS, N. L.; SANTOS, N. L.; SILVA, V. C.; MARTINS, P. E. S.; ALARI, F. O., Leandro GALZERANO¹ , Natasha Gandolfi MICELI³. As interações entre solo, planta e animal no ecossistema pastoril. **Ciencia Animal (UECE)**. v.21, n.1, p. 65–76, 2011.

SANTOS, M. V.; FERREIRA, E. A.; FONSECA, D. M.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, L. D. T.; SILVA, D. V. Levantamento fitossociológico e produção de forragem em pasto de capim-gordura. **Revista Cerearence**. v. 62, n.6, p.561-567, 2015.

SANTOS, F. A. P. MARTINEZ, J. C.; VOLTOLINI, T. V.; NUSSIO, C. M. B.. Associação de planta forrageiras de clima temperado e tropical em sistemas de produção animal de regiões subtropicais. **Anais do 20º SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM**. São Carlos. p.216-246. 2003.

SILVA, L. F. P.; RENNÓ, F. P.; SILVA, L. F. P.; ALBUQUERQUE, R. **Novos desafios da pesquisa em nutrição e produção animal**. In: VIII SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE DEPARTAMENTO DE NUTRIÇÃO E PRODUÇÃO ANIMAL-VNP. Pirassununga: 5D editora. p.264. 2014.

SILVA, T.C; SANTOS, E.M.; MACEDO, C.H.O.; LIMA, M. A.; BEZERRA, H. F. C.; Azevêdo, J. A. G.; RODRIGUES, J. A. S.; Oliveira, J. S. Divergence of the fermentative and bromatological characteristics of 25 sorghum hybrid silages. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.1127-1133, 2012.

SILVA, T.C.; SILVA, T.C.; SANTOS, E.M.; MACEDO, C.H.O.; LIMA, M.A.; AZEVEDO, J.A.G.; PINHO, R.M.A.; PERAZZO, A.F.; OLIVEIRA, J.S. Cinética de fermentação ruminal in vitro de silagens de híbridos de sorgo [Ruminal fermentation kinetics of sorghum hybrid silages. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.66, n.6, p.1865-1873, 2014.

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.

SCHOFIELD, P.; PITT, R. E.; PELL, A. N. Kinetics of fiber digestion from in vitro gas production. **Journal of Animal Science**. v. 72, p. 2980-2991, 1994.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Jornal da British Grassland Society**. v.18, n.2, p.104–111, 1963.

TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; JÚNIOR, R. G.; GONÇALVES, L. C. **Adaptação de uma Técnica "in vitro" para Descrição da Cinética de Degradação Ruminal da Matéria Seca de Volumosos**. Corumbá: Embrapa Pantanal. p.4. 2006.

TONETTO, C. J.; PIRES, C. C.; MÜLLER, L.; ROCHA, M. G.; SILVA, J. H. S.; CARDOSO, A. R.; NETO, D. P. Ganho de Peso e Características da Carcaça de Cordeiros Terminados em Pastagem Natural Suplementada, Pastagem Cultivada de Azevém (*Lolium Multiflorum* Lam.) e Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.33, n.1, p.225-233, 2004.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and monstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.9, p. 1-15, 1991.

VAN SOEST, P.J. Use of detergents in the analysis of fibrous foods. II. A rapid method for the determination of fibre and lignin. **Journal of the Association of the Official Analytical Chemists**, v.46, p.829-835, 1963.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca. **Comstock Publishing**. p.476.1994.

DE VISSER, H.; VALK, H.; KLOP, A.; VAN DER MEULEN, J.; BAKKER, G. M.; HUNTINGTON, G. B. Nutrient fluxes in splanchnic tissue of dairy cows: influence of grass quality. **Journal of Dairy Science**. v.80, n.8, p. 1666– 1673, 1997.

