

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

RENATA AMANDA AGUILAR FERNANDES

**CINÉTICA RUMINAL *IN VITRO* DE SILAGENS COM DIFERENTES
COPRODUTOS DE AGROINDÚSTRIAS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS
2018

RENATA AMANDA AGUILAR FERNANDES

**CINÉTICA RUMINAL *IN VITRO* DE SILAGENS COM DIFERENTES
COPRODUTOS DE AGROINDÚSTRIAS**

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

Orientador: Dra. Ana Carolina Fluck

DOIS VIZINHOS

2018



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Gerência de Ensino e Pesquisa
Curso de Zootecnia



TERMO DE APROVAÇÃO

TCC

CINÉTICA RUMINAL *IN VITRO* DE SILAGENS COM DIFERENTES COPRODUTOS DE AGROINDÚSTRIAS

Autor: Renata Amanda Aguilhar Fernandes

Orientadora: Dra. Ana Carolina Fluck

TITULAÇÃO: Zootecnista

APROVADA em de novembro de 2018.

Prof^a. Dr^a. Lilian Regina Rothe
Mayer

Prof. Dr. Fernando Reimann
Skonieski

Dra. Ana Carolina Fluck
(Orientadora)

Ao professor Douglas, meu eterno mestre e amigo. Como sempre fomos fãs do Star Wars, essa frase sempre me lembrará dele: **“May the force be with you”**

Te dedico.

AGRADECIMENTOS

À minha família, o grande tesouro da vida, que não mediram esforços para me manter firme e perseverante mesmo com toda a distância. Carlos, Rita, Karla, Ramon e Arthur são tudo em minha vida.

Meu amigo e namorado Allan César Kraiéski Müller que incansavelmente esteve ao meu lado durante toda essa caminhada.

Aos meus pais duovizinhenses, Alberto e Áurea Müller, há 3 anos cuidando de mim como filha.

A minha orientadora Ana Carolina Fluck, pelo auxílio na construção desse trabalho, por jamais ter me negado qualquer ajuda, por toda paciência e a todo o conhecimento e experiência passados nesse tempo juntas.

Ao Professor Douglas Sampaio Henrique *in memoriam*, meu eterno mestre que desde o início da graduação me deu oportunidades para mostrar o meu potencial e acreditou em mim. Sempre em meu coração, anjo e amigo.

A todos os professores da universidade que contribuíram e estão contribuindo para minha formação profissional e pessoal. Em especial aos professores Marcelo Montagner e Emilyn Maeda que me permitiram desabafar e procurar soluções quando eu já não acreditava mais.

Ao grupo PET Zootecnia que é uma família dentro e fora da universidade para mim.

Ao Grupo NEFAR por todo o companheirismo durante a execução dos experimentos.

A minha grande amiga, Amanda Santana de Freitas, por sempre saber como me acalmar e por todo o apoio durante esses anos.

E aos meus amigos da universidade: Cláudio Bortoluzzi, Jhonatan Pia, Adriano Umezaki, Tanara e Ícaro, Jackeline Dall'Agnol, Fabiane Hoffmann e Mayara Devide.

Muito obrigada!

RESUMO

FERNANDES, Renata A. A. Cinética ruminal *in vitro* de silagens com diferentes coprodutos da agroindústria. 57f. Trabalho (Conclusão de Curso) - Programa de graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2018.

O aproveitamento de coprodutos de agroindústrias é uma alternativa viável para os produtores manterem a produção animal em períodos de escassez e também colaborar com o meio ambiente, reutilizando um material que pode ser descartado de maneira incorreta e causar impacto ambiental. O objetivo do trabalho foi determinar os parâmetros cinéticos de degradação ruminal *in vitro* de três silagens, uma confeccionada com resíduos do abacaxi e outras duas silagens de jiggs com adição de diferentes coprodutos da agroindústria, o farelo de canola e torta de algodão. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Parasitologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos. As leituras de pressão e de volume foram realizadas após 1, 2, 3, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48, 72, 96, 120 e 144 horas de incubação. Após foram aplicados quatro modelos matemáticos para prever a cinética ruminal *in vitro* e foi escolhido o modelo M3 para todas as silagens. A silagem com diferentes níveis de inclusão de farelo de canola e a silagem com resíduo da colheita do abacaxi podem ser utilizadas a nutrição de ruminantes devido ao comportamento satisfatório na cinética de degradação ruminal *in vitro*. A silagem com níveis de torta de caroço de algodão afetou negativamente a degradação ruminal.

Palavras chaves: Alimento Alternativo. Degradabilidade Ruminal. Impacto ambiental.

ABSTRACT

FERNANDES, Renata A. A. Ruminal kinetics *in vitro* of silages with different agro-industry co-products. 57f. TCC (Labor Course Completion) – Undergraduate degree in Animal Science, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2018.

The use of agroindustrial co-products is a viable alternative to producers to maintain animal production in times of lack and also to assist environment system, reusing disposal residue that can be discarded incorrectly. The aim was to estimate the kinetic parameters of ruminal degradation *in vitro* of three silages, one made with pineapple waste and two other are *Cydonon* cv. Jiggs silages with addition of agroindustrial co-products: canola meal and seed cotton press cake. The work was conducted in the Laboratory of Parasitology of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos. The pressure and volume readings were performed after 1, 2, 3, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 24, 30, 36, 48, 72, 96, 120 and 144 hours of incubation. After four mathematic models were applied to predict ruminal kinetics *in vitro* and the M3 model was chosen for all silages. The silage with different levels of inclusion of canola meal and silage with pineapple waste can be used for the nutrition of ruminants due to the satisfactory behavior in the kinetics of ruminal degradation *in vitro*. Silage with levels of seed cotton press cake adversely affected ruminal degradation.

Key words: Alternative food. Environmental impact. Ruminal degradability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Regressão robusta – Incubação 1.....	32
Figura 2. Regressão robusta – Incubação 2.....	32
Figura 3. Curva de degradação <i>in vitro</i> da silagem de <i>Cynodon</i> cv. Jiggs com diferentes níveis de farelo de canola.....	35
Figura 4. Curva de degradação <i>in vitro</i> da silagem de <i>Cynodon</i> cv. Jiggs com diferentes níveis de torta de algodão.....	40
Figura 5. Curva de degradação ruminal <i>in vitro</i> da silagem de restos da colheita de Abacaxi.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição nutricional do farelo de canola e torta de caroço de algodão.....	26
Tabela 2. Composição nutricional da silagem de <i>Cynodon</i> cv. Jiggs com inclusão de níveis de farelo de canola.....	26
Tabela 3. Composição nutricional da silagem de <i>Cynodon</i> cv. Jiggs com inclusão de níveis de torta de algodão.....	26
Tabela 4. Composição nutricional da silagem de restos culturais da colheita do Abacaxi.....	27
Tabela 5. Protocolo de Preparo das soluções.....	29
Tabela 6. Parâmetros da cinética de degradação ruminal <i>in vitro</i> da Silagem de <i>Cynodon</i> cv. Jiggs com níveis de inclusão de farelo de canola.....	37
Tabela 7. Correlação de Pearson entre os componentes da composição nutricional da Silagem de <i>Cynodon</i> cv. Jiggs com adição de níveis de farelo de canola e os parâmetros da cinética ruminal <i>in vitro</i>	38
Tabela 8. Parâmetros da cinética de degradação ruminal <i>in vitro</i> da Silagem de Jiggs com níveis de inclusão de torta de caroço de algodão.....	39
Tabela 9. Parâmetros da cinética de degradação ruminal <i>in vitro</i> da Silagem de Jiggs com níveis de inclusão de torta de caroço de algodão.....	41
Tabela 10. Parâmetros cinéticos da silagem com resíduos culturais da lavoura de Abacaxi.....	43
Tabela 11. Correlação de Pearson entre os componentes da composição nutricional da Silagem de Abacaxi e os parâmetros da cinética ruminal <i>in vitro</i>	44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS.....	13
2.1. Objetivo geral	13
2.2. Objetivo específico	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1. Silagem.....	14
3.1.1. Silagem de gramíneas tropicais.....	15
3.1.2. Aditivos	16
3.1.3. Silagem com coprodutos da agroindústria e resíduos agrícolas	17
3.1.4. Silagem com resíduos da cultura do abacaxi (<i>Ananas comosus</i> L., Merrill).....	18
3.2. Coprodutos como aditivos na silagem.....	19
3.2.1. Farelo de canola (<i>Brassica napus</i> Var. Oleífera)	19
3.2.2. Torta de caroço de algodão.....	21
3.3. Cinética de degradação ruminal	22
4. MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1. Local do experimento	25
4.2. Material utilizado	25
4.3. Cinética ruminal <i>in vitro</i>.....	28
4.4. Procedimentos estatísticos.....	30
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
6. CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS	47

1. INTRODUÇÃO

Com o constante crescimento do agronegócio, preocupa-se com a quantidade de resíduos agrícolas e das agroindústrias. A América Latina produz mais de 500 milhões de toneladas de resíduos e o Brasil é responsável por mais da metade da produção (SOUZA & SANTOS, 2002). O destino dos resíduos, geralmente, não é realizado da maneira correta e isso acarreta em sérios problemas para o meio ambiente, como a contaminação dos recursos hídricos, o solo, proliferação de vetores que transmitem doenças (PEREIRA et al., 2009).

Os sistemas de criação, no Brasil são na maioria extensivos, em pastagem, ocorrendo períodos de escassez de forragens, e assim, impactando no desempenho dos animais. Nessas condições, permite-se que o produtor explore fontes alimentares alternativas de baixo custo para compensar a ausência de pasto. O aproveitamento de coprodutos da agroindústria é uma potencial opção para as propriedades, permitindo uma maior eficiência produtiva e econômica, principalmente para quem tem acesso aos subprodutos.

Além disso, há uma tendência de utilização de gramíneas para confecção de silagens, porém, as características desse material, geralmente, não são favoráveis devido ao teor de umidade e alto teor proteico. Por isso, estão sendo aplicadas técnicas para melhorar o processo de ensilagem, como o uso do emurchecimento e aditivos. Os coprodutos podem auxiliar nessa questão também, sendo utilizados como aditivos com o objetivo de melhorar os parâmetros fermentativos e nutricionais da silagem.

Para explorar a utilização e avaliar se o coproduto é adequado ao sistema de produção, sendo incluído como um alimento convencional sem acarretar em perdas, deve-se conhecer a composição química e a digestibilidade do mesmo. Portanto, o uso da técnica de produção de gases *in vitro* é interessante, pois os parâmetros cinéticos de degradação dos alimentos são importantes para determinar a digestão e além disso identificar fatores que possam aumentar o aproveitamento dos nutrientes (MERTENS, 2005) ou evidenciar fatores antinutricionais que podem prejudicar tanto a microbiota ruminal quanto o processo de degradação e/ou fermentação do alimento.

Segundo Silveira et al. (2009), as vantagens ao utilizar a cinética são a rapidez, o uso de menor número de animais fistulados e a uniformidade química do micronutriente da fermentação. Assim, o objetivo do trabalho foi estimar os parâmetros

relativos a cinética de degradação ruminal *in vitro* de três silagens com diferentes coprodutos de agroindústria.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Estimar os parâmetros relativos à cinética de degradação ruminal *in vitro* de três silagens com diferentes resíduos de agroindústria.

2.2. Objetivo específico

- Apresentar os componentes nutricionais das silagens;
- Escolher qual modelo matemático para estimar a cinética de degradação ruminal será melhor para cada silagem;
- Estimar o volume de gás produzido e taxa de degradação de cada uma das silagens;
- Correlacionar a cinética de degradação das silagens com os seus componentes nutricionais.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Silagem

A inconstância na produção de pastagens e o aumento das exigências nutricionais pelos ruminantes, torna a conservação de forragens uma prática indispensável, pois nos períodos críticos de seca, onde falta pasto, atende-se a demanda dos animais com esse alimento. A silagem é o produto obtido através da conservação da forragem fresca mediante um processo de fermentação (JOBIM et al, 2007). O processo de ensilagem é um método simples de ser realizado, porém todas as etapas devem ser seguidas a partir de conhecimentos aplicáveis para que seja obtido um produto de qualidade, ou seja, semelhante a forragem fresca (VAMBELLE et al., 1983; McDONALD & CLARK, 1987).

A preservação dos nutrientes das plantas ensiladas fornecidas aos ruminantes depende de vários fatores (SILVA et al., 2005). Na escolha do material a ser ensilado deve-se levar em conta algumas características para que o processo de fermentação seja realizado da melhor forma, como, níveis adequados de carboidratos solúveis (CHO's), baixa capacidade tampão e teor de matéria seca (MS) igual a 30% (McDONALD, 1991). Segundo Griffiths & Burns (2004), forragens com teores de MS abaixo de 30% apresentam uma fermentação reduzida e contribuem para a perda de fluídos. Tais características devem ser observadas na forrageira a ser escolhida, assim como, a relação açúcar-proteína, onde, plantas com alto teor de carboidratos solúveis facilitam a queda do pH, enquanto que as ricas em proteínas dificultam o processo (ANDRIGUETTO et al., 2002).

De acordo com Jones & Jones (1995) as forrageiras mais úmidas apresentam uma maior perda por efluentes. As perdas de silagem devido ao tipo de fermentação e a produção de fluidos podem chegar a valores entre 7 a 40% (McDONALD, 1991).

Além do material, os procedimentos da ensilagem devem ser realizados da melhor forma possível. Em geral, o material ensilado é conservado passando por três fases: 1) fase aeróbia, 2) fase de colonização, 3) fase anaeróbia. A primeira fase deve ser de menor duração e isso depende da eficiência da vedação e compactação do silo, pois caso ocorra algum problema o oxigênio permanecerá no meio e permitirá que ocorra respiração, liberação de calor, permitindo assim desenvolvimento de

fungos e leveduras além de induzir a reações de Maillard (complexo entre carboidratos e proteínas) (TOSI, 2002). Os teores elevados de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) estão associados, geralmente, à formação de compostos de Maillard (EVANGELISTA et al., 2004).

A fermentação anaeróbia faz com que carboidratos solúveis se convertam em ácidos orgânicos pelos microrganismos, que se proliferam quando estão em ambientes favoráveis aumentando o potencial de ação. A atuação desses microrganismos permite a queda do pH e a ausência de oxigênio, condições ideais para a conservação do alimento, assim como para acabar com a ação de microrganismos indesejáveis, como as bactérias do gênero *Clostridium* (PEREIRA & REIS, 2001). O pH ideal deve estar entre 3,6 - 4,5 pois é nessa faixa que há inibição das bactérias indesejáveis (LIU et al., 2016; RAZMKHAH et al., 2017).

Segundo Fluck et al. (2016), para se obter silagem de qualidade com diminuição de possíveis perdas, a silagem deve possuir valores nutritivos em média para matéria seca 33% a 35%, mais de 65% de NDT, e no máximo 50% de FDN e menos de 35% de FDA. Em relação ao teor de nitrogênio amoniacal, de acordo com McDonald et al. (1991) uma silagem considerada boa apresenta valores inferiores a 10%, aceitável de 10 a 15% e ruim com valores acima de 20%.

Uma melhor fermentação no processo da ensilagem tem reflexo direto a nível ruminal, pois ao fornecer volumosos com baixo teor proteico o crescimento dos microrganismos é afetado, assim como, a síntese de proteína microbiana (VAN SOEST, 1994). A disponibilidade de CHO's na silagem é uma fonte de energia altamente disponível para a microbiota, segundo Carvalho et al. (2008), que ao estudarem a adição de farelo de cacau na silagem de capim-elefante notaram que ao aumentar os níveis de inclusão do farelo, o teor de CHO's também aumentou no alimento, proporcionando maior disponibilidade de substratos para o desenvolvimento da biomassa microbiana ruminal.

3.1.1. Silagem De Gramíneas Tropicais

As gramíneas, milho e sorgo, são comumente utilizadas para serem ensiladas por apresentarem características ideais para o processo, porém, alguns trabalhos

demonstram que capins podem ser aproveitados também, desde que sejam realizadas uma prática de pré-murchamento e uso de aditivos (ZANINE et al. 2006).

Segundo alguns autores, pelo alto teor de umidade das gramíneas, sugere-se que seja aplicada a técnica de pré-secagem com o objetivo de garantir teores adequados de MS e correta fermentação do material, dificultando o desenvolvimento de microrganismos aeróbios como os do gênero *Clostridium* ssp., responsáveis pela deterioração do material ensilado (SANTOS et al., 2010; COBLENTZ et al., 2014). Um ambiente com alto pH, úmido e com elevada temperatura favorece o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, essas bactérias produzem gás carbônico (CO₂) e ácido butírico ao invés do ácido láctico (EVANGELISTA et al. 2004). Em um trabalho, onde avaliaram o valor nutritivo de 24 silagens de gramíneas Krizsan & Randby (2007), observaram que as concentrações de ácido propiônico, butírico e láctico apresentaram bastante correlação com o consumo voluntário dos animais.

Por esse motivo, indica-se a técnica do pré-murchamento para aumentar o teor de MS dos capins, o tempo que levará a secagem depende do clima de cada região (SANTOS; ZANINE, 2006) e também pode variar de acordo com as características estruturais da forragem, principalmente a espessura do colmo e relação folha:colmo (NERES et al., 2011). Quando não for possível realizar a técnica de emurchecimento, a aplicação de aditivos também pode auxiliar no aumento da MS das silagens de capins.

3.1.2. Aditivos

Os aditivos são produtos que podem ser adicionados na silagem para melhorar a fermentação e reduzir perdas também (WOOLFORD, 1984). Para que o aditivo tenha êxito, o mesmo deve apresentar alto teor de MS, boa palatabilidade, alta retenção de água e fornecer carboidratos para a fermentação. Além disso, devem ser fáceis de adquirir, manipular e de baixo custo. Entretanto, segundo Vieira et al. (2007) alguns aditivos trazem benefícios para a composição química da silagem, mas atrapalham o processo fermentativo. Segundo Vilela (1998), neste caso, deve-se estimular a produção de ácido láctico, adicionando a silagem aditivos que confirmam maior teor de carboidrato solúvel.

São classificados em cinco categorias segundo McDonald et al (1991), os aditivos estimulantes, produtos ricos em carboidratos que estimulam o desenvolvimento das bactérias ácido lácticas. Os inibidores que interferem no crescimento de microrganismos indesejáveis, como o ácido fórmico. Os inibidores de deteriorização aeróbica, ou seja, evita perdas no momento em que o silo é aberto. Os aditivos nutrientes que melhoram o valor nutritivo da silagem e os absorventes.

Numa outra classificação proposta por Nussio & Schmidt (2004), os aditivos são divididos em três grupos: químicos, microbianos e sequestrantes de umidade. A partir da divisão desses autores alguns aditivos podem se encaixar em mais de uma categoria (SCHMIDT; SOUZA; BACH, 2014). Os aditivos utilizados no presente trabalho, farelo de canola e farelo de caroço de algodão, classificam-se como aditivos nutrientes assim como sequestrantes de umidade.

3.1.3. Silagem Com Coprodutos Da Agroindústria E Resíduos Agrícolas

Grandes quantidades de resíduos agroindustriais e resto de culturas são produzidos e, geralmente, não são descartados da melhor forma. As indústrias ao aumentar a produção acarretam também em um maior volume de subprodutos e acabam por gerar mais custos operacionais ou prejudicam o meio ambiente (PEREIRA et al., 2009).

Considerando um sistema de produção animal, o custo de maior participação nas despesas totais é a alimentação, então, uma alternativa bastante viável para controlar essa questão é aproveitar os subprodutos e resíduos como fonte de alimentação, visto que os teores proteicos e energéticos são interessantes (LAVEZZO, 1995).

O Brasil está entre os três maiores produtores mundiais de frutas, com uma produção de 40 milhões de toneladas ao ano (SEAB, 2014) fortalecendo a ideia de que há resíduos suficientes para realizar adaptações nas dietas animais, caso a produtividade da fruta seja acessível ao produtor.

Além da silagem realizada com os coprodutos, esses podem ser adicionados como aditivos para melhorar a qualidade do produto final, como citado no tópico anterior. Isso será abordado no presente trabalho com avaliação da adição de farelo de canola e farelo da torta de caroço do algodão. De acordo com Cândido et al. (2007),

a adição de níveis crescentes de subproduto desidratado de maracujá (SDM) causaram efeito linear crescente sobre o teor de MS das silagens de capim-elefante e efeito linear decrescente sobre a concentração de ácido propiônico. A adição do subproduto favoreceu ao processo fermentativo e melhorou a composição bromatológica das silagens, por isso, os autores indicam a adição de até 14% na matéria natural da gramínea.

3.1.4. Silagem Com Resíduos Da Cultura Do Abacaxi (*Ananas comosus* L., Merrill)

O abacaxizeiro é uma planta monocotiledônea perene com um ciclo produtivo variável de vinte e quatro meses, pois depende da época de plantio, tipo e peso de muda, assim como das práticas culturais adotadas. É uma planta de clima tropical, entretanto, é dependente de uma determinada distribuição de chuvas para não prejudicar o desenvolvimento (PONCIANO et al., 2006).

No Brasil, terceiro produtor mundial, o abacaxi é produzido em quase todos os Estados, com destaque para o Estado do Pará, o maior produtor no país (IBGE, 2016). Como é uma das frutas mais cultivadas, as diferentes formas de consumo da fruta geram quantidades consideráveis de resíduos que por falta de conhecimentos são descartados. Os resíduos podem ser de dois tipos principais: plantas que ficam na área da lavoura após a colheita, ou seja, caule e as folhas; e após o processamento dos frutos na indústria de suco e conservas, aproveitando-se, então, a “coroa” e cascas da fruta.

O resíduo do abacaxizeiro após a colheita apresenta 50,5 toneladas de MS/ha, equivalente a 226 toneladas de matéria verde/ha (KELLEMS, 1979), cerca de 77,5% da produção de abacaxi é equivalente das cascas, das folhas, dos caules, das coroas e dos frutos não utilizados (FERREIRA et al., 2004).

Caetano et al. (2014), avaliaram a composição nutricional da silagem dos resíduos culturais do abacaxi sob diferentes níveis de compactação e recomenda-se a densidade de 750 kg/m³, devido a uma melhor digestibilidade, menor tempo de retenção no rúmen e menor custo. Nesse nível de compactação a silagem apresentava 38,40% de matéria seca (MS), 6,87% de proteína bruta (PB), 53,95% de fibra em detergente neutro (FDN), 3,96% de extrato etéreo e 8,75% de lignina.

Leonel et al., (2010) estudaram os teores PB, proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) na silagem de abacaxi com diferentes aditivos. Não houve diferença nos teores de PIDN e PIDA. Na literatura, tem-se trabalhos sobre as características fermentativas e o valor nutritivo da silagem. Ao avaliar FDN e fibra em detergente ácido (FDA) em silagens de plantas pós colheita do abacaxi com diferentes aditivos, Paula et al. (2010) identificaram que a FDN variou de 52 a 55% na matéria seca e os maiores valores foram nos silos confeccionados com aditivos. Em relação aos níveis de FDA ocorreram diferenças entre os tratamentos.

Em conjunto, Leonel et al. (2010) e Paula et al. (2010) também demonstraram o efeito dos aditivos em relação a produção de ácido láctico e butírico e não houve alterações sobre as taxas dos ácidos na silagem e o processo da fermentação foi satisfatório na ensilagem com e sem aditivos.

3.2. Coprodutos como aditivos na silagem

3.2.1. Farelo De Canola (*Brassica napus* Var. Oleífera)

A canola é uma planta melhorada agronomicamente da espécie colza, típica de regiões temperadas. As pesquisas e o cultivo no Brasil iniciaram em 1974 no noroeste do Rio Grande do Sul com a colza e no Paraná no início dos anos 80 (TOMM et al., 2010). As sementes da canola apresentam elevada concentração de óleo, de 36 a 42%, sendo uma das plantas oleaginosas com potencial para produção de biodiesel (LARDY, 1993). A composição do óleo é de qualidade superior que as demais oleaginosas, maior concentração de ácido graxo oleico, linoleico e linolênico.

O melhoramento da canola a partir da colza possibilitou a redução dos níveis de glicosinolatos na canola, melhorando assim a qualidade nutricional da cultura. Os cultivares que apresentam 30 micromoles por grama na matéria seca de glucosinolatos utiliza-se o termo canola (CARDOSO et al., 1996). Os glucosinolatos são metabólitos secundários do metabolismo da planta, principalmente da família *Brassicaceae* (HEANEY & FENWICK, 1987) e produzem fatores antinutricionais para os animais. Esses metabólitos são quimicamente estáveis até o momento em que a planta sofre ações de congelamento, descongelamento ou corte e entram em contato com a enzima mirosinase, estocada no vegetal ou produzidas pelos microrganismos

do rúmen. Após a hidrólise formam-se isotiocianatos, nitrilas, o cianeto os quais são fatores antinutricionais para os animais, em ruminantes reduz a atividade da microbiota ruminal, reduz o consumo, ocorrem distúrbios da glândula tireóide e na fertilidade (TRIPATHI E MISHRA, 2007).

O uso da canola para produção de biodiesel aumentou após o lançamento do Plano Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB), pelo qual o governo brasileiro estimula o desenvolvimento de toda cadeia do biodiesel. Uma das políticas adotadas nesse programa tornou-se obrigatória pela Lei nº 11.097/2005, a qual consiste na mistura de 3% de biodiesel ao diesel de petróleo a partir de 2008, porém, o teor já está em 5% segundo a Agência de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2010). Com o maior aproveitamento do cultivar, há mais resíduos para produzir o farelo de canola, um excelente insumo para a alimentação animal.

Como o farelo de canola é um subproduto obtido a partir da moagem e extração do óleo do grão da canola por meio de solventes (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2009) apresenta variabilidade na composição e no seu valor nutricional, devido ao tipo de processamento de cada produto e diferenças entre cultivares (BERTOL & MAZZUCO, 1998). Possui de 36 a 39% de PB, quando comparado ao farelo de girassol, que contém 30,2% e o de soja que apresenta 45%, sendo classificado como de nível intermediário de proteína (SLOMINSKI, 2015), a concentração é influenciada de acordo com o teor de óleo residual no farelo. O perfil de aminoácidos é parecido com o do farelo de soja, sendo menor apenas a lisina, enquanto que a metionina e a cistina em maior concentração.

O teor de energia também é regulado pelo óleo remanescentes e o elevado nível de fibra faz com que a energia metabolizável (EM) e energia digestível (ED) estejam baixa concentração. Porém, os valores são maiores que os encontrados no farelo de soja devido a permanência da casca da canola no farelo (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2009). De acordo com Liu et al. (2014), novas variedades de canola com teor de proteína maior, podem melhorar os níveis de EM e ED. Os níveis de polissacarídeo não amiláceo (PNA) no farelo também são importantes, o qual apresenta em média 15,7%, pois segundo Juanpere et al. (2005), altos níveis de PNA poderiam afetar a digestibilidade e a disponibilidade de nutrientes e energia do farelo.

Como o farelo passa por todo um processo para ser produzido e há variações de temperaturas, precisa-se de cuidados para não alterar muito o produto final. Com temperaturas mínimas é possível desativar a enzima mirosinase, entretanto, com

temperaturas elevadas pode ocorrer a desnaturação de proteínas e alterar o perfil proteico do alimento (HENTZ et al., 2012). Portanto, mesmo o farelo de canola apresentando um teor proteico inferior ao farelo de soja, por exemplo, apresenta-se um bom alimento proteico alternativo e com o maior teor de fibra em sua composição torna-se um bom aditivo para silagens de capins para facilitar a fermentação.

3.2.2. Torta De Caroço De Algodão (*Gossypium* L.)

O algodão é uma cultura que se pode aproveitar por completo, obtendo desde as fibras têxteis, óleos e vários subprodutos para utilizar na alimentação animal (MOREIRA, 2008). O Brasil está entre os cinco maiores produtores mundiais e em território nacional a região Centro-Oeste, mais especificamente no estado do Mato Grosso, ganha destaque pela maior produção (CONAB, 2017).

Segundo Bomfim (2009), há boas expectativas de aumento do cultivo de algodão, devido ao aumento nos incentivos de produção de biodiesel, pois em relação a outras culturas, como a mamona, o mesmo apresenta como vantagem a torta de algodão, um subproduto do biodiesel que pode ser utilizado na alimentação de ruminantes, a qual, ao obtida da mamona possui toxicidade.

Após a extração do óleo do caroço de algodão restam o farelo e a torta do algodão, a torta pode ser classificada em torta gorda, com 5% de óleo residual, mais energética, porém com menor teor de proteína ou em torta magra, com menos de 2% de óleo residual obtido através de solventes, essa torta apresenta maior teor de proteína e menos energia (MOREIRA, 2008). De acordo com Ahmed & Abdalla (2005), um teor de óleo maior que 8% pode não ser boa para utilizar na alimentação animal.

Os farelos e tortas apresentam teores de PB de 34,3 a 48,9% e de energia digestível de 3,22 a 3,44 Mcal/Kg. Uma das fontes de energia mais utiliza para a bovinocultura leiteira é o caroço de algodão que possui 2,22 Mcal/Kg de energia líquida de lactação (ELL), além de 44% de FDN e 34% de FDA (NRC, 1989).

No caroço de algodão há uma estrutura chamada línter que é uma camada simples de pelos aderida ao tegumento e através do trabalho de Alfonso et al. (1986) notou-se que o caroço sem o línter tem uma taxa de passagem mais rápida no intestino, ocasionando uma menor digestibilidade. Em contrapartida, Coppock et al. (1985) defendem que uma saída mais rápida do rúmen permite uma maior disponibilidade de proteína para digestão intestinal.

Uma grande preocupação no uso da torta de algodão é a concentração de gossipol na forma livre que apresenta toxicidade para o animal. É um pigmento fenólico amarelo produzido pelas glândulas de pigmento presentes nas raízes, sementes e partes aéreas do algodão (SOTO-BLANCO, 2008) e a função na planta é evitar a predação por insetos auxiliando na sobrevivência da cultura (EVANGELISTA et al., 2011). Vários fatores influenciam na presença do gossipol, como a variação entre as espécies de algodão, a correlação positiva com a pluviosidade e a negativa com a temperatura (RANDEL et al., 1992).

Os sintomas de intoxicação são a dificuldade para respirar, pois ocorre uma queda na capacidade carreadora de oxigênio no sangue levando a edemas pulmonares, queda na taxa de crescimento, anorexia e morte após alguns dias da ingestão (ZHANG et al., 2007). Em machos comprovou-se que ocorre uma redução na concentração e motilidade de espermatozoides e aumento na mortalidade dos mesmos (EL-SHARAKY et al., 2010).

Em substituição ao farelo de soja, o algodão vem sendo utilizado na alimentação dos ruminantes e Ribeiro et al. (2007) apresentaram uma redução no ganho de peso em bovinos na terminação com bovinos alimentados com farelo de algodão, porém não ocorreu alteração na carcaça. O uso do farelo de algodão com 38% de PB é indicado para vacas leiteiras de alta produção quando aliado a silagem de milho como volumoso em 60% da dieta (PINA et al., 2006). Enquanto para Moreira (2008), a dieta com 12% farelo de algodão e 16% caroço de algodão não alterou a produção de leite de vacas de alta produção.

3.3. Cinética de degradação ruminal

Os sistemas de produção necessitam de maiores informações sobre o alimento adicionado na dieta, em questão de carboidratos, proteínas e também de digestibilidade. A partir disso, podem ser realizadas estimativas mais exatas acerca do desempenho dos animais e para escolher determinados alimentos depende do entendimento sobre a degradação do mesmo a nível ruminal (FRANCO & SARMENTO, 2010). Ao avaliar a degradabilidade ruminal das diferentes frações do alimento permite favorecer a síntese de proteína microbiana, reduzir perdas energéticas e uma maior eficiência nas dietas (GOES et al., 2011).

O ambiente ruminal é povoado por microrganismos, como: bactérias, protozoários e fungos, sendo considerado um ecossistema único e diverso. As bactérias estão presentes em maior quantidade, de 60 a 90% da biomassa microbiana (KOZLOSKI, 2011). Como os herbívoros não têm enzimas para realizar a digestão das fibras presentes na dieta, então, o rúmen apresenta características físico-químicas ideais para a fermentação do alimento, a qual, é realizada pela microbiota (MONÇÃO et al., 2013).

Os microrganismos fornecem produtos do processo fermentativo e nutrientes para o metabolismo dos bovinos, devido a simbiose da população microbiana e o hospedeiro (KAMRA, 2005). Por esse motivo, a idade, a saúde e principalmente a dieta do animal podem causar alterações na microbiota ruminal.

De acordo com Van Soest (1994), dietas contendo gramíneas tropicais podem apresentar baixo teor de nitrogênio e alguns nutrientes. Com pouca concentração de proteína (< 7% de proteína) o crescimento microbiano será afetado e, como consequência, a digestão ruminal e a síntese de proteína microbiana também será menor (REYNAL; BRODERICK, 2005). Da mesma forma, quando há presença de fatores antinutricionais também se altera a atuação dos microrganismos.

A cinética é descrita a partir das curvas de degradação das frações dos alimentos, relacionando a taxa e tempo de digestão (MERTENS, 1977). Obtêm-se a partir da incubação do alimento com líquido ruminal, solução tampão e meio de cultura. As técnicas *in vitro* tem como princípio manter as amostras do alimento em contato com o conteúdo ruminal com solução tampão e um recipiente onde se tenta reproduzir o ambiente ruminal, com presença dos microrganismos, ausência de oxigênio, temperatura de 39°C e pH de 6,9 (MOULD et al., 2005). Em relação a intervalos e frequência de incubação depende muito do tipo de alimento e da fração avaliada, quando se trata de volumosos a degradação não se inicia instantaneamente, mas ocorre um período de colonização primeiro (SILVEIRA et al., 2009; RODRIGUES & VIEIRA, 2011).

Em relação a degradação foram criados métodos para avaliar os alimentos, o The Cornell Net Carbohydrate and Protein System (CNCPS) classificou os microrganismos ruminais como bactérias responsáveis por fermentarem os carboidratos fibrosos (CF) e bactérias que degradam carboidratos não fibrosos (CNF). Os CF são a hemicelulose e a celulose, então os microrganismos que as degradam crescem lentamente e utilizam a amônia para síntese de proteína microbiana.

Enquanto as bactérias do CNF, fermentam o amido e pectina e crescem mais rápido (SNIFFEN et al., 1992).

O aumento da taxa de crescimento microbiano depende diretamente da concentração de carboidratos (CHOS) disponíveis no rúmen. Segundo o CNCPS, a taxa de degradação (kd) dos CHOS é proporcional ao crescimento das bactérias. Quanto maior a disponibilidade de substrato, maior o desenvolvimento da população bacteriana (RUSSEL et al, 1992)

Com a cinética de degradação aliada a produção de gás, pode-se verificar se há sincronização na degradação da proteína e carboidratos no rúmen. A produção de gás se faz a partir da digestão da forragem com líquido ruminal com solução tamponante de bicarbonato. Os microrganismos fermentam o substrato e geram gases, como o metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) (DAVIES et al., 2000).

O gás produzido é medido para estimar a taxa de digestão dos alimentos e atuam como indicadores indiretos da cinética da fermentação (RYMER, 2005). Ao realizar a técnica de produção de gás *in vitro*, é possível utilizar um grande número de amostras em apenas uma incubação e revelar também os nutrientes solúveis que colaboram com a produção de gás e os insolúveis que não alteram a produção, ou seja, todos os nutrientes (GETACHEW, 2004).

Contudo, os métodos para realizar a fermentação *in vitro* devem ser realizados todos corretamente, caso contrário, terá influência nas medidas de produção de gás. Segundo Muniz et al. (2011), os métodos *in vitro* podem apresentar falhas devido ao uso incorreto do inóculo, da solução tampão, dos equipamentos para manter temperatura, anaerobiose, condições ideais de pH.

O estudo da cinética é de grande relevância, pois a qualquer variação nas frações e nas taxas de degradação de cada, o desempenho ruminal ficará comprometido e torna-se possível a identificação de coprodutos com potencial para serem utilizados na dieta dos ruminantes (MIZUBUTI et al., 2014). Ao adequar as dietas para que ocorra sincronização dos nutrientes, a microbiota irá obter um desempenho melhor.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Local do experimento

O trabalho foi conduzido no Laboratório de Parasitologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos. As amostras da silagem de jiggs foram provenientes de um experimento de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZO) da UTFPR campus Dois Vizinhos e as amostras de silagem de Abacaxi de uma dissertação de mestrado na Universidade Federal de São João Del Rei, em São João Del Rei – Minas Gerais (MG).

4.2. Material utilizado

Silagem de jiggs com adição de farelo de canola e torta de caroço de algodão

Foi realizado um corte com resíduo de cinco cm, e depois o material foi moído em picador estacionário em partículas de aproximadamente cinco cm, posteriormente a gramínea foi misturada aos aditivos, em diferentes níveis com cinco tratamentos e seis repetições sendo eles: Jiggs:C (controle) gramínea exclusiva de *Cynodon* cv.Jiggs; Canola 6% *Cynodon* cv.Jiggs + adição de 6% de farelo de canola; Canola 12% : *Cynodon* cv.Jiggs + adição de 12% de farelo de canola; Canola 18% *Cynodon* cv.Jiggs + adição de 18% de farelo de canola e Canola 28%: *Cynodon* cv.Jiggs + 28% de farelo de canola. Além do farelo de canola foi testado a torta de caroço de algodão nos mesmos níveis avaliados acima. Tanto a composição nutricional dos coprodutos utilizados na silagem como aditivos, assim como a silagem de *Cynodon* cv. Jiggs foram avaliadas em Trabalhos de conclusão previamente apresentados ao corpo docente. Dessa maneira, afim de caracterizar melhor o material utilizado e explicar a influência dessa composição para o ruminante, as tabelas de composição nutricional estão apresentadas abaixo:

Tabela 1. Composição nutricional do farelo de canola e torta de caroço de algodão

Amostras	Componentes nutricionais dos coprodutos g Kg ⁻¹ de MS								
	MS	MM	MO	FDN	FDA	EE	CHO's	CT	PB
Canola	880,30	66,00	934,00	407,70	181,00	34,10	71,11	614,80	390,10
Algodão	945,50	60,00	940,00	427,10	329,50	73,20	67,6	593,70	333,40

Fonte: OLIVEIRA, 2017

Tabela 2. Composição nutricional da silagem de *Cynodon* cv. Jiggs com inclusão de níveis de farelo de canola.

	Tratamentos				
	Jiggs	Jiggs+6%Can	Jiggs+12%Can	Jiggs+18%Can	Jiggs+28%Can
MS (g Kg ⁻¹ MV)	259.1	277.7	310.0	330.6	348.9
Composição (g Kg ⁻¹ MV)					
MM	110.0	88.50	100.1	85.80	81.00
MO	890.0	911.5	899.9	914.2	919.0
PB	116.8	175.1	183.4	191.0	201.8
FDN	583.9	603.0	558.1	586.3	547.2
FDA	369.3	353.0	342.0	323.6	295.8
CHO's	143.4	151.2	162.8	176.3	188.7
DIVMS	652.0	692.4	714.3	728.4	740.6

Fonte: DE COL, 2017

Tabela 3. Composição nutricional da silagem de *Cynodon* cv. Jiggs com inclusão de níveis de torta de algodão.

	Tratamentos				
	Jiggs	Jiggs+6%Al	Jiggs+12%Al	Jiggs+18%Al	Jiggs+28%Al
MS (g Kg ⁻¹ MV)	259.1	283.7	314.8	335.6	355.5
Composição (g Kg ⁻¹ MV)					
MM	110.0	106.0	104.1	106.5	98.90
MO	890.0	894.0	895.9	893.5	901.1
PB	161.8	173.6	180.0	187.2	200.4
FDN	583.9	577.1	552.9	540.9	530.7
FDA	369.3	364.3	353.1	343.7	315.5
CHO's	143.4	157.6	173.2	184.7	198.9
LDA	4.6	4.46	4.92	5.25	5.48
DIVMS	652.0	680.9	712.5	728.6	752.2

Fonte: TONIAL, 2017

Silagem de Abacaxi com resíduos culturais da lavoura

Os resíduos de lavoura de abacaxi (partes aéreas pós-colheita dos frutos) foram adquiridos no município de Frutal - MG e transportados para a Universidade Federal de São João Del Rei, em São João Del Rei - MG. O material foi ensilado em silos experimentais, confeccionados a partir de baldes com dimensões conhecidas, fechados com tampas dotadas de válvulas tipo adaptadas e lacradas com uma tampa encapada com plástico e fita. O material foi picado utilizando-se uma ensiladeira estacionária movida por motor elétrico. Foi realizada uma composta de quatro silos e concedida a amostra para desenvolver o presente trabalho.

Como não foi feita avaliação prévia da composição nutricional dessa silagem, essa foi realizada no Laboratório de Bromatologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O teor de matéria seca (MS) foi determinado por secagem em estufa a 105°C durante 8 horas e matéria mineral por queima em mufla a 600°C durante 3 horas. O teor de matéria orgânica (MO) foi calculado como 100 –matéria mineral (Método 942.05, AOAC, 1998). Já os teores de proteína bruta (PB) foram estimados indiretamente pelo nitrogênio total (N) através do método de Kjeldahl (Método 984.13, AOAC, 1997). Fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA) pelo método de Van Soest (1963). Para a determinação da FDN foi utilizada alfa-amilase termoestável conforme descrito por Mertens (2002). A concentração de lignina em detergente ácido (LDA) foi determinada através de tratamento com ácido sulfúrico 72% (Método 973.18; AOAC, 1998). A análise de extrato etéreo (EE) foi realizada utilizando o equipamento semiautomático (ANKOMXT15 Extraction System). A composição nutricional da silagem de resíduos de colheita do abacaxi pode ser observada na tabela 4.

Tabela 4. Composição nutricional da silagem de restos culturais da colheita do Abacaxi.

	Componentes nutricionais do coproduto (g Kg ⁻¹ de MS)							
	MS	MM	MO	FDN	FDA	EE	PB	LDA
Abacaxi	900	112	362	654	310	23,3	84,1	62,4

4.3. Cinética ruminal *in vitro*

A preparação das soluções que deram origem ao meio de cultura foi realizada conforme Goering e Van Soest (1970) (Tabela 1). Com as soluções prontas foram utilizadas para o preparo do meio de cultura, com a adição de 2 g de tripticase peptone em 400 mL água, e 0,1 mL da solução micromineral, agitando até dissolver. Em seguida, foram acrescentados 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. Após a homogeneização da solução, esta foi colocada ao banho-maria à temperatura de 39°C com o CO₂ sob aspensão até a redução, ou seja, quando a cor muda de roxa para transparente, pois este é um indicador de que não há presença de O₂ no meio, obtendo-se um ambiente totalmente anaeróbico. Após esse processo iniciou-se o preparo do inóculo.

O inóculo foi coletado de dois bois fistulados da raça Holandês com aproximadamente 650 kg. Para o preparo do inóculo, segundo Abreu (2014), foi utilizado uma garrafa de gás CO₂, uma garrafa térmica para armazenar o líquido ruminal e outra para a ingesta fibrosa e panos de algodão para filtrar o material. A quantidade de inóculo necessária para ser preparada foi de acordo com a metodologia descrita por Goering e Van Soest (1970) que recomenda 10 ml para cada frasco incubado. Foram utilizados frascos de penicilina na cor âmbar de 100 mL e vedados com tampas de borracha e lacres de alumínio. Em cada frasco foram incubados 0,5 g de amostra parcialmente seca e foram adicionados 50 mL do meio de incubação.

Tabela 5. Protocolo de Preparo das soluções.

Solução	Volume de água destilada	Reagentes
Solução Tampão	1 L	4 g/L Bicarbonato de Amônio - $(\text{NH}_4) \text{HCO}_3$ 35 g/L Bicarbonato de Sódio - (NaHCO_3)
Solução de Macromineral	1 L	5,7 g/L Fosfato dissódico ou fosfato de sódio dibásico anidro – $(\text{Na}_2\text{HPO}_4)$ 6,2 g/L Dihidrogenofosfato de potássio ou fosfato de potássio monobásico anidro - (KH_2PO_4) 0,6 g/L Sulfato de Magnésio heptahidratado – $(\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O})$ 2,2 g/L Cloreto de sódio – (NaCl)
Solução de Micromineral	1 L	13,2 g/0,1 L Cloreto de cálcio- (CaCl_2) 10,0 g/0,1L Cloreto de manganês tetra hidratado – $(\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O})$ 1 g/0,1 L Cloreto de cobalto hexahidratado – $(\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$ 8 g/0,1 L Cloreto de ferro hexahidratado - $(\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O})$
Solução de Hidróxido de Sódio (NaOH)	1 L	40 g/L Hidróxido de Sódio (NaOH)
Solução Redutora	0,19 L	1,25 g de Cisteína HCl 8 mL de solução 1 molar de NaOH 1,25 g de Sulfeto de Sódio Nonahidratado – $(\text{Na}_2\text{S} \cdot 9 \text{H}_2\text{O})$. Completar com água até 0,2 L

Fonte: Goering e Van Soest, 1970

O dispositivo não automatizado que foi utilizado para mensurar a produção de gás é semelhante ao utilizado por Malafaia et al. (1998) com algumas alterações (ABREU et al., 2014; OLIVEIRA, 2013). 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.

Foram comparados quatro modelos matemáticos de cinética de produção de gás propostos por Zwietering et al. (1990) e Schofield et al. (1994):

$$V_t = V_f [1 - \exp(-kt)] + \varepsilon ; \quad (M 1)$$

$$V_t = V_f \exp\{-\exp[1 + ke(L - t)]\} + \varepsilon ; \quad (M 2)$$

$$V_t = V_{f1} [1 - \exp(-k_1 t)] + V_{f2} \exp\{-\exp[1 + k_2 e(L - t)]\} + \varepsilon ; \quad (M 3)$$

$$V_t = V_{f1} \exp\{-\exp[1 + k_1 e(L - t)]\} + V_{f2} \exp\{-\exp[1 + k_2 e(L - t)]\} + \varepsilon ; \quad (M 4)$$

Em que: V_t (M (1) – (4)) é a produção cumulativa de gases em função do tempo;

V_f (M (1) – (2)) é o volume total de gás (ml g⁻¹ de matéria orgânica degradada);

V_{f1} : máximo de volume produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão;

V_{f2} : volume máximo de gás produzido pela degradação da parte potencialmente degradável insolúvel da fração lenta;

k_1 : Taxa específica do gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão

k_2 : Taxa específica de produção de gás para degradação da parte potencialmente degradável insolúvel da fração lenta

t: tempo de incubação

exp.: base do logaritmo

L: tempo de latência (lag time)

ε : erro experimental associado a cada experimentação.

Sendo os modelos M1 e M2 unicompartmentais com produção assintótica de gás. O M1 descreve a cinética de degradação exponencial considerando apenas uma taxa de degradação única para a fração solúvel e insolúvel, assim como o M2, porém, nesse modelo considera-se um tempo de latência. Enquanto o M3 e M4 são bicompartimentais, possuindo um compartimento de rápida e outro de lenta degradação no rúmen, o M3 considera tempo de latência apenas para a fração de lenta digestão e o M4 considera o tempo de latência para ambas as frações.

4.4. Procedimentos estatísticos

A linearidade entre o volume e a pressão observados nas leituras de produção de gás (THEODOROU et al., 1994) foram verificadas por meio do método de regressão robusta do SAS. Os parâmetros dos diferentes modelos não lineares (M. (1) a (4)) foram estimados pelo procedimento NLIN do SAS. A verossimilhança dos M. (1) a (4) em reproduzir o perfil de produção de gás foi conferida pelo cômputo do critério de Akaike (AKAIKE, 1974).

O efeito da inclusão de farelo de canola e torta de caroço de algodão na silagem na cinética de degradação foram verificados por meio de análise de variância

(ANOVA) e, no caso da identificação de efeito significativo pela ANOVA, foi realizada a análise de regressão robusta dos parâmetros de degradação em função do nível de inclusão do material na silagem usando o SAS[®] University Edition (SAS Institute, Cary, NC). Os valores de cinética ruminal obtidos foram correlacionados através de análise de Pearson com a composição nutricional de cada material estudado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Pressuposição de linearidade entre a pressão e o volume dos gases

Afim de estimar a precisão do equipamento, e conseqüentemente precisão da análise laboratorial para estimar a cinética ruminal de degradação *in vitro*, foi estimada a linearidade entre a pressão (psi) e o volume de gases conseqüentes através de regressão robusta. Como as amostras de silagem de *Cynodon cv. Jiggs* com inclusão de farelo de canola ou torta de caroço de algodão e a silagem de resíduos de colheita do abacaxi foram avaliadas em datas de incubação distintas, a linearidade foi estimada para cada uma das duas incubações.

Assim, foi observado que ocorreu efeito significativo ($P < 0,0001$) para confirmar a linearidade entre a pressão e o volume dos gases (Figura 1). Essa relação foi realizada para aferir a precisão do equipamento utilizado na cinética das silagens de *Cynodon cv. Jiggs* com níveis de farelo de canola e torta do caroço de algodão.

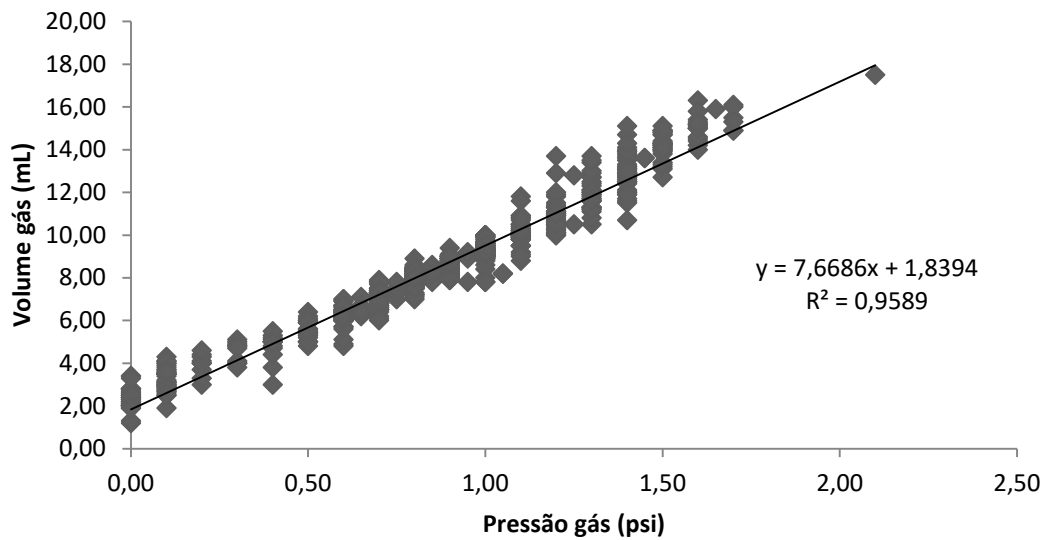


Figura 1. Regressão robusta do volume em função da pressão. Incubação 1: silagem de *Cynodon* cv. Jiggs com adição de níveis de torta de caroço de algodão ou farelo de canola . Dois Vizinhos, 2018

As pressões foram todas abaixo de 2,5 psi, valores que vão de acordo com o proposto por Theodorou et al. (1994), onde expõe que a pressão máxima não deve ser maior que 7 psi, caso ocorra a relação linear entre pressão e volume é alterada.

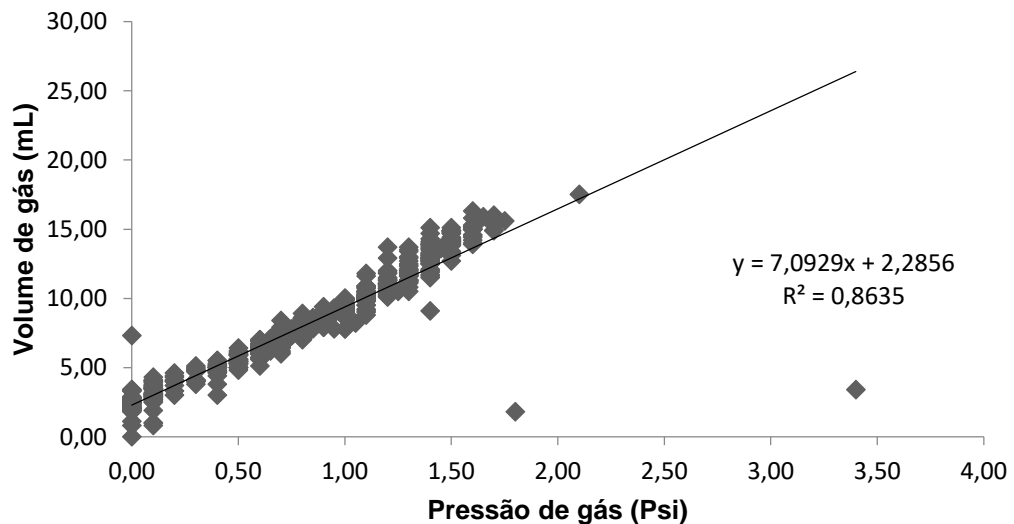


Figura 2: Regressão robusta do volume de gás em função da pressão. Incubação 2: silagem de resíduos de colheita de abacaxi. Dois Vizinhos, 2018.

Quanto a pressuposição da linearidade da pressão do gás com o volume conferidos para a silagem com resíduos culturais da lavoura de abacaxi, pode-se

observar que também foi linear quando comparada as outras silagens. Porém, o valor de pressão ainda está dentro dos esperados, onde o maior valor foi de 3,5 psi.

5.2 Escolha do modelo

Houve efeito de modelo ($P < 0,001$) nos parâmetros da cinética ruminal *in vitro* para todos dos modelos testados. Assim, foi escolhido o que melhor se ajustava através do critério de Akaike (AKAIKE, 1974), considerando o menor valor, além da observação da existência ou não do período de latência para cada silagem.

Dessa maneira, o melhor modelo que se ajustou para prever os parâmetros da cinética ruminal *in vitro* nos resultados da silagem de *Cynodon* cv. Jiggs com diferentes níveis de Farelo de Canola, da silagem de *Cynodon* cv. Jiggs com diferentes níveis de Torta de Algodão e da Silagem de resíduos de colheita de abacaxi foi o M3, pois é bicompartimental, ou seja, considera um compartimento de rápida degradação e outro de lenta além de uma latência apenas para o último compartimento. Como em volumosos há duas frações, os carboidratos fibrosos e não fibrosos, e a teor de fibra é mais elevada esperava-se que esse modelo se adequaria melhor.

O modelo M4 também é bicompartimental, porém considera um tempo de latência (L) para ambos os compartimentos, não sendo adequada para os resultados com ausência de latência, tendo interferência nos compartimentos de degradação rápida. A escolha do modelo em relação aos outros deve-se ao fato que, segundo Bezerra et al. (2005), nem todos os nutrientes alimentares são digeridos igualmente e as distintas taxas de degradação precisam ser identificadas a partir das características cinéticas.

Porém, é relevante informar que o tempo de latência considerado para o compartimento de lenta degradação, os carboidratos fibrosos, foi desconsiderado pelo fato de apenas no tratamento com 6% de adição de torta de algodão ter um valor e o mesmo ser muito baixo, e no restante todos os tempos foram zero. Uma possível explicação é que haviam nas silagens uma quantidade expressiva de substâncias prontamente fermentáveis, facilitadoras da atuação dos microrganismos permitindo que a latência seja menor ou não exista.

Ao aumentar os níveis de carboidratos solúveis à medida que se alterava os tratamentos o efeito direto foi no tempo reduzido de colonização dos microrganismos na amostra.

Os valores do tempo de latência podem ser alterados devido as condições da incubação *in vitro* facilmente sofrerem com alterações e não serem atendidas, como um ambiente perfeitamente em anaerobiose, variação da pressão osmótica, temperatura e pH ideal (VAN SOEST, 1994). Outro fato que pode estar aliado a essa questão é que o inóculo coletado para realizar a técnica continha uma microbiota favorável ao alimento volumoso, ou seja, bactérias fibrolíticas em quantidades consideráveis diminuindo assim a fase de colonização dos microrganismos na matéria para posterior degradação.

Com a escolha do modelo mais adequado aos resultados, confere-se algo já esperado que são os valores dos parâmetros de taxa de degradação da fração de rápida degradação (k_1) maiores que a taxa de degradação da fração de lenta degradação (k_2) em todos os tratamentos.

5.3 Silagem de *Cynodon* cv. Jiggs com níveis de Farelo de Canola

Com o gráfico 3 podemos afirmar que a cinética de degradação da silagem com níveis de farelo de canola apresentou uma curva exponencial, a qual é comum pelas fases características do processo. São três fases distintas: o período de colonização, já citado anteriormente e justificado pela sua ausência, a fase exponencial onde ocorre um aumento rápido da taxa de degradação e a fase estacionária em que há uma mínima alteração na degradação (VILLALBA, et al. 2014). A partir dessas três fases forma-se a curva demonstrada no gráfico 1, a qual é obtida através do perfil de produção de gás em função do tempo (HARVEY; CHAMPE; FISHER, 2008).

O tratamento controle, ou seja, silagem apenas de *Cynodon* cv. Jiggs apresentou uma elevada produção de gás acumulada, chegando a 30 ml $0,1 \text{ g}^{-1}$ de MS as 120 horas de incubação. Entretanto, verifica-se também que o tratamento *Cynodon* cv. Jiggs + 28% de farelo de canola, apresentou produção próxima ao tratamento controle, sendo nas 72 horas uma produção acumulada de gás maior.

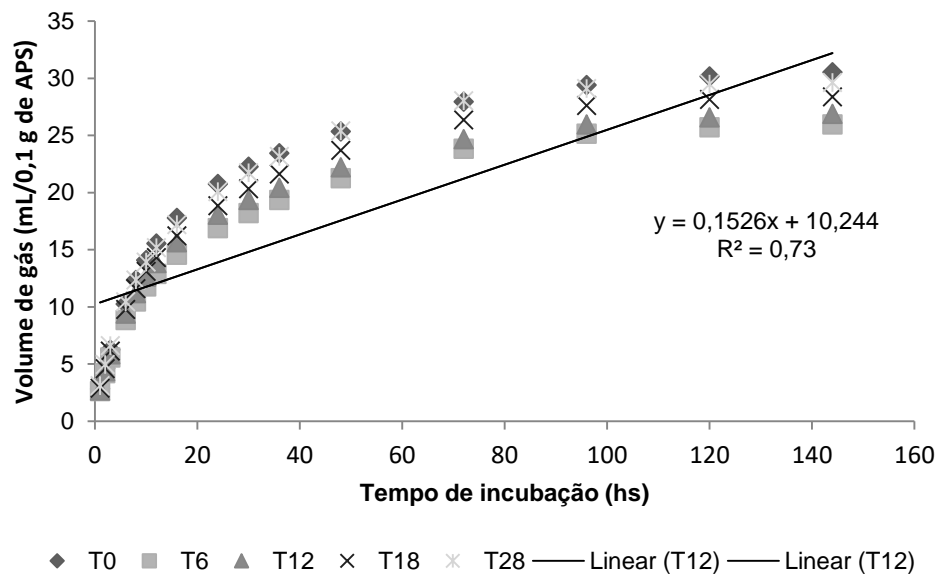


Figura 3. Curva de degradação *in vitro* da silagem de *Cynodon* cv. Jiggs com diferentes níveis de farelo de canola. Dois Vizinhos, 2018.

Nota-se que ao adicionar o aditivo em pequenas quantidades interferiu negativamente no desempenho da microbiota ruminal em atuar na degradação do alimento. Ao adicionar em 28% do teor de MS da Jiggs no momento da ensilagem, o farelo acrescentou um maior aporte de nutrientes, portanto, mais substrato para os microrganismos conseguirem se desenvolver. Justifica-se esse comportamento devido a qualidade da forragem ser boa, com 16% de proteína bruta, aliado as características do farelo de canola, fornecendo mais carboidratos solúveis e proteínas, então possivelmente ocorreu uma sincronização esperada entre proteína e carboidratos para que os microrganismos, principalmente, as bactérias conseguissem assimilar e ter um maior desenvolvimento e produção de gás.

A importância da sincronização da degradação se dá pelo fato de que se a taxa de degradação da proteína exceder a taxa de degradação dos carboidratos haverá grandes concentrações de amônia no ambiente ruminal e ausência de quantidades suficientes de carboidratos solúveis para realizar a conversão em proteína microbiana, então o pH eleva-se muito e ocorre absorção de amônia pela corrente sanguínea causando uma intoxicação no animal.

Outro fato é quando há maior degradação dos carboidratos em relação a proteínas, não será possível atender à exigência dos microrganismos de no mínimo 7% de proteína para manutenção e diminuirá o crescimento microbiano. Ao obter essa

relação Carboidrato: Proteína o alimento possibilita o maior desempenho animal e também uma maior eficiência da dieta.

Há o fato de que o excesso de teor proteico dos materiais ensilados pode acarretar em perdas, devido a fermentações secundárias dos compostos proteicos presentes, principalmente pelas bactérias do gênero *Clostridium* (CÂNDIDO et al., 2007). Porém, essa perda não foi observada na ensilagem em questão.

O tempo médio de retenção do alimento no rúmen é de 48 horas, portanto, quanto maior for a degradação do alimento até esse tempo, melhor é a qualidade fermentativa (MIZIBUTI et al. 2011). Analisando o gráfico, verificamos que a inclusão de 6 e 12% foram os menores valores de acúmulo de gás até as 48 horas. Essa menor produção pode favorecer uma maior repleção ruminal acarretando em uma redução no consumo de matéria seca.

Ao realizar a prática do aditivo favoreceu o aumento da matéria seca da massa ensilada, a qual, segundo DE COL (2017), dados não publicados, ao aumentar os níveis de farelo de canola na silagem a perda por efluentes foi diminuindo, sendo com 28% uma perda de 2,38% contra 7,55% no material sem o farelo. Com isso, aumenta a conservação da silagem devido a melhora dos parâmetros fermentativos e também diminuiu a perda de nutrientes.

Segundo Reis e Silva (2011) é muito importante a utilização de aditivos que melhorem as condições do material para que no momento da ensilagem ocorra maior desenvolvimento de bactérias homoláticas, as quais produzem ácido láctico e aumenta-se assim a manutenção do teor de carboidratos solúveis, também se eleva a matéria seca e conseqüentemente, irá ocorrer inibição das bactérias desfavoráveis como do gênero *Clostridium* ssp., favorecendo uma maior conservação dos nutrientes da silagem.

A análise apenas dos parâmetros nutricionais não era suficiente para avaliar a eficiência da inclusão desse aditivo necessitando assim da avaliação cinética para comprovar o comportamento digestivo do alimento. Portanto, com a adição da canola melhorou a qualidade nutricional e ainda a nível ruminal apresentou uma atuação eficiente.

Tabela 6. Parâmetros da cinética degradação ruminal *in vitro* da Silagem de *Cynodon cv. Jiggs* com níveis de inclusão de farelo de canola:

Tratamentos	Vf ₁	Erro padrão	K ₁	Erro padrão	Vf ₂	Erro padrão	K ₂	Erro padrão	L
0	18,6344	0,7339	0,1092	0,00564	12,2111	0,6108	0,0118	0,000956	0
6	13,2181	0,5082	0,1363	0,0075	12,9419	0,4439	0,0134	0,000701	0
12	15,0838	0,5064	0,1281	0,00607	12,0161	0,4331	0,0127	0,000737	0
18	14,7985	0,4966	0,1343	0,0062	13,7302	0,4416	0,0141	0,000623	0
28	14,8585	0,6787	0,1445	0,00898	14,8637	0,6247	0,0159	0,000794	0

Vf₁: volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; Vf₂: volume máximo de gás produzido pela degradação da fração de lenta digestão; K₁: taxa de degradação da fração solúvel de rápida digestão; K₂: taxa de degradação da fração de lenta digestão; L: Tempo de latência

Ao observar os parâmetros nos tratamentos com o farelo de canola (Tabela 6), nota-se que o K₁ aumentou com a inclusão de 6% do farelo, entretanto, ao adicionar 12% ocorreu uma queda na taxa de degradação da fração solúvel. Ao incluir 18% e 28% o K₁ voltou a aumentar, sendo no último o maior valor encontrado. Quanto ao K₂ ocorreu uma queda apenas com a inclusão de 12% do farelo em relação a adição de 6%, os demais níveis se apresentaram em crescimento.

A taxa de degradação é diretamente relacionada com a solubilidade dos substratos, os carboidratos presentes na parede celular vegetal, por exemplo, apresentam uma baixa solubilidade e são lentamente degradados, com exceção da pectina, uma maior presença destes na amostra pode afetar a produção de gás da fração solúvel, pois maiores quantidades de microrganismos destinados a essa fração de lenta degradação devem se desenvolver. Essa explicação pode ser dada ao tratamento com 12% onde ocorreu uma queda no K₁. Para a redução do K₂ podemos aliar o fato de que o acesso ao substrato foi limitado momentaneamente pelas características físico-químicas do nutriente.

A maior produção de gás advindo da degradação da fração solúvel de rápida digestão (Vf₁) foi no tratamento controle e pode ser explicado pela boa sincronização dos nutrientes da forragem, além de que possivelmente o animal doador do inóculo estava sendo alimentado com uma dieta semelhante a amostra controle. O Vf₂, que é a produção de gás a partir da degradação da fração de lenta digestão manteve-se semelhante até o nível de inclusão de 18% de farelo, onde ocorreu um aumento no volume de gás produzido, indo de encontro ao fato de na composição nutricional o

teor de FDN também ter aumentado em relação ao nível anterior, permitindo então que microrganismos específicos para a degradação dos carboidratos fibrosos se desenvolvessem e aumentassem a produção de gás a partir da degradação.

Tabela 7. Correlação de Pearson ($P < 0,05$) entre os componentes da composição nutricional da Silagem de *Cynodon* cv. Jiggs com adição de níveis de farelo de canola e os parâmetros da cinética ruminal *in vitro*. Dois Vizinhos, 2018.

	MS	MM	MO	PB	FDN	FDA	LDA	CHO
	-		-	-	-		-	-
Vf ₁	0.38839	0.65759	0.65759	0.42713	0.06699	0.32354	0.49889	0.31339
	0.0339	<.0001	<.0001	0.0186	0.7250	0.0812	0.0131	0.0917
K ₁	0.50128	-	0.67022	0.61759	-	-	0.66442	0.59907
	0.0048	<.0001	<.0001	0.0003	0.5385	0.0130	0.0004	0.0005
Vf ₂	0.57336	-	0.65705	0.59188	-	-	0.63892	0.65472
	0.0009	<.0001	<.0001	0.0006	0.3157	0.0004	0.0008	<.0001
K ₂	0.72155	-	0.72042	0.71067	-	-	0.76214	0.78174
	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.0465	<.0001	<.0001	<.0001

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; CHO's: carboidratos solúveis

Parâmetros da cinética ruminal *in vitro*: Vf₁: volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; Vf₂: volume máximo de gás produzido pela degradação da fração de lenta digestão; K₁: taxa de degradação da fração solúvel de rápida digestão; K₂: taxa de degradação da fração de lenta digestão

Ao observar a tabela 7, podemos verificar que a maioria dos componentes nutricionais exerceram influência nos parâmetros cinéticos, com valores altamente significativos.

O Vf₁ apresentou correlação negativa com a MS, MO, PB, LDA, portanto quando existirem níveis elevados desses componentes na silagem a produção de gás da fração de lenta digestão irá diminuir. A correlação positiva ocorreu apenas com a MM. O Vf₂ apresentou correlação negativa com a MM e o FDA e positiva com MS, MO, PB, LDA e CHO.

Ao observar os valores para o K_1 , as correlações positivas foram com a MS, MO, PB, LDA, CHO, e as negativas para a MM. Enquanto que o K_2 teve correlação positiva com a MS, MO, PB, LDA, CHO e as negativas foram para MM, FDN e FDA.

Com essas correlações bastante expressivas para os componentes nutricionais e os parâmetros cinéticos se evidencia e complementa que os níveis do farelo atuaram no aumento da degradabilidade ruminal.

5.4 Silagem de *Cynodon* cv. Jiggs com níveis de torta de caroço de algodão

Tabela 8. Parâmetros da cinética de degradação ruminal *in vitro* da Silagem de Jiggs com níveis de inclusão de torta de caroço de algodão:

Tratamentos	Vf ₁	Erro padrão	K ₁	Erro padrão	Vf ₂	Erro padrão	K ₂	Erro padrão	L
0	18,6344	0,7339	0,1092	0,00564	12,2111	0,6108	0,0118	0,000956	0
6	15,5981	3,7192	0,1404	0,0559	14,2383	3,5764	0,0178	0,006	0,5482
12	18,1957	0,912	0,1064	0,00714	12,8279	0,7353	0,0111	0,00115	0
18	19,4603	2,6939	0,1074	0,02	10,3069	2,1719	0,0111	0,00428	0
28	16,1236	0,5347	0,0968	0,00425	10,478	10,478	0,0102	0,000812	0

Vf₁: volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; Vf₂: volume máximo de gás produzido pela degradação da fração de lenta digestão; K₁: taxa de degradação da fração solúvel de rápida digestão; K₂: taxa de degradação da fração de lenta digestão; L: Tempo de latência

Com relação aos parâmetros da inclusão da torta de algodão (Tabela 7) pode-se observar o maior valor do Vf₁ no nível de inclusão de 18%, onde o fornecimento de carboidratos não fibrosos foi maior, ocorrendo uma maior produção acumulativa de gás dessa fração. Ocorreu uma queda na produção ao adicionar 28%, provavelmente pelo excesso de concentração de gossipol, fator antinutricional presente no caroço do algodão, inibindo a atuação dos microrganismos, que poderá ser reforçado a partir da correlação de Pearson entre a composição nutricional e os parâmetros cinéticos que será abordada posteriormente. Tal fato, também se refletiu no K₁, K₂ e Vf₂. Ao analisar a inclusão de 6% do aditivo observou-se um pequeno valor no tempo de latência, considerando então que ocorreu um período de adaptação da microbiota ao substrato, mesmo sendo um valor mínimo, indo contra os outros tratamentos onde a situação não ocorreu.

A curva obtida pela cinética de degradação da silagem com diferentes níveis de algodão também se apresentou exponencial, portanto o padrão de degradação foi coerente com o encontrado na literatura. Podemos perceber nas informações do gráfico 4, que o tratamento controle e o com adição de 6% de torta de algodão demonstraram volume de gás produzido semelhantes durante todo o período de incubação, sendo os maiores valores encontrados até as 120 horas.

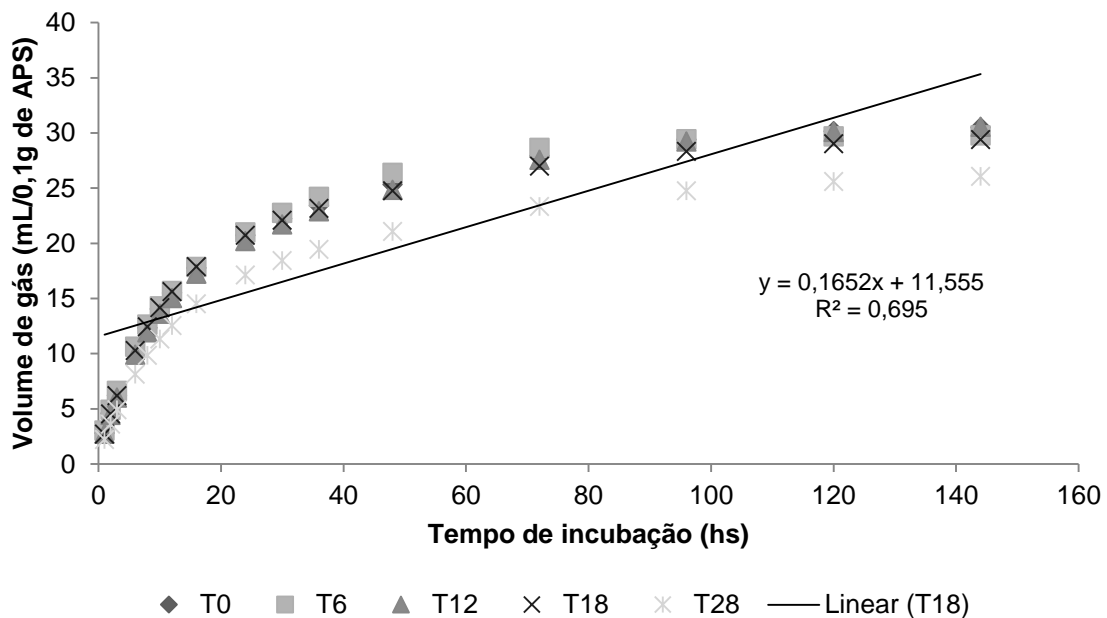


Figura 4. Curva de degradação in vitro da silagem de *Cynodon* cv. Jiggs com diferentes níveis de torta de algodão. Dois Vizinhos, 2018.

Enquanto que o T28 apresentou o menor volume de gás produzido em relação aos outros tratamentos, então esse nível de torta de caroço de algodão não é aconselhado pois como ocorre redução do k_1 e k_2 , o possível nível elevado do gossipol, fator antinutricional presente no caroço de algodão, prejudicou a atuação dos microrganismos. Como citado na revisão bibliográfica do trabalho, há uma grande variação na concentração dessa substância nos cultivares e então deve ser indicado para alimentação de ruminantes de forma criteriosa. Outro fato, é a ausência de métodos práticos e rápidos para determinar a concentração.

Esse composto se adere também a proteínas impedindo assim a disponibilidade para os microrganismos realizarem a degradação, principalmente o aminoácido lisina tornando-se indisponível. Uma das formas para se empregar o uso dos co-produtos do algodão e reduzir a quantidade de gossipol é através de tratamento térmico e posteriormente uma extrusão (PAIM, 2010). Entretanto, eleva-se o custo da inclusão desse alimento a dieta animal.

Quando avaliamos a questão de conservação da silagem a inclusão da torta do caroço do algodão foi eficiente, pois reduziu a perda por efluentes com o aumento da matéria seca, de 7,55% encontrado no tratamento controle para 2,00% com o nível de inclusão de 28%, atuando como um ótimo aditivo absorvente (TONIAL, 2017), dados não publicados.

O uso desse aditivo melhorou a qualidade nutricional da silagem, favoreceu a maior conservação, diminuindo perdas do material, porém após análise cinética a união deste com a forrageira não foi eficiente a nível ruminal, prejudicando a degradação e conseqüentemente absorção dos nutrientes posteriormente pelos animais.

Tabela 9. Correlação de Pearson ($P < 0,05$) entre os componentes da composição nutricional da Silagem de *Cynodon cv. Jiggs* com adição de níveis de torta de caroço de algodão e os parâmetros da cinética ruminal in vitro. Dois Vizinhos, 2018.

	MS	MM	MO	PB	FDN	FDA	LDA	CHO
Vf ₁	-	0.31812	0.06368	0.29200	-	-	-	-
	0.83242 <.0001	0.0867	0.7381	0.1174	0.06368 0.7381	0.29200 0.1174	0.64685 0.0001	0.23336 0.2146
K ₁	-	-0.22337	0.03768	0.11702	-	-	-	0.37348
	0.07680 0.6867	0.2354	0.8433	0.5380	0.03768 0.8433	0.11702 0.5380	0.33473 0.0706	0.0421
Vf ₂	-	0.22344	0.29665	0.38551	-	-	-	-
	0.83226 <.0001	0.2353	0.1114	0.0354	0.29665 0.1114	0.38551 0.0354	0.79271 <.0001	0.21357 0.2571
K ₂	0.03256	-0.31034	-	-	0.16609	0.13254	-	0.33001
	0.8644	0.0951	0.3804	0.4851	0.3804	0.4851	0.7475	0.0749

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; CHO: carboidratos

Parâmetros da cinética ruminal *in vitro*: Vf_1 : volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; Vf_2 : volume máximo de gás produzido pela degradação da fração de lenta digestão; K_1 : taxa de degradação da fração solúvel de rápida digestão; K_2 : taxa de degradação da fração de lenta digestão

Para melhor complemento das informações acerca do efeito da adição desse coproduto na silagem é que poucos componentes nutricionais influenciaram nos parâmetros cinéticos. A MS teve correlação negativa com o Vf_1 e Vf_2 , ou seja, quando o teor de MS foi maior o volume de gás acumulado da fração de rápida digestão e o de lenta digestão foi menor e o contrário é também é verdadeiro.

A proteína bruta teve correlação positiva com o Vf_2 então quanto maior o nível de proteína na dieta maior a produção de gás advindo da fração de lenta digestão. Assim como o FDA também apresentou essa correlação com o mesmo parâmetro, quanto maior o Vf_2 certamente o teor dessa fração de fibra será maior. Aliado a isso, o K_2 também possui uma correlação positiva com o teor de FDA, pois haverá maior degradação da fração de lenta digestão quando o teor desta for maior.

A LDA mostrou uma correlação negativa com o Vf_1 , resultado esperado devido essa fração ser de lenta digestão, então quando o Vf_1 se apresentar elevado, a lignina estará em menores concentrações. Essa correlação foi observada para o Vf_2 também, onde a lignina influencia pelo fato de ser indigestível atuando como uma barreira, diminuindo a ação dos microrganismos na amostra. Os CHO's apresentaram correlação positiva com o K_1 , pois é essa fração que apresenta uma rápida digestão a nível ruminal, então é prontamente degradado e fermentado pelas bactérias amilolíticas.

Por fim, a partir das correlações apresentadas podemos fortalecer a ideia de que os níveis de gossipol podem realmente ter influenciado nos parâmetros cinéticos apresentados, como justificado anteriormente.

5.5 Silagem com resíduos culturais da lavoura de Abacaxi

O comportamento da curva de degradação da silagem de abacaxi (gráfico 5) também se caracterizou como sigmoide, onde a fase de crescimento exponencial foi de imediato. O maior valor do volume de gás acumulado foi próximo das 80 horas, ligando isso ao fato de que o tempo médio de retenção do alimento no rúmen é de 48 horas, como mencionado anteriormente, a silagem pode provocar um enchimento ruminal maior.

Uma maior quantidade de fibra caracteriza-se nessa situação, a favorecer uma maior ruminação e conseqüentemente o controle do pH ruminal será melhor, pois induzirá maior produção de saliva, atuando como solução tampão. Além disso, a fibra também se torna essencial para ter concentrações adequadas de microrganismos para que ocorra a fermentação e a motilidade das papilas do rúmen (ALVES et al. 2016).

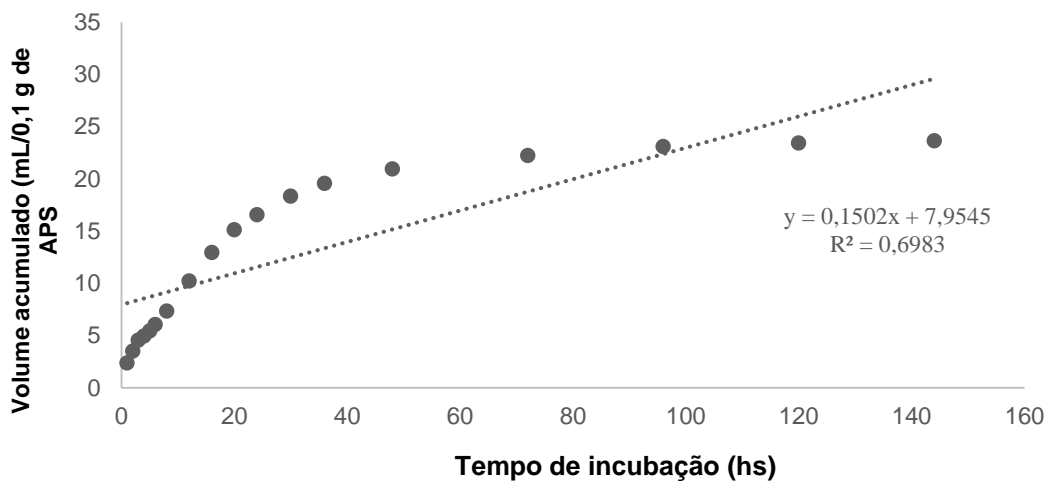


Figura 5. Curva de degradação ruminal *in vitro* da silagem de restos da colheita de Abacaxi. Dois Vizinhos, 2018.

Quando fornecida para bovinos nativos da Tailândia apresentou digestibilidade aparente dos nutrientes maior quando comparada a bovinos alimentados com feno de capim-pangola, devido principalmente ao tamanho menor das partículas da silagem. Além de confirmar que a silagem também não interferiu negativamente na atividade microbiana ruminal (SUKSATHIT; WACHIRAPAKORN; OPATPATANAKIT, 2011).

Tabela 10. Parâmetros cinéticos da silagem com resíduos culturais da lavoura de Abacaxi

Silagem de Abacaxi		
Parâmetro	Estimado	Erro padrão
Vf ₁	11,0622	6,2953
K ₁	0,0901	0,0398
Vf ₂	12,1526	6,1941
K ₂	0,0224	0,00455
L	0	0

Com os resultados podemos verificar que a cinética de degradação também apresentou ausência de tempo de latência. O valor do Vf₂ foi maior que o Vf₁ indicando que há maior presença de frações de lenta digestão, ou seja, carboidratos fibrosos, presentes na silagem indo de encontro com a explicação realizada no gráfico da curva de degradação.

O K₁ foi maior que o K₂ como já era esperado, entretanto, como há maior proporção de fibra no alimento essa fração sofreu uma ação por mais tempo das bactérias fibrolíticas e assim permitiram um maior valor final de gás acumulado por essa fração (Vf₂). O Vf₁, por sua vez, foi menor devido a maior taxa de degradação nas primeiras horas e logo após permaneceu a degradação de frações de lenta digestão.

Tabela 11. Correlação de Pearson (P<0,05) entre os componentes da composição nutricional da Silagem de Abacaxi e os parâmetros da cinética ruminal *in vitro*. Dois Vizinhos, 2018.

	MS	MM	MO	PB	FDN	FDA	LDA
	0.4782	0.78049	0.78049	-0.95244	-0,68242	-0,95463	-0,99181
vf ₁	0.6843	0.4299	0.4299	0.1971	0,512	0,1925	0,0815
	-0,97650	0,38634	0,38634	0.55498	0.89048	0,54890	0,39565
k ₁	0,1383	0,7475	0,7475	0.6255	0.4403	0,6301	0,7410
	0,30398	-0,99164	-0,99164	0.4470	-0,05366	0,44724	0,59554
vf ₂	0,8034	0,0824	0,0824	0.7095	0,9658	0,7048	0,5939
	-0,99953	0,14819	0,14819	0.74214	0,97491	0,73724	0,60892
k ₂	0,0196	0,9053	0,9053	0.4676	0,1429	0,4723	0,5832

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; CHO: carboidratos

Parâmetros da cinética ruminal *in vitro*: Vf_1 : volume máximo de gás produzido pela degradação da fração solúvel de rápida digestão; Vf_2 : volume máximo de gás produzido pela degradação da fração de lenta digestão; K_1 : taxa de degradação da fração solúvel de rápida digestão; K_2 : taxa de degradação da fração de lenta digestão

Como proposto nos objetivos, foi realizado a correlação da composição nutricional com os parâmetros cinéticos da silagem de abacaxi, porém como podemos observar não ocorreu efeito significativo para nenhum componente nutricional (Tabela 11). Esse resultado é devido a realização das análises com pouca amostra, pois a quantidade fornecida foi restrita. Possivelmente, caso com um maior número de amostras existiria efeito significativo.

6. Conclusão

A inclusão do farelo de canola diminui o volume de gases provenientes da degradação da porção solúvel e aumenta a degradação da fibra.

O farelo de algodão aumenta a degradação da fração solúvel e da fibra até 6% de inclusão. Níveis mais elevados da inclusão desse farelo reduz a degradação ruminal, seja a fração não fibrosa como a fibrosa.

A silagem de abacaxi possui lenta degradação ruminal devido sua natureza fibrosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. L. C. et al. Clitoria ternatea L. as a potential high quality forage legume. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v. 27, n.02, p. 169-178, 2014.

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**, 1998. 49 p.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16.ed. Gaithersburg: AOAC International, 1997. 1298 p.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP. Boletim Mensal do Biodiesel, Brasília, DF, Out. 2010.

AHMED, M.M.M.; ABDALLA, H.A. Use of different nitrogen sources in the fattening of yearling sheep. **Small Ruminant Nutrition**, v.56, p.39-45, 2005.

AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, v.19, n. 06, p.716-723. 1974.

ALFONSO, A.A. et al. Comparative digestibility of whole, delinted and treated cottonseed. **Journal Dairy Science**. v.69, p.216, 1986

ALVES, A. R. et al. Fibra para ruminantes: Aspecto nutricional, metodológico e funcional. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 10, n.7, p. 568-579, 2016.

ANDRADE, P. F. S. SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO – SEAB. **Análise da Conjuntura Agropecuária Safra 2016/2017** – Fruticultura, mar. 2017.

ANDRIGUETTO, J.M. et al. **Nutrição animal: as bases e os fundamentos da nutrição animal: os alimentos.** v. 1. São Paulo: Nobel, 2002. 395 p.

BERGAMASCHINE, A.F. et al. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurchecida. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 35, n.4, p. 1454-1462, 2006.

BERTOL, T. M.; MAZZUCO, H. **Farelo de canola: uma alternativa proteica para alimentação de suínos e aves.** Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, n.55, 1998, 56p.

BEZERRA, A. R. G. F et al. Parâmetros cinéticos da degradação in vitro de alimentos incubados com inóculo microbiano de diferentes espécies de ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Zootecnia**, v. 57, n. 4, p.494-501, 2005.

BOMFIM, M. A. D. et al. Avaliação da casca de mamona na alimentação animal de ovinos. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, n. 4, Petrolina. **Anais...** Petrolina: SNPA, 2009.

CAETANO, G. A. D. O. et al. Particle passage kinetics and neutral detergent fiber degradability of silage of pineapple waste (aerial parts) under different packing densities. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 43, n. 1, p.49-53, 2014.

CÂNDIDO, M.J.D. et al. Características fermentativas e composição química de silagens de capim-elefante contendo subproduto desidratado do maracujá. **Revista Brasileira Zootecnia.**, v.36, n.5, p.1489-1494, 2007.

CANOLA COUNCIL OF CANADÁ. **The canola meal feed industry guide.** Canadá: Canadian International Grains Institute, p.4-9, 2009

CANOLA COUNCIL OF CANADA. **Canola meal nutriente composition.** Winnipeg s/d. 8p. Disponível online em <<http://www.canola-council.org/meal4.aspx>>. Acesso em 14/10/2017.

CARDOSO, R.M.L. et al. **Doenças de canola no Paraná.** Londrina: IAPAR; Cascavel: COODETEC, 1996. 28p. (IAPAR. Boletim Técnico, 51; COODETEC. Boletim Técnico, 34).

COBLENTZ, W.K. Effects of dairy slurry on silage fermentation characteristics and nutritive value of alfalfa. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 11, p.7197–7211, 2014.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos**. v.4, p. 1-176, 2017.

COPPOCK, C.E. et al. Effect of lint on whole cottonseed passage and digestibility and diet choice on intake of whole cottonseed by Holstein cows. **Journal Dairy Science**. v.68, n.5, p.1198-1206, 1985.

CARVALHO, G. G. P et al. Características fermentativas de silagens de capim-elefante emurhecido ou com adição de farelo de cacau. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v.60, n.1, p.234-242, 2008.

DAVIES, Z. S. et al. An automated system for measuring gas production from forages inoculated with rumen fluid and its use in determining the effect of enzymes on grass silage. **Animal Feed Science and Technology**, v.83, n.2000, p.205-221, 2000.

DE COL, D. D. **Qualidade da silagem de *Cynodon* cv. Jiggs com níveis de inclusão de farelo de canola**. Trabalho (Conclusão de Curso) – Graduação Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017.

EL-SHARAKY, A.S. et al. Spermatotoxicity, biochemical changes and histological alteration induced by gossypol in testicular and hepatic tissues of male rats. **Food and Chemical Toxicology Journal**, v.48, n.12, p.3354-3361, 2010.

EVANGELISTA, A.R. et al. Produção de silagem de capim marandu (*Brachiaria brizantha* stapf cv. Marandu) com e sem emurhecimento. **Ciência Agrotecnica**, v. 28, n. 2, p. 446-452, 2004.

EVANGELISTA, W.S. et al. Effect of gossypol on survival and reproduction of the zoophytophagous stinkbug *Podisus nigrispinus* (Dallas). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.55, n.2, p.267-271, 2011.

FERREIRA, A.C.H. et al. Valor nutritivo de silagens de capim elefante com níveis crescentes de subprodutos da indústria do suco do abacaxi. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM).

FLUCK, A. C. et al. Uso do azevém em sistemas de pecuária de leite. In: SCHAFFHAUSER, J.; PEGORARO, L.M.C.; ZANELA, M.B. (Org.). **Tecnologia para sistemas de produção de leite**. 1ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, v. 1, p. 91-116, 2016.

FRANCO e SARMENTO, N.L.A. **Composição Química e Degradabilidade Ruminal de Gramíneas do Gênero *Cynodon***. Montes Claros: Universidade Estadual de Montes Claros. 49p Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Montes Claros, 2010.

GETACHEW, G. et al. Relationships between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro* gas production of several ruminant feeds. **Animal Feed Science Technology**, v.111, p.41-56, 2004.

GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J. Forage fiber analysis. **Agricultural handbook**, n.379. U.S.D.A., Washington, 1970.

GOES, R.H.T.B. et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta, e tempo de colonização microbiana de oleaginosas, utilizadas na alimentação de ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Science**, v.33, n.4, p.373-378, 2011.

GRIFFITHS, N.W.; BURNS, H.M. Silage from pastures and forage crops In: KAISER, A. G.; PILTZ, J. W.; GRIFFITHS, N. W. **Successful Silage**. 2 ed. Orange, N.S.W. Dairy Australia & NSW Department of Primary Industries, 2004. 419 p.
HARVEY, R. A.; CHAMPE, P. C.; FISHER, B. D. **Microbiologia ilustrada**. 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2008. 448 p.

HEANEY, R. K., FENWICK, G. R. Identifying toxins and their effects: glucosinolates. In: WATSON, D. H., ed. **Natural toxicant in food: profess and prospect**. Chinchestes: Ellis Horwood, p. 76-109, 1987.

HENTZ, F. et al. Intake and digestion by wethers fed a tropical grass-based diet supplemented with increasing levels of canola meal. **Livestock Science**, v.147, n.2012, p.89-95, 2012.

HUHTANEN, P.; KUKKONEN, U., Comparison of methods, markers, sampling sites and models for estimating digesta passage kinetics in cattle fed at two levels of intake. **Animal Feed Science and Technology**, v.52, n.1/2, p.141-158, 1995.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE.
Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. 2016. Disponível em:

<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores>. Acessado em: 01/10/2017 às 20:00h.

JOBIM, C.C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suppl 0. p.101-119, 2007.

JONES, D.I.H.; JONES, R. The effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 60, p. 73-81, 1995.

JUANPERE, J. et al. Assessment of potencial interaction between phytase and glycosidase enzyme supplementation on nutriente digestibility in broilers. **Poultry Science**, v. 84, n. 4, p. 571-580, 2005.

KAMRA, D.N. Rumen microbial ecosystem. **Current Science**, v.89, n.1, p.124-134, 2005.

KELLEMS, R.O. et al. Post-harvest pineapple plant forage as a potential feedstuff for beef cattle: evaluated by laboratory analyses in *vitro* and in *vivo* digestibility and feedlot trials. **Journal of Animal Science**, v. 48, n. 5, p.1040-1048, 1979.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3ª Ed. UFSM, Santa Maria, 212 p. 2011

KRIZSAN, S.J; RANDBY, Å.T. The effect of fermentation quality on the voluntary intake of grass silage by growing cattle fed silage as the sole feed. **Journal of Animal Science**, v. 85, n.4, p.984-996, 2007.

LARDY, G.P.; CATETT, G.E.; KERLEY, M. S.; Determination of the ruminal escape value and duodenal amino acid flow of rapeseed meal. **Journal of Animal Science**, v.71, n.11, p.3096-3104, 1993.

LAVEZZO, O.E.N.M. Abacaxi, banana, caju, uva, maçã. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, v.6, n.198, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ. p. 7-46, 1995.

LEONEL, F.P.et al. Residuais de proteína em distintas frações fibra de silagens de plantas de abacaxi preparadas com diferentes aditivos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, v.47, Salvador. **Anais...** Salvador, Bahia. 2010.

LIU, C.; GAN, Y, POPPY, L. Evaluation of on-farm crop management decisions on canola productivity. **Canadian Journal of Plant Science**, v. 94, n.1, p.131-139, 2014.

LIU, Q.H.; SHAO, T.; BAI, Y.F. The effect of fibrolytic enzyme, *Lactobacillus plantarum* and two food antioxidants on the fermentation quality, alpha-tocopherol and beta-carotene of high moisture napier grass silage ensiled at different temperatures. **Animal Feed Science and Technology**, v.221, p. 1-11, 2016.

MALAFAIA, P.A. M. et al. Cinética Ruminal de Alguns Alimentos Investigada por Técnicas Gravimétricas e Metabólicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.27, n.2, p.370-380, 1998.

MERTENS, D.R. **Rate and extent of digestion**. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds). Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. 2.ed. Wallingford: CABI Publishing, p.13-47, 2005.

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. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.

McDONALD, A.D.; CLARK, E.A. Water and quality loss during field drying of hay. **Advances in Agronomy**, v. 41, p.407-437, 1987.

McDONALD, P. HENDERSON, A.R., HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2 ed. Chalcombe Publications, Bucks, England. 1991

MIZUBUTI, I. Y. et al. Cinética de fermentação ruminal *in vitro* de alguns co-produtos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gás. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.1, p.2021-2028, 2011.

MIZUBUTI, I.Y et al. Cinética de degradação ruminal de alimentos proteicos pela técnica *in vitro* de produção de gases. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 555-566, 2014.

MOREIRA, F.B. Subprodutos do algodão na alimentação de ruminantes. **PUBVET**, v.2 n.36. 2008.

MONÇÃO, F.P.P. et al. Desenvolvimento da microbiota ruminal de bezerros: revisão de literatura. **Revista Unimontes Científica**, v.15, n.1, p.1-14, 2013.

MOULD, F.L. et al. *In vitro* microbial inoculum: a review of its function and properties. **Animal Feed Science and Technology**, v.123-124, n.2005, p.31-50, 2005.

MUNIZ, E.B. et al. 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.

NERES, M.A. et al. Production of tifton 85 hay overseeded with white oats or ryegrass. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 8, p. 1638-1644, 2011.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. **Anais...** Maringá: UEM, 2004. p.1-33.

N.R.C. National Research Council. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6 ed. Washington – USA: National Academy Press, 1989. 157p.

O'DONNELL, C. et al. Study of the effects of silage effluent on concrete: parte 2, significance of environmental factors. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 60, p. 93-97, 1995.

OLIVEIRA, I. de. **Avaliação nutricional de subprodutos da indústria do biodiesel e sua importância na alimentação de ruminantes**. Trabalho (Conclusão de Curso) - Graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

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

PAIM, T. P. et al. USO DE SUBPRODUTOS DO ALGODÃO NA NUTRIÇÃO DE RUMINANTES. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v. 13, n. 1/2/3, p.24-37, 2010.

PAULA, D.C. et al. Distintas frações fibra em silagens de plantas de abacaxi preparadas com diferentes aditivos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador, BA. 2010.

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. **Anais...** Maringá: UEM/CCA/DZO, 2001. p.319.

PEREIRA, L.G.R. et al. **Aproveitamento dos Coprodutos da Agroindústria Processadora de Suco e Polpa de Frutas para alimentação de Ruminantes.** – Petrolina: Embrapa Semi-Árido. 2009, 30 p.

PELL, A.N. et al. Rates of digestion of feeds measured *in vitro* with computers. CORNELL NUTRITION CONFERENCE. **Proceedings...** Cornell University. p. 74-81, 1994.

PINA, D.S. et al. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1543-1551, 2006.

PONCIANO, N.J.; SOUZA, P.M.; GOLYNSKI, A. Avaliação econômica da produção de Abacaxi (L.) cultivar perola na região Norte Fluminense. **Revista Caatinga**, v. 19, n.1, p. 82-91, 2006.

RANDEL, R.D. et al. Effects of gossypol and cottonseed products on reproduction of mammals. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1628-1638, 1992.

RAZMKHAH, M.; RAZAEI, J.; FAZAELI, H. Use of Jerusalem artichoke tops silage to replace corn silage in sheep diet. **Animal Feed Science and Technology**, v.228, p.168-177, 2017.

REIS, R. A., SILVA, S.C.S. **Consumo de forragens** In: BERCHIELLI, T.T.et al. **Nutrição de ruminantes.** Jaboticabal, ed. Funep, 2011, p. 25-56.

REYNAL, S.M.; BRODERICK, G.A. Effect of dietary level of rumen-degraded protein on production and nitrogen metabolism in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.88, n.11, p.4045 – 4064, 2005.

RIBEIRO, G.M. et al. Efeito da fonte protéica e do processamento físico do concentrado sobre a terminação de bovinos jovens confinados e o impacto ambiental dos dejetos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2082-2091, 2007.

RODRIGUES, M.T., VIEIRA, R.A.M. **Metodologias aplicadas ao fracionamento de alimentos**. In: BERCHIELLI, T.T. et al. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal, ed. Funep, 2011, p. 25-56.

RUSSELL, J.B. et al. A net carbohydrate an protein system for evaluation for cattle diets: Ruminal fermentation. **Journal Animal Science**, v.70, n.12. p.3551-3581. 1992.

RYMER, C. et al. *In vitro* cumulative gas production techniques: History, methodological considerations and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v. 123-124, n. 1, p. 9-30, 2005.

SANTOS, E.M; ZANINE, A.M. Silagem de gramíneas tropicais. **Colloquium Agrariae**, v. 2, n.1, p.32-45, 2006.

SANTOS, M.V.F. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**, v.59, (R), p.25-43, 2010.

SAMPAIO, I.B.M. Contribuições estatísticas e de técnica experimental para ensaios de degradabilidade de forragens quando avaliada *in situ*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.81-82, 1994.

SCHOFIELD, P; PELL, A.N. Measurement and kinetic-analysis of the neutral detergent-soluble carbohydrate fraction of legumes and grasses. **Journal of Animal Science**, v. 73, p.3455-3463, 1995.

SCHMIDT, P.; SOUZA, C.M.; BACH, B.C. Uso estratégico de aditivos em silagens: Quando e como usar? In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W.; BANKUTI, F.I (eds.), SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 5.ed., Maringá, **Anais...** Maringá: UEM, p.243-264, 2014.

SILVA, A.V. et al. Composição bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de silagens de milho e sorgo tratadas com inoculantes microbianos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 34, n. 6, p.1881-1890, 2005.

SILVEIRA, M.F et al. Avaliação de métodos laboratoriais para estimar a digestibilidade e o valor energético de dietas para ruminantes. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia**, v. 61, n.2, p.429-437, 2009.

SLOMINSKI, B. Canola science cluster research report. In: **Canola Council of Canada**. Winnipeg. Canada, 20 p., 2015.

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p.3562-3577, 1992.

SOTO-BLANCO, B. Gossipol e fatores anti-nutricionais da soja. In: Spinosa H.S.; Górniak S.L.; Palermo Neto J. **Toxicologia Aplicada à Veterinária**. Manole, São Paulo, p.531-545, 2008.

SUKSATHIT, S. WACHIRAPAKORN, C., OPATPATANAKIT. 2011. Effect of levels of ensiled pineapple waste and pangola hay fed as roughage sources on feed intake, nutrient digestibility and ruminal fermentation of Southern Thai native cattle. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v.33, n.3, p. 281-289, 2011.

THEODOROU, M.K. et al. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, n.48, v.3-4, p.185-197, 1994.

TOMM, G.O. et al. Sistema Produtivo de Canola para a produção de Biodiesel. In: CASTRO, A.M.G.; LIMA, S.M.V.; SILVA, J.F.V. **Complexo Agroindustrial de Biodiesel no Brasil: Competitividade das Cadeias Produtivas de Matérias-Primas**, p.273- 322, 2010.

TONIAL, B. A. **Qualidade da silagem de Cynodon cv. Jiggs com níveis de inclusão de torta de caroço de algodão**. Trabalho (Conclusão de Curso) – Programa de Graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017.

TOSI, H.; JOBIM, C. C. **Conservação de Forragem: Silagem**. In: Biotecnologia Industrial – Biotecnologia na Produção de Alimentos, São Paulo, ed. Edgard Blücher, v. 4 p. 491- 505., São Paulo, 2002.

TRIPATHI, M.K.; MISHRA, A.S. Glucosinolates in animal nutrition: A review. **Animal Feed Science and Technology**, v.132, p.1-27, 2007.

VANBELLE, M. et al. **Inkuilen een actueel probleem**. Leuven Iwoni, 1983. 81 p.

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: Cornell University Press, 476p. 1994.

VIEIRA, M.M.M. et al. Valor nutritivo de silagens de capim elefante contendo níveis de farelo de babaçu. **Archivos de Zootecnia**, v.56, p. 257-260, 2007.

VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 1.; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Botucatu. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, v. 38, p. 73-108, 1998.

VILLALBA, V. et al. Cinética ruminal de rações com diferentes níveis de glicerina bruta. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n.6, p. 3331-3344, 2014.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. Marcel Dekker. New York. 1984. 322 p.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; D.J.; PEREIRA, O.G.; ALMEIDA, J.C.C. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**. v. 55, n. 209, p. 75-84, 2006.

ZHANG, W.J. et al. Advances in gossypol toxicity and processing effects of whole cottonseed in dairy cows feeding. **Livestock Science**, v.111, p. 1-9, 2007

ZWIETERING, M.H. Modeling of the bacterial growth curve. **Applied Environmental Microbiology**. vol. 56, n. 6, p.1875-1881, 1990.