

**TADEU SILVA DE OLIVEIRA**

**ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS CINÉTICOS DE DEGRADABILIDADE E  
PASSAGEM DE MATERIAIS ORIGINADOS DA CONSORCIAÇÃO ENTRE CAPIM-  
BRAQUIÁRIA E CULTURAS DE MILHO E SOJA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2010

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

O48e  
2010

Oliveira, Tadeu Silva de, 1982-

Estimativas de parâmetros cinéticos de degradabilidade e  
passagem de materiais originados da consorciação entre  
capim-braquiária e culturas de milho e soja / Tadeu Silva  
de Oliveira. – Viçosa, MG, 2010.

xii, 42f. : il. ; 29cm.

Orientador: José Carlos Pereira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Bovino - Nutrição. 2. Bovino - Alimentação e rações.
3. Cultivo consorciado. 4. Silagem. 5. Milho como ração.
6. Soja como ração. 7. Capim-braquiária como ração.
8. Modelos matemáticos. 9. Fibras na nutrição animal
10. Marcadores bioquímicos. I. Universidade Federal de  
Viçosa. II. Título.

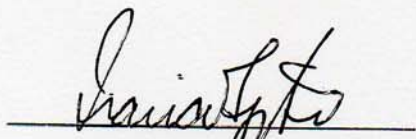
CDD 22.ed. 636.20852

TADEU SILVA DE OLIVEIRA

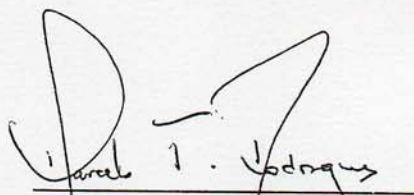
ESTIMATIVAS DE PARÂMETROS CINÉTICOS DE DEGRADABILIDADE E PASSAGEM DE  
MATERIAIS ORIGINADOS DA CONSORCIAÇÃO ENTRE CAPIM-BRAQUIÁRIA E  
CULTURAS DE MILHO E SOJA

Dissertação apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como parte das exigências  
do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia,  
para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

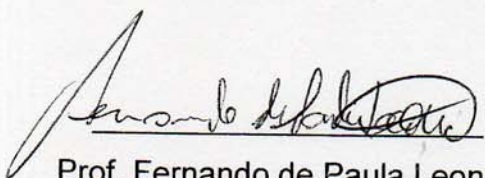
APROVADA: 22 de fevereiro de 2010.



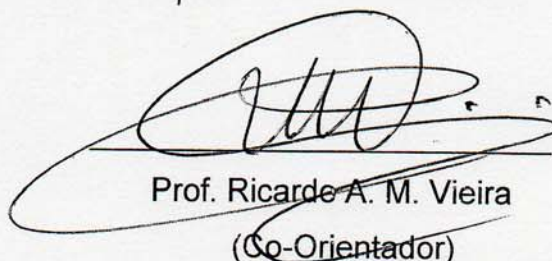
Profa. Maria Ignez Leão



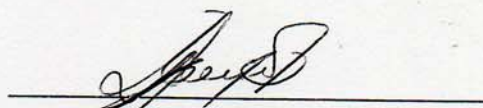
Prof. Marcelo Teixeira Rodrigues



Prof. Fernando de Paula Leonel  
(Co-Orientador)



Prof. Ricardo A. M. Vieira  
(Co-Orientador)



Prof. José Carlos Pereira  
(Orientador)

## **DEDICO**

***A Deus a mais essa vitória;***

***Aos meus pais Paulo César e Maria das Mercês pelo carinho e amor que sempre me deram;***

***A minha irmã pelo incentivo, amor e carinho;***

*Zootecnistas, nossos desafios só terminarão no dia em que o último dos brasileiros afirmar com veemência, que não mais sente fome. Aí estará concluída nossa Nobel missão de zootecnista.*

*Autor desconhecido*

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pela vida e pela a força que me sustenta.

À Universidade Federal de Viçosa, especialmente ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela a concessão da bolsa de estudo.

Aos meus tios Antônio Joaquim e José Afonso minha eterna gratidão.

Ao Professor José Carlos Pereira, pela valorosa orientação, pela consideração e, sobretudo por acreditar em mim.

Ao Professor Ricardo Augusto Mendonça Vieira, pelos ensinamentos concedidos, pelo exemplo de profissionalismo, pela dedicação e paciência, meus sinceros agradecimentos.

Aos Professores Marcelo Teixeira Rodrigues, e Fernando de Paula Leonel, pelas contribuições à presente dissertação.

Aos Professores Aloísio, Rogério, Maria Ignez, Sebastião Valadares, Odilon, Fernando Reis, pelos ensinamentos.

Aos amigos João Paulo (toquinho), Gilson, prof. Pedro Veiga, Mozart, Andréia, Hellenn, Rafael, Mateus (gaúcho), Joseane, Ivanna, Davi, David (Davizão), Márcio Duarte, Virgilio Mesquita, Bruno (Goiano), Vagner Azis (Vagão), pelos ótimos momentos que passamos juntos.

Ao estagiário Gustavo Nápoles por auxiliar nas análises.

Aos meus grandes amigos de república Gustavo (besouro) e Danilo.

Aos funcionários e amigos José Geraldo (Zezé), Marcelo Cardoso, Nataniel Maximo (PUM), Fernando, Wellington, Faustino Monteiro, Joécio, Francisco (Seu Chico da biblioteca), Fernanda e Celeste pelo agradável convívio.

Aos colegas de orientação Cássio, Franscine, Claudilene e Vitor.

Aos amigos da pelada na Rua Nova, pelos momentos de alegria e amizade, extensivos aos meus amigos grãomogolenses.

A Édina pelo companheirismo e pela ajuda neste trabalho.

A todos que participaram de forma direta e indiretamente para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

TADEU SILVA DE OLIVEIRA, filho de Paulo César de Oliveira e Maria das Mercês Silva Oliveira, nasceu em 18 de maio de 1982 em Grão Mogol-MG.

Em julho de 2007, concluiu o Curso de Graduação em Zootecnia, pela Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG.

Em novembro de 2007, foi admitido no Curso de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, pela Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se a defesa de tese para a conclusão deste Curso em 22 de fevereiro de 2010.

## ÍNDICE

LISTA DE TABELAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO .....	ix
ABSTRACT.....	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Integração Lavoura e pecuária: definição e benefícios.....	3
2.2 Interações entre gramíneas e leguminosas.....	4
2.3 Importância da fibra.....	6
2.4 Cinética de degradação ruminal.....	7
2.5 Cinética de Trânsito.....	8
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1 Experimento 01: Cinética de degradação ruminal e de trânsito de partículas das silagens de milho em consórcio com capim-braquiária em diferentes idades de ensilagem.....	18
4.2 Experimento 02: Cinética de degradação ruminal e de trânsito de partículas das silagens de milho em consórcio com capim-braquiária com diferentes arranjos de semeadura.....	19
4.3 Experimento 03: Cinética de degradação ruminal e de trânsito de partículas das silagens de soja em consórcio com capim-braquiária.....	19
4.4 Cinética de trânsito de partículas.....	20
4.5 Parâmetros da cinética de degradação ruminal.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
5.1 Taxa de Passagem das partículas.....	25
5.2 Cinética de Degradação Ruminal.....	35
5.3 Repleção Ruminal.....	35
6. CONCLUSÕES.....	37
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 - Valores médios dos parâmetros da cinética de trânsito de partículas.....	5
Tabela 2 - Equações de regressão ajustadas para o estudo do efeito da diferentes idades de ensilagem sobre as estimativas dos parâmetros de degradabilidade ruminal.....	29
Tabela 3 - Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva da matéria seca das silagens de milho em consórcio com capim-braquiária em diferentes idades das plantas.....	30
Tabela 4 - Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de milho em consórcio com capim-braquiária em diferentes idades de ensilagem.....	31
Tabela 5 - Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva da matéria seca das silagens de milho em consórcio com capim-braquiária em diferentes idades de ensilagem.....	32
Tabela 6 - Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de milho em consórcio com capim-braquiária em diferentes idades de ensilagem.....	33
Tabela 7 - Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva da matéria seca das silagens de soja em consórcio com capim-braquiária.....	34

Tabela 8 - Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de soja em consórcio com capim-braquiária.....35

Tabela 9 - Estimativa do efeito de repleção ruminal em função dos experimentos 1, 2 e 3.....36

## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 – Cinética de passagem de partículas no trato gastrintestinal (TGI).....	10
Figura 2 – Concentração média de cromo (ppm) nas fezes de novilhos, em função dos tempos de coleta (h).....	28
Figura 3 - Concentração média de ytérbio (ppm) nas fezes de novilhos, em função dos tempos de coleta (h).....	28
Figura 4 - Concentração média de lantânio (ppm) nas fezes de novilhos, em função dos tempos de coleta (h).....	29

## RESUMO

OLIVEIRA, Tadeu Silva de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2010. **Estimativas de parâmetros cinéticos de degradabilidade e passagem de materiais originados da consorciação entre capim-braquiária e culturas de milho e soja.** Orientador: José Carlos Pereira. Co-orientadores: Ricardo Augusto Mendonça Vieira e Fernando de Paula Leonel.

O estudo foi conduzido com o objetivo de determinar os parâmetros cinéticos de degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) e de passagem de materiais oriundos da consorciação entre capim-braquiária e culturas com o milho e soja. Foram utilizados três experimentos, sendo: Experimento 1 – Consórcio capim-braquiária e milho em diferentes idades das plantas. Experimento 2 - Consórcio capim-braquiária e milho estabelecido em diferentes arranjos de semeadura. Experimento 3 - Consórcio capim-braquiária e soja. Após a ensilagem do material oriundo desses consórcios avaliaram-se a cinética de trânsito de partículas e cinética de degradação ruminal. Para a cinética de trânsito de partículas foram utilizados três indicadores o cromo para o capim-braquiária, o itérbio para a silagem de soja e capim-braquiária e o lantânio para a silagem de milho e capim-braquiária. As taxas de passagem foram determinadas por meio da recuperação dos indicadores nas fezes do animal. No ensaio de degradação foram incubadas as amostras em bolsas de náilon nos tempos 0, 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Dados de cinética de degradabilidade ruminal e trânsito de partículas de silagens confeccionadas a partir dos materiais oriundos da consorciação entre capim-braquiária e as culturas do milho e soja são escassos, o que dificulta comparações. Todavia, a cinética de trânsito de partículas da silagem de milho e capim-braquiária (SMB) e o capim-braquiária (CB) apresentaram valores próximos aos encontrados na literatura, para a silagem de soja e capim-braquiária (SSB) foi abaixo aos dados da literatura, sendo estes comparados com silagem de milho e capim-braquiária em cultivo exclusivo. Os materiais oriundos das consorciações causaram repleção ruminal. As taxas de degradação foram inferiores quando correlacionado com dados da literatura. Os valores obtidos para os parâmetros da cinética de degradação e passagem dos materiais obtidos das diversas formas de consorciação do capim-braquiária e as culturas de milho e soja não

comprometem a recomendação do uso da forragem com o objetivo de aumentar a rentabilidade do sistema

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Tadeu Silva de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2010. **Estimates of kinetic degradability parameters and passage of materials originated from intercropping between brachiaria grass and plantations of corn and soybeans.** Advisor: José Carlos Pereira. Co-advisors: Ricardo Augusto Mendonça Vieira and Fernando de Paula Leonel.

The study was conducted to determine the kinetic parameters of in situ dry matter (DM) and fiber in neutral detergent (FND) and the movement of materials from the intercropping of brachiaria grass and crops with corn and soybeans. Three experiments were used, as follows: Experiment 1 - Brachiaria grass and corn consortium at different plant ages. Experiment 2 - Brachiaria grass and corn consortium set in sowing arrangements. Experiment 3 - Brachiaria grass and soybeans consortium. After the silage of the material from these consortia, the kinetics of particles transit and ruminal degradation were evaluated. For the kinetics of particles transit, three indicators were used: the chromium for the brachiaria grass, the ytterbium for soybean and brachiaria grass silage and lanthanum for corn and brachiaria grass silage. The passage rates were determined by the recovery of the indicators in the faeces of the animal. In the degradation test the samples were incubated in the nylon bags at the times of 0, 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72, 96, 120 and 144 hours. Kinetics data of rumen degradability and particles passage of silages made from material derived from the intercropping of brachiaria grass and crops of corn and soybeans are scarce, which makes comparisons difficult. However, the kinetics of particles passage from corn and brachiaria grass silage (CBS) and Brachiaria grass (BG) had values close to those found in the literature, for soybean and Brachiaria grass silage (SBS) was lower than the data from literature, which were compared with corn and brachiaria grass silage in exclusive culture. The materials that come from the intercropping caused ruminal repletion. The degradation rates were lower when correlated with data from literature. The values obtained for the parameters of degradation kinetics and passage of materials obtained from the various forms of intercropping of brachiaria grass and crops of corn and soybeans do not compromise the recommendation of the use of forage in order to increase the profitability of the system.

## 1. INTRODUÇÃO

Os conhecimentos da composição química e da digestibilidade dos alimentos são fundamentais para a formulação de dietas balanceadas que possibilitem aos animais expressarem o máximo do seu potencial produtivo.

A capacidade dos alimentos em fornecer nutrientes aos animais é uma característica intrínseca do próprio alimento, e depende da extensão de degradação e da taxa de passagem ao longo do trato gastrintestinal, os quais determinam, por um lado, a qualidade do substrato que pode ser absorvido como consequência da digestão, e, por outro lado, condicionam a quantidade de alimento que pode ser consumida pelo animal.

Os parâmetros de degradabilidade ruminal de um alimento, podem ser modificados por diversos fatores físicos e químicos, relacionados ao próprio alimento, e que condicionam sua sensibilidade à degradação no rúmen.

A fermentação no rúmen modifica o aspecto físico-químico do alimento, tornando complexo o estudo dos mecanismos de digestão dos componentes bromatológicos dos alimentos (nutrientes), fazendo com que os avanços nutricionais se apresentem de forma mais lenta.

No Brasil o pasto é à base da alimentação dos animais ruminantes, e em geral é caracterizado pelo alto teor de fibra, sendo esta de grande importância, pois, os seus componentes estão relacionados com a digestibilidade, fermentação ruminal e o valor energético do alimento, fatores estes, diretamente relacionados com a produtividade animal. A fração fibra em detergente neutro (FDN) é o principal substrato energético para os animais que consomem dietas a base de volumoso, sendo que essa é subdividida numa fração indigestível e outra que é potencialmente digestível.

Na prática de manejo das áreas, comumente denominada integração lavoura-pecuária, o sombreamento causado por uma determinada cultura milho por exemplo, sobre o capim pode alterar o perfil da fibra, afetando principalmente a parede celular com a redução dos fotossimilados utilizados para o desenvolvimento da parede celular secundária, devido à redução na recepção de luz.

Por outro lado, a capacidade de digestão está relacionada com a taxa de passagem, degradação e absorção dos produtos oriundos dessa dinâmica. Logo os alimentos que chegam ao rúmen passam por dois mecanismos que determinam o seu aproveitamento no trato gastrintestinal a degradação e a passagem para órgãos inferiores. Portanto, digestão e passagem atuam de forma simultânea para a remoção da digesta presente no rúmen, devendo-se, então, estudar os efeitos combinados destes fatores com o objetivo de maximizar o consumo de nutrientes digestíveis.

Na literatura há trabalhos que apresentam resultados nos quais o sistema de integração lavoura-pecuária promove melhoria do valor nutricional da forrageira e da digestibilidade SAMARAKOON et al. (1990); KEPHART & BUXTON (1993) e PACIULLO et al. (2007) verificaram aumento no teor de fibra, bem como na digestibilidade de plantas sombreadas. No entanto outros trabalhos mostram que neste sistema há um aumento no teor de lignina e sílica em plantas sombreadas (CASTRO, 1996) e outros indicam que a digestibilidade da matéria seca da forragem diminui em função da redução da intensidade luminosa (MASUDA, 1977; CASTRO, 1996).

Desta forma, verifica-se que existem contradições neste tema, o que leva à necessidade de realizar outros estudos. Diante do exposto, objetivou-se determinar os parâmetros cinéticos de degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) e de passagem de materiais oriundos da consorciação entre capim-braquiária e culturas com o milho e soja.

## 2. Revisão de Literatura

### 2.1 Benefícios da integração lavoura e pecuária

A integração lavoura e pecuária, de acordo com ALVARENGA (2005) pode ser definida como a diversificação, rotação, consorciação e/ou sucessão das atividades de agricultura e pecuária dentro da propriedade rural, de forma harmônica, de tal maneira que há benefícios para ambas. Dentre estas alternativas, a rotação de culturas anuais com pastagens é um sistema mais intensivo de exploração, em que as áreas de culturas anuais e de pastagens perenes se alternam a cada dois ou três anos visando obter os benefícios proporcionados tanto pelas lavouras quanto pelas pastagens. A integração lavoura pecuária otimiza a ocupação da terra, pois intensifica seu uso com produção agrícola na entressafra, conseqüentemente, reduz a pressão para abertura de novas áreas para a agropecuária em regiões temperadas e/ou subtropicais do planeta. ZAMBOLIM et al. (2004) afirma que o sistema integração lavoura-pecuária nada mais é do que a aplicação de uma tática eficiente de manejo integrado de culturas com pastagens, o que possibilita a redução de pragas, doenças e até de plantas daninhas, de maneira que haja preservação do agroecossistema e bem estar da sociedade.

Dentro desse conceito, as áreas de lavouras dão suporte à pecuária por meio da produção de alimento para o animal, seja na forma de grãos, silagem e feno, seja na de pastejo direto, aumentando a capacidade de suporte da propriedade, permitindo a venda de animais na entressafra e proporcionando melhor distribuição de receita durante o ano (MELLO et al., 2004).

A redução dos custos de produção é um dos objetivos para aumentar a rentabilidade dos sistemas de produção de carne e leite, a integração lavoura e pecuária tem se apresentado como uma das melhores alternativas para reduzir os custos com adubação em pastagem (VILELA et al., 2006), sendo que o estabelecimento e reforma de pastagens são uns dos principais motivos pelo qual a agricultura é associada à pecuária.

KLUTHCOUSKI et al (2000), destacam que os benefícios da integração lavoura pecuária abrange os pilares da sustentabilidade:

- Agronômicos: recuperação e manutenção das características produtivas do solo;
- Econômicos: diversificação de oferta, obtenção de maiores rendimentos a menor custo;
- Ecológicos: redução da erosão e da biota nociva às espécies cultivadas, com conseqüente redução da necessidade de defensivos agrícolas;
- Sociais: geração de empregos diretos e indiretos, fixação do homem ao campo e maior geração de tributos.

Evidenciam-se, assim, várias vantagens de natureza agrônômica, sociais, ecológica e econômica, promovidas pela utilização desse sistema. No entanto a obtenção de um sistema de integração sustentável depende do nível de conhecimento das interações entre cada componente, principalmente no que diz respeito aos diferentes níveis de requerimento e utilização dos fatores naturais de produção, destacando-se, luz, água e nutrientes (PEREIRA & REZENDE, 1997).

## **2.2 Interações entre gramíneas e leguminosas**

Vários trabalhos mostram a viabilidade para consórcios entre forrageiras tropicais e culturas anuais. Isso graças ao diferencial no tempo e espaço de acúmulo de biomassa ao longo do ciclo das espécies. Enquanto as gramíneas forrageiras tropicais, especialmente as braquiárias, são conhecidas pelo seu lento acúmulo de matéria seca da parte aérea até aproximadamente 50 dias da emergência, a maioria das culturas anuais sofre interferência por competição neste período. Além disso, práticas culturais, como o arranjo espacial das plantas (OLIVEIRA et al., 1996) ou o uso de reguladores de crescimento (KLUTHCOUSKI et al., 2000), ajudam a reduzir ainda mais o acúmulo de biomassa das forrageiras, durante o período da competição interespecífica.

O consórcio entre culturas graníferas, especialmente o milho, sorgo, milheto, arroz e soja, e forrageiras tropicais do gênero *Brachiaria*, tanto no sistema plantio direto como no convencional tem sido bastante estudada, sendo que para as culturas do milho, sorgo e milheto, o sistema já vem sendo utilizado com sucesso (KLUTHCOUSKI & YOKOYAMA, 2003).

Para a viabilização do consórcio entre a cultura da soja e a *Urochloa brizantha*, é necessário o manejo adequado da forrageira minimizando a competição com a cultura, permitindo boa produtividade da soja e de biomassa da *Urochloa brizantha*. Devido ao menor poder competitivo da soja com relação ao capim-braquiária, ela poderá ser utilizada no consórcio, desde que se proceda a redução do crescimento da forrageira por meio da aplicação de herbicidas em subdosagens ou que se faça à semeadura do capim-braquiária após a emergência da cultura da soja (KLUTHCOUSKI & YOKOYAMA, 2003).

A interação entre leguminosas e gramíneas é aconselhável em função da adição de nitrogênio ao solo (ZIMMER & EUCLIDES FILHO, 1997). Estudando o assunto, COSTA et al. (1998) verificaram que a introdução de leguminosas, independentemente da adubação fosfatada, mostrou-se tecnicamente viável para a recuperação de pastagens de *B. brizantha* cv. Marandu. VARGAS et al. (1995) sugerem que a associação da *B. brizantha* com as leguminosas *Centrosema hybrid*, *Galactia striata* e *Desmodium ovalifolium* fornece mais de 30% do nitrogênio acumulado pela gramínea.

Trabalho feito por OLIVEIRA JÚNIOR (2006) que estudou a produtividade de cultivares de soja em consórcio com capim-braquiária, subdoses de herbicida e uso de potássio em cobertura, concluiu que a soja apresentou alta capacidade competitiva com o capim-braquiária. Para esse autor o consórcio é uma opção interessante na renovação de pastagens e a produtividade da massa seca do capim-braquiária não foi afetada pelos níveis de herbicida nem pelas doses de potássio.

A luz solar é a fonte primária de toda a energia que mantém a biosfera do planeta. Assim o sombreamento causado pela cultura anual pode interferir diretamente nas características quantitativas e qualitativas da forragem.

O sombreamento em forrageiras geralmente tem efeito mais intenso sobre a produção de matéria seca do que sobre a qualidade do material produzido. KEPHART et al. (1992) trabalharam com cinco diferentes gramíneas perenes e notaram que a “imposição” de 63% de sombreamento sobre as mesmas resultou em uma redução de 3% na concentração de fibra (FDN), 4% na concentração de lignina e 5% de aumento de digestibilidade da MS. Nesse mesmo trabalho, os autores destacaram que a concentração de nitrogênio (N) é mais responsiva ao sombreamento, onde foi verificado um incremento médio

de 26% quando as gramíneas foram submetidas a um sombreamento artificial de 63%. Todavia, CARVALHO (2001) ressalta que resultados ainda são contraditórios, embora alguns indiquem tendência de redução dos teores de fibra em detergente neutro e aumento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca, em condições de sombreamento.

### **2.3 Importância da fibra para os ruminantes**

Até os anos 80 as análises de fibra foram usadas quantitativamente, apenas com o objetivo de estimar valores energéticos dos alimentos. No entanto, a fibra é um componente crítico na dieta, que limita a produtividade quando fornecida em excesso (MINSON, 1990). A fibra afeta três características dos alimentos, importantes na nutrição animal: está relacionada com a digestibilidade e com valores energéticos; com a fermentação ruminal e está diretamente envolvida no controle da ingestão de alimento (MERTENS, 1992).

O consumo potencial de plantas forrageiras por ruminantes é limitado pela baixa suscetibilidade da fibra à hidrólise enzimática. A fração fibrosa normalmente compreende a maior parte da matéria seca da forragem e inclui hemicelulose, celulose e lignina (CHERNEY et al., 1986).

O resíduo da fibra após o tratamento da amostra com detergente neutro é o principal substrato energético para os animais, o qual apresenta uma porção indigestível e outra que é potencialmente digestível. A fração indigestível da FDN é a que mais afeta a utilização da fibra, podendo se estender à metade da FDN total do rúmen. A diminuição da digestibilidade da fibra pode reduzir o consumo de fibra quando o enchimento ruminal é o fator limitante.

A taxa na qual a FDN potencialmente digestível (FDN<sub>pd</sub>) é fermentada é um fator importante que afeta a utilização da fibra. Para aumentar o consumo pode-se manipular as dietas por meio de dois mecanismos: aumento da taxa de degradação da FDN<sub>pd</sub> e da taxa de passagem do resíduo indigestível.

Essas interações determinam a magnitude da digestão dentro de um compartimento e a quantidade de material potencialmente digerível presente

nas fezes. Sendo que alterações no ambiente ruminal implicam variações na taxa de degradação pelos microrganismos (ØRSKOV, 2000).

## 2.4 Cinética de degradação ruminal

A aplicação da técnica *in situ* para a estimativa da degradabilidade ruminal não é recente, sendo descrita pela primeira vez no final da década de 30, e novamente por MCANALLY (1942) citado por ØRSKOV (2000).

A cinética de degradação da forragem tem sido estimada utilizando-se a técnica *in situ* com sacos de dracon (náilon) incubados em bovinos fistulados no rúmen (ØRSKOV et al., 1980), que permite avaliar vários alimentos ao mesmo tempo, além do baixo custo e rapidez, quando comparada ao método *in vivo*. No entanto, em função do contato dos microrganismos do rúmen com o alimento, pode ocorrer contaminação por proteína de origem microbiana dentro dos sacos de nylon utilizados, podendo resultar em subestimação da degradabilidade ruminal da proteína bruta dos alimentos. Alimentos volumosos e com baixos teores de proteína bruta são mais susceptíveis a serem subestimados, uma vez que a proporção de proteína de origem microbiana será maior quanto menor for o teor de proteína bruta do alimento (NOCEK, 1988).

Salienta-se que a sincronização entre a degradabilidade ruminal de carboidratos e de proteínas é necessária para determinar as taxas de degradação da matéria seca e das diferentes frações que compõem os carboidratos e as proteínas (RUSSEL, et al., 1992).

As informações referentes ao perfil de degradação ruminal dos alimentos que compõem as rações dos ruminantes são de elevada importância para que as respostas econômicas resultantes de modificações biológicas sejam elucidadas (SNIFFEN, et al. 1992).

As curvas de desaparecimento de cada fração dos alimentos retratam a cinética de degradação ruminal. Dessa maneira, a descrição da taxa e da extensão da digestão é importante para explicar as relações existentes entre a ingestão, a digestão e o desempenho de ruminantes (MERTENS, 1977).

Os horários de incubação em termos de intervalos e frequência, requeridos para o estudo de degradação dependerá do tipo de alimento e da

fração a ser avaliada. LUSK et al. em 1962 citados por HUHTANEN & KUKKONEN (1995), avaliaram a degradabilidade de forragens e discutiram que quando o objetivo for analisar a degradação da proteína e frações rapidamente fermentáveis (amido), os tempos de incubação podem ser de 0, 2, 4, 8, 16, 24 e 48 horas. No caso da degradação de forragens os tempos seriam de 0, 4, 8, 16, 24, 48, 72 e 96 horas. No entanto, essa variável pode ser alterada conforme o objetivo do estudo.

WALDO et al. (1972) relacionaram as taxas de degradação e de passagem da fração potencialmente degradável e da indegradável com o efeito de repleção ruminal (RR), sendo este fator determinante do consumo.

A repleção ruminal expressa o tempo que o alimento permanece no rúmen, sofrendo os efeitos físicos de passagem, decorrentes da mastigação durante a ruminação e da digestão pelos microrganismos do rúmen. Em vista disto considera-se como uma importante medida mecanicista utilizada para avaliar o efeito da fibra e suas frações sobre a retenção da digesta no rúmen (VAN SOEST, 1994).

## **2. 5 Cinética de Trânsito**

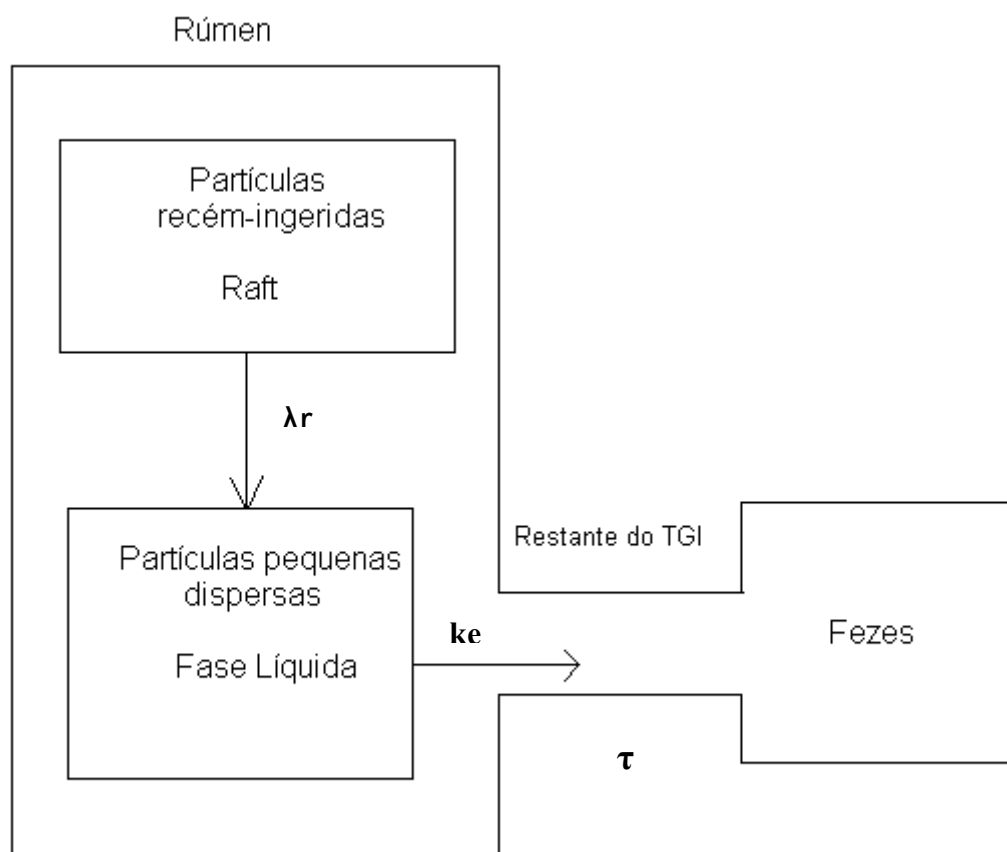
A taxa de passagem ou de trânsito refere-se ao fluxo de resíduos não digeridos e indigestíveis através do trato digestivo, evento este que atua de forma simultânea e competitiva com a digestão. O fluxo ruminal inclui além da fibra indigestível, bactérias e outras frações não degradadas do alimento, sendo que a composição e o volume da dieta são variáveis externas que influenciam a digestão, a taxa de digestão e a reciclagem do conteúdo ruminal.

MERTENS & ELY (1982) descreveram que a taxa de passagem dos alimentos ao longo do trato digestivo é influenciada pelos níveis de consumo e da forma física da dieta. Os principais fatores determinantes da taxa de passagem são o tamanho e a gravidade específica das partículas (HRISTOV et al., 2003; OSHITA et al., 2004; ELLIS et al., 2005), pois definem o tempo no qual as partículas do alimento permanecem no rúmen-retículo (RR) bem como distribuição pelas diferentes regiões destes compartimentos.

Se a taxa de passagem é um fator limitante no desaparecimento de material no rúmen, o entrelaçamento de partículas que constituem a malha

filtrante do rúmen ou *raft* pode também assumir papel importante nesse processo (ULYATT et al., 1986). Segundo SUTHERLAND (1988) citado por THIAGO & GILL (1990) essa malha filtrante funcionaria como uma espécie de peneira, que selecionaria partículas em movimento no rúmen, e sua formação depende da relação tamanho:densidade das partículas que constituem a digesta e, conseqüentemente, do tempo após a alimentação e do tipo de forragem ingerida. Além disso, a presença do *raft* é também uma necessidade para manutenção das funções normais do rúmen, por meio da estimulação tátil de seu epitélio.

A natureza funcional dos compartimentos do rúmen e a representação esquemática do escape de partículas no TGI por ser visualizada na Figura - 1.



$\lambda_r$  = taxa de transferência das partículas marcadas pelo indicador do *raft* para o “pool” de partículas escapáveis;

$k_e$  = taxa de escape do “pool” de partículas escapáveis marcadas com indicador do rúmen para o restante do trato gastrintestinal;

$\tau$  = tempo de trânsito do indicador entre sua saída do orifício retículo-omasal e o aparecimento nas fezes.

FIGURA 1 – Cinética de passagem de partículas no trato gastrintestinal (TGI).

A oferta de alimentos que proporciona maior taxa de passagem, influenciará diretamente a degradação desses alimentos pelo menor tempo de exposição aos microrganismos que, a partir destes, produzem nutrientes que serão utilizados pelos animais. Por outro lado, maior tempo de retenção dos alimentos no rúmen implicará em maiores degradabilidade e fermentação por estarem mais tempo expostas a microbiota ruminal pelo fato de os alimentos permanecerem mais tempo expostos à microbiota ruminal (AFRC, 1993).

A quantificação da massa ou conteúdo ruminal é extremamente importante para os estudos relacionados à digestão e cinética. Diversos métodos podem ser utilizados para quantificar o conteúdo ruminal: determinação direta (abatendo o animal ou esvaziando o órgão) ou indireta, em que são utilizadas substâncias de referência, denominadas marcadores.

Há várias categorias de marcadores de partículas, tais como as partículas inertes, que são os pedaços de plástico ou borracha, corantes, metais pesados como o Cromo e as terras raras (Lantânio e Ytérbio) que são ligados à fibra da planta. A escolha por um ou outro deve estar de acordo com as limitações de cada marcador, a fim de se ajustar às necessidades do experimento.

As terras raras e os compostos de metais pesados, usados como marcadores, formam ligações covalentes induzidas entre a matriz orgânica e o elemento. O cromo (dicromato de sódio) forma uma ligação covalente via grupo hidroxila, e as terras raras se ligam com a matriz orgânica pela troca de cátions. Porém, estes elementos quando ligados à parede reduzem a digestibilidade e formam ligações resistentes à ação enzimática. O princípio que rege a utilização dos indicadores baseia-se no fato de que à medida que o alimento transita pelo trato gastrintestinal, a concentração do indicador aumenta progressivamente pela remoção de constituintes do alimento por digestão e absorção (OWENS & HANSON, 1992).

As soluções de terras raras, assim como as de cromo complexado, reagem com substâncias, que possuem grupos carboxílicos livres, oxalatos, fosfatos, parede celular microbiana e saliva, portanto não devem ser administradas diretamente no rúmen, mas previamente complexadas às partículas do alimento (VAN SOEST et al., 1991).

Há, na literatura, várias técnicas disponíveis para estimar a taxa de passagem ( $k$ ) ou o tempo médio de retenção ( $1/k$ ) das partículas pelo trato gastrointestinal (TGI) dos ruminantes. Nos últimos anos, a estimativa da taxa de passagem tem sido realizada por meio da infusão de dose única do indicador diretamente no rúmen de animais canulados com posterior amostragem das fezes, em intervalos de tempo conhecidos, nas quais são analisadas as concentrações do elemento químico utilizado. A curva de excreção do indicador é, então, ajustada a um modelo matemático para determinar os coeficientes relacionados à passagem das partículas (OLIVEIRA, 1999).

Portanto, a dinâmica ruminal ocorre constantemente, de forma simultânea e competitiva para a remoção da digesta presente no rúmen em consequência da disponibilidade de nutrientes para o animal independente da qualidade e quantidade de alimento presente no compartimento. Assim, a interação desses fatores é fundamental para estabelecer modelos representativos dos eventos biológicos que ocorrem no rúmen-retículo.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agricultural and Food Research Council. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. CAB International, Walingford, p.159, 1993.

ALVARENGA, R.C. **Integração lavoura e pecuária/ Ramon Costa Alvarenga e Marco Aurelio Noce**. – Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 16 p.; 21 cm. - (Documentos / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1518-4277 ; 47).

CARVALHO, M.M. Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da atividade leiteira. In: SIMPÓSIO SOBRE SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO, 2001, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001. p.85-108.

CASTRO, C.R.T. **Tolerância de gramíneas forrageiras tropicais ao sombreamento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 247p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.

CHERNEY, J.H.; MOORE, K.J.; VOLENEC, J.J. et al. Rate and extent of digestion of cell wall components of brown-midrib sorghum species. **Crop Science**, v.26, n.5, p.1055-1059, 1986.

COSTA, N.L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G.A. Métodos de introdução de Pueraria phaseoloides em pastagens degradadas de Brachiaria brizantha cv. Marandu. In: **Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia**, 35., 1998, Botucatu. Anais... Botucatu: SBZ, 1998. p.342-344.

ELLIS, W. C.; MAHLOOJI, M.; LASCANO, C. E. et al., Effects of size in ingestively masticated fragments of plant tissue on kinetics of digestion of NDF, **Journal of Animal Science**, v.83, p.1602-1615, 2005.

ELLIS, W. C.; MAHLOOJI, M.; LASCANO, C. E. et al. Effects of size in ingestively grasses in reduced irradiance. **Crop Science**, v. 32, p.1033-1038, 1992.

HRISTOV, A. N.; AHVENJRVI, S.; McALLISTER, T. A. et al., Composition and digestive tract retention time of ruminal particle with functional specific gravity greater or less than 1,02, **Journal of Animal Science**, v.81, p.2639-2648, 2003.

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.

KEPHART, K.D., BUXTON, D.R. TAYLOR S.E. Growth of C3 and C4 perennial grasses to shade. **Crop Science**, v. 33, p.831-837, 1993.

KLUTHCOUSKI, J., COBUCCI, T., AIDAR, H., YOKOYAMA, L. P., OLIVEIRA, I. P., COSTA, J. L. S., SILVA, J. G., VILELA, L., BARCELLOS, A. O., MAGNABOSCO, C. U. **Sistema Santa Fé – Tecnologia Embrapa: Integração Lavoura-Pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de Integração Lavoura-Pecuária, nos, sistemas direto e convencional.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa arroz e feijão, 2000.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão-CNPAP, 2003. p. 129-147.

MASUDA, Y. Comparisons of in vitro dry matter digestibility of forage oats grown under different temperatures and light intensities. **Journal of the Faculty of Agriculture**, v.21, p. 17-24, 1977.

MELLO, L.M.M.; YANO, E.H.; NARIMATSU, K.C.P.; TAKAHASHI, C.M.; BORGHI, E. **Integração agriculturapecuária em plantio direto: produção de Forragem e resíduo de palha após pastejo.** Engenharia Agrícola , Jaboticabal, 2004.

MERTENS, D.R. Dietary fiber components: relationship to the rate and extent of ruminal digestion. **Fed. Proc.** 36, 187–192, 1977.

MERTENS, D. R.; ELY, L. O. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization – a dynamic model evaluation. **Journal of Animal Science**, v. 54, p. 895-905, 1982.

MERTENS, D.R. Análise e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: Simpósio Internacional de Ruminantes. **Anais...** SBZ-ESAL, 188, MG, 1992.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition.** San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. A review. **Journal of Dairy Science** v.71, n.8, p.2051-2069, 1988.

OLIVEIRA JÚNIOR, P. R. **Produtividade de cultivares de soja em consórcio com braquiária, subdoses de herbicida e uso de potássio em cobertura.** 2006. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade de Marília, Marília, SP, 2006.

OLIVEIRA, R. L.; PEREIRA, J.C.; SILVA, P.R.C.; VIEIRA, R.A.M. Degradabilidade ruminal da cama de frango de do feno de capim *coast-cross* e avaliação de modelos matemáticos para estimar a taxa de passagem de partículas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. V.28, n.4, p.839-849, 1999.

OLIVEIRA, I.P., KLUTHCOUSKI, J., YOKOYAMA, L.P. et al. **Sistema Barreirão: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais.** Goiânia: EMBRAPA-CNAPF-APA, 1996. 90p.

ØRSKOV, E.R. The *in situ* technique for the estimation of forage degradability in ruminants. In: GIVENS, D.I.; OWEN, E.; AXFORD, R.F.E. et al. (Eds.) **Forage evaluation in ruminant nutrition.** London: CAB International, 2000. p.175-188.

ORSKOV, E.R.; HOVELL, F.D.B.; MOULD, F. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. **Tropical Animal Production**, v.5, n.1, p.195-213, 1980.

OSHITA, T.; NONAKA, K.; KUME, S. et al. Effects of forage type on particle size distribution of ruminal digesta and faeces of non-lactating cows fed high quality forage. **Livestock Production Science**, v.91, p.107-115, 2004.

OWENS, F.N., HANSON, C.F., 1992. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **Journal of Dairy Science**, 75, 2605–2617.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M. et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.4, p. 573-579, 2007.

PEREIRA, J.M., REZENDE, C.P. Sistemas silvipastoris: fundamentos agroecológicos e estado da arte no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. 352p. p. 199-220.

PIRES, A. J. V., REIS, R. A., CARVALHO, G. G. P., et al. Degradabilidade ruminal da matéria seca, da fração fibrosa e da proteína bruta de forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, vol.41, n.4, Brasília, 2006.

RUSSEL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et.al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.

SAMARAKOON, S.P.; WILSON, J.R.; SHELTON, H.M. Growth, morphology and nutritive quality of shaded *Stenotaphrum secundatum*, *Axonopus compressus*, and *Pennisetum clandestinum*. **Journal of Agricultural Science**. V.114, p.161-169, 1990.

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

THIAGO, L.R.L.S.; GILL, M. **Consumo voluntário: fatores relacionados com a degradação e passagem de forragem pelo rúmen**. Campo Grande. EMBRAPA-CNPGC, 1990. 65p. (EMBRAPA-CNPGC. Documento, 43).

ULYATT, M.J.; DELLOW, A.J.; JOHN, A. et al. Contribution of chewing during eating and ruminantion to the clearance of digesta from the ruminoreticulum. In: MILLIGAN, L.P.; GROVUM, W.L.; DOBSON, A. **Control of digeston and metabolism in ruminants**. Reston, Reston Publishing, 1986, p. 498-515.

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

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, 74(10):3583-3597, 1991.

VARGAS, M.S.V.; SOUTO, C.M.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Quantification of the contribution of N<sub>2</sub> fixation to tropical forage legumes and transfer to associated grass. **Soil Biological Biochemistry**, v.27, n.9, p.1193-1200, 1995.

VILELA, L.; BARCELOS, A.O.; MARTHA JUNIOR, G.B. Plantio direto de pastagens. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM:As pastagens e o meio ambiente, 2006, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 2006. p. 165-184.

WALDO, D.R., SMITH, I.W., COX, L.L. Model of cellulose disappearance from the rumen. **Journal Dairy Science**, 55, 125–129, 1972.

ZAMBOLIM, L.; SILVA, A.A. da; AGNES, E.L. **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa: UFV, 2004. 512 p.

ZIMMER, A.H.; EUCLIDES FILHO, K. As pastagens e a pecuária de corte brasileira. In: Simpósio internacional sobre produção animal em pastejo, 1997, Viçosa. **Anais...**Viçosa: José Alberto Gomide, p.349-379, 1997.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no município de Viçosa – MG, localizada na região da Zona da Mata, cujas coordenadas geográficas são: latitude: 20° 45' 14" S; longitude: 42° 52' 53" W e altitude: 648,74 metros.

Foram determinados os parâmetros da cinética de degradação ruminal e de trânsito de partículas em amostras provenientes de trabalhos conduzidos por LEONEL (2007), na estação Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, no município de Coimbra – MG, relativos a consorciação entre o capim-braquiária e as culturas do milho e de soja.

### **4.1 Experimento 01: Cinética de degradação ruminal e de trânsito de partículas das silagens de milho em consórcio com capim-braquiária em diferentes idades da planta**

As culturas, milho e capim-braquiária, foram estabelecidas em plantio direto, em sucessão à pastagem degradada de capim-gordura (*Melinis minutiflora*). A calagem e adubação de plantio foram realizadas de acordo com a análise do solo, seguindo as recomendações básicas para a cultura do milho.

Para o plantio do milho (AG122) a semeadora foi regulada para obter a população de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>. No caso da forrageira, por meio de adaptação da semeadora, o plantio foi realizado nas entrelinhas do milho ou na linha, com densidade de 3 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis de *Urochloa brizantha* cv. MG5.

A proporção de massa das forragens do milho e o capim-braquiária foi de 92:8, ou seja, próximo de 9:1.

A ensilagem dos materiais oriundos do consórcio milho e capim-braquiária foram realizadas em diferentes idades das plantas: 100 dias pós-plantio (ponto de ensilagem do milho); 120 dias pós-plantio; 140 dias pós-plantio; 160 dias pós-plantio.

#### **4.2 Experimento 02: Cinética de degradação ruminal e de trânsito de partículas das silagens de milho em consórcio com capim-braquiária com diferentes arranjos de semeadura**

As culturas, milho e capim-braquiária, foram estabelecidas em plantio direto, em sucessão à pastagem degradada de capim-gordura (*Melinis minutiflora*). A calagem e adubação de plantio foram realizadas de acordo com a análise do solo, seguindo as recomendações básicas para a cultura do milho.

Para o plantio do milho (AG122) a semeadora foi regulada para obter a população de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>. No caso da forrageira, por meio de adaptação da semeadora, o plantio foi realizado nas entrelinhas do milho ou na linha, com densidade de 3 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis de *Urochloa brizantha* cv. MG5.

A proporção de massa das forragens do milho e o capim-braquiária no arranjo M + 2LinBraq foi de 92:8, ou seja, próximo de 9:1, para o milho e o capim-braquiária no arranjo M + BraqLanço foi de 98:2, para o milho em cultivo exclusivo a produção de massa foi 40,58 t/ha e o capim-braquiária em cultivo exclusivo foi 12,158 t/ha.

Foram estabelecidos os seguintes arranjos de semeadura entre as culturas: Capim-braquiária em cultivo exclusivo (BCE); Milho em cultivo exclusivo (MCE); Semeadura de duas fileiras do capim-braquiária nas entrelinhas do milho (M + 2linbraq) e semeadura do capim-braquiária à lanço nas entrelinhas do milho (M + Blanço).

#### **4.3 Experimento 03: Cinética de degradação ruminal e de trânsito de partículas das silagens de soja em consórcio com capim-braquiária**

As culturas, soja e capim-braquiária, foram estabelecidas em plantio direto, com a calagem e adubação de plantio foram realizadas de acordo com a análise do solo, seguindo as recomendações básicas para a cultura da soja.

A variedade de soja utilizada foi *Pioneer DM 339* e a adubação e os tratos culturais seguiram o manejo da cultura da soja em cultivo exclusivo, no caso da forrageira A forrageira foi estabelecida por meio de adaptação da

semeadora, com densidade de 3 kg ha<sup>-1</sup> de sementes puras viáveis de *Urochloa brizantha* cv. marandú.

Foram utilizadas duas áreas distintas da propriedade, mas com características edáficas semelhantes, sendo alocadas assim:

- Área I – cultivo exclusivo de capim-braquiária;
- Área II – cultivo de capim-braquiária em consórcio com a soja.

As avaliações foram realizadas em dois estágios diferentes de maturação da soja, no ponto R6 (pleno enchimento das vagens) e no ponto R7 (início da maturação dos grãos e 50% da folhagem amarelada) de acordo com classificação de FERH & CAVINESS (1977).

A proporção de massa das forragens do capim-braquiária e da soja foi de 50,23:49,77, próximo de 1:1. Sendo assim ensilado: capim-braquiária em cultivo exclusivo (no ponto R6); capim-braquiária em cultivo exclusivo (no ponto R7); silagem de soja e capim-braquiária no ponto de maturação R6; silagem de soja e capim-braquiária no ponto de maturação R7.

#### **4.4 Cinética de trânsito de partículas**

Para determinar os parâmetros relacionados à cinética de trânsito de partículas foram utilizados como marcadores o lantânio (La), para as amostras de silagem de capim-braquiária com milho conforme a metodologia de HARTNELL & SATTER (1979), e o itérbio (Yb) para as amostras de silagem de capim-braquiária com soja, conforme a técnica proposta por ELLIS & BEEVER (1984). Para as amostras de capim-braquiária em cultivo exclusivo utilizou-se o dicromato de sódio, formando o denominado Cr-FDN ou “Cromo-mordente”, conforme metodologia descrita por UDÉN et al. (1980). As amostras marcadas foram obtidas por meio de amostragem composta dos respectivos materiais.

As amostras foram colocadas em um recipiente para a fervura, por uma hora desse material em solução detergente neutro, na proporção de 100 g de amostra seca para 100 mL de detergente/litro de água. Após este procedimento, o material foi filtrado em saco de tecido de algodão e lavado com água corrente de torneira, até o clareamento da água para a remoção dos componentes solúveis, e seco a 60±5 °C, durante 72 horas. Para marcar a fibra

com o lantânio (La) foi utilizada a metodologia descrita por HARTNELL & SATTER (1979) com alguns ajustes, sendo a análise feita por via seca em banho de areia, onde foi utilizada uma massa de amostra de 5g para melhorar a detecção do indicador pelo aparelho de espectroscopia por emissão em plasma induzido. A digestão da cinza foi feita com ácido clorídrico 6N.

Para a fixação do ytérbio (Yb), inicialmente, foi fervida uma determinada quantidade de amostra da silagem, por uma hora, utilizando-se detergente neutro comum, com componente neutro, o ativo alquil benzeno sulfonato de sódio, na proporção de 100 g de silagem para 20 mL de detergente e 1,5 L de água para extração dos componentes solúveis. Em seguida, foi colocado o material resultante em saco de tecido de algodão e lavado em água corrente, para remoção dos materiais solúveis. Posteriormente imergiu-se a amostra de silagem por 24 horas em solução acidificada com ácido clorídrico contendo pH inicial de 2,0; na proporção de 100 g de matéria seca por litro de solução. Foi adicionada a solução salina de  $\text{YbCl}_3$  que ficou em repouso por 24 horas. Sendo que a concentração do indicador na solução foi de 20 mg/g de amostra seca a ser marcada. Em seguida, o material foi transferido para um saco de algodão para a lavagem em água corrente, e para eliminação do indicador debilmente fixado. A bolsa utilizada contendo a fibra marcada foi imersa, por uma hora, em solução de ácido cítrico, e ácido sulfúrico (pH = 2,5). Então foi lavada a bolsa com material em água corrente até o clareamento da água para retirar o excesso do indicador pelo ácido cítrico. Posteriormente, procedeu-se à secagem final da amostra de silagem marcada em bandeja de plástico, em estufa com circulação forçada de ar a  $60 \pm 5^\circ\text{C}$  por 48 horas.

Já para o cromo-mordente, inicialmente foi feita uma solução de dicromato de sódio ( $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ ), na proporção de 13% de cromo em relação ao peso da fibra a ser marcada. Em seguida, foi diluída a solução de dicromato de sódio em um recipiente de vidro, com posterior imersão da fibra neste recipiente. Este recipiente foi coberto com papel alumínio e mantido em estufa a  $105^\circ\text{C}$  por 24 horas. A partir deste procedimento o material foi acondicionado em saco de tecido de algodão e submetido à lavagem em água corrente, para remover o excesso de dicromato. Depois o material foi imerso em solução de ácido ascórbico comercial, na proporção da metade do peso da fibra, deixando em repouso por uma hora, até atingir a cor verde intensa. Logo

após, o material foi novamente acondicionado em saco de tecido de algodão e lavado repetidas vezes até o completo clareamento da água e então seco em estufa de ventilação forçada a  $60\pm 5^\circ$  C por 72 horas.

As amostras marcadas foram colocadas em um bovino via fistula ruminal. A dosagem dos indicadores foram realizadas nas fezes, a partir de amostras coletadas nos tempos zero (imediatamente após a administração do alimento marcado), 4, 8, 12, 16, 24, 30, 36, 48, 72, 96 e 120 horas.

O teor de Cr nas fezes foi dosado de acordo com a metodologia descrita por WILLIAMS et al. (1962). O preparo das amostras para determinação dos teores de Yb seguiram a metodologia descrita por MOORE et al. (1992). A análise do La e do Yb foi feita em espectrofotômetro de absorção atômica, chama de óxido nitroso/acetileno, com comprimento de onda  $\lambda = 398,8$  nm e abertura de fenda de 0,2 nm, conforme HUHTANEN & GIVENS (1995).

Os parâmetros da cinética de passagem de partículas foram estimados por meio de modelo bicompartimental: o primeiro compartimento denominado “raft” foi constituído por partículas recém-ingeridas e a parte ventral do rúmen, constituído de partículas pequenas dispersas na fase líquida, conforme o modelo de MATIS (1972):

$$C(t) = C_0 k_e \left\{ \delta^{N_r} e^{-k_e(t-\tau)} - e^{-\lambda_r(t-\tau)} \sum_{i=1}^{N_r} \delta^i \frac{[\lambda_r(t-\tau)]^{N_r-i}}{(N_r-i)!} \right\}$$

Sendo:

C (t) = concentração do indicador na matéria seca fecal em mg/kg;

C(0) = concentração inicial do indicador no “raft” (mg/kg);

$\lambda_r$  ( $h^{-1}$ ) = taxa de transferência das partículas marcadas pelo indicador do raft para o “pool” de partículas escapáveis;

$k_e$  ( $h^{-1}$ ) = taxa de escape do “pool” de partículas escapáveis marcadas com indicador do rúmen para o restante do trato gastrointestinal;

t (h) = tempo após o fornecimento do indicador;

$\tau$  = tempo de trânsito do indicador entre sua saída do orifício retículo-omasal e o aparecimento nas fezes;

Nr = ordem de dependência do tempo.

$$\delta = \frac{\lambda_r}{\lambda_r + k_e}$$

O  $k_p$  ( $h^{-1}$ ) correspondente à taxa de passagem da digesta no rúmen-retículo, foi calculada, segundo a expressão:  $1/TMR-RR$ , em que TMR-RR foi obtida através da expressão:

$$TMR-RR = N_r / \lambda_r + 1/k_e$$

A repleção ruminal (RR) da fibra foi determinada utilizando a equação por VIEIRA et al. (2008):

$$RR = A_{ndf} \left\{ V \sum_{i=1}^{N_r} [\lambda_r^{i-1} / (\lambda_r + kd)^i] + \lambda_r^{N_r} / [(\lambda_r + kd)^{N_r} (k_e + kd)] \right\} + U_{ndf} [N_r / \lambda_r + 1/k_e]$$

#### 4.5 Parâmetros da cinética de degradação ruminal

Para determinação dos parâmetros da cinética ruminal da MS e FDN das silagens dos materiais oriundos dos consórcios do capim-braquiária com o milho e com a soja, foi adotada a técnica *in situ*, conforme MEHREZ & ØRSKOV (1977) e NOCEK (1985), utilizando-se sacos náilon nas dimensões de 13x7 cm e com diâmetro de poros de 50  $\mu$ m, mantendo-se uma relação de 25 mg de MS/cm<sup>2</sup> de superfície dos sacos, conforme recomendações de KIRKPATRICK & KENNELLY (1987).

Os tempos de incubação foram de 0, 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. Após serem retirados, os sacos foram lavados, em água corrente, até o clareamento da mesma e, em seguida, foram secos a  $60 \pm 5^\circ$  C em estufa com ventilação forçada, por 48 horas e levados para o dessecador e posteriormente foram determinados os respectivos pesos. Os sacos correspondentes ao tempo zero não foram incubados no rúmen, porém foram lavados simultaneamente aos demais.

As bolsas foram atadas nos elos de uma corrente, de forma seqüencial (fileiras), sendo os mesmos imersos no conteúdo ruminal e a corrente ancorada

à cânula. As bolsas foram incubadas no rúmen em ordem cronológica reversa (infundidas todas as bolsas e retiradas nos determinados tempos), realizando-se a retirada das bolsas simultaneamente. Posteriormente, foram lavadas conjuntamente em recipiente contendo água corrente, até que a água não apresentasse sinais de resíduos de conteúdo ruminal. Em seguida, foram levadas para uma estufa de ventilação forçada a 65°C por 48 horas, e seu peso seco determinado em balança analítica, em aproximação de 0,1 mg.

Os resíduos foram moídos em moinho tipo Willey provido de peneira com malha de 1mm de diâmetro, para determinação da FDN.

A porcentagem de desaparecimento da MS e FDN em cada tempo de incubação foram calculadas pela proporção de alimento que ficou retida nos sacos após a incubação no rúmen. As estimativas dos parâmetros da cinética de degradação da MS e da FDN foram determinada a partir do modelo de MERTENS & LOFTEN (1980):

$$R(t) = [R(0) - U] e^{-kd(t-L)} + U + e; t > L$$

em que,

R = Resíduo pós-incubação;

U = fração indigestível;

t = tempo de incubação;

L = período de latência discreto;

kd = taxa de degradação da fração pontencialmente digestível da fibra no rumén;

R (0) = resíduo de incubação no tempo zero.

A degradabilidade efetiva (DE) da MS e FDN no rúmen foram calculadas utilizando o modelo proposto por VIEIRA et al. (2008):

$$DE = kd \left\{ v \sum_{i=1}^{Nr} [\lambda_r^{i-1} / (\lambda_r + kd)^i] + \lambda_r^{Nr} / [(\lambda_r + kd)^{Nr} (ke + kd)] \right\}$$

Onde:

Kd = taxa de degradação;

$\lambda_r$  ( $h^{-1}$ ) = taxa de transferência das partículas marcadas pelo indicador do *rafit* para o “pool” de partículas escapáveis;

Nr = ordem de dependência do tempo.

Foi utilizado o processo iterativo do algoritmo de Marquardt implementado no procedimento PROC NLIN do programa SAS (*Statistical Analysis System*, 1999), sendo que o experimento 1 foi analisado por meio da análise de regressão, sendo os experimentos 2 e 3 discutidos de forma comparativa.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 - Taxa de Passagem das partículas

Os valores para a taxa de passagem (k) e tempo médio de retenção (TMR), das silagens de milho com capim-braquiária, soja com capim-braquiária e do capim-braquiária, encontra-se listados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores médios dos parâmetros da cinética de trânsito de partículas da silagem de capim-braquiária e milho, capim-braquiária e da silagem de capim-braquiária e soja.

Item	SMB <sup>11</sup>	CB <sup>12</sup>	SSB <sup>13</sup>
TMR - TGI, h <sup>1</sup>	41,246	48,246	62,716
TMR - RR, h <sup>2</sup>	32,846	41,746	54,516
kp, h <sup>-1</sup> (3)	0,030	0,023	0,018
kd, h <sup>-1</sup> (4)	0,018	0,0353	0,021
ke, h <sup>-1</sup> (5)	0,051	0,0345	0,0272
TT, h <sup>6</sup>	8,4	6,5	8,2
$\lambda_r$ , h <sup>-1</sup> (7)	0,2293	0,2351	0,169
C (0), mg/kg <sup>8</sup>	0,3173	51,92	7229,9
Nr, h <sup>-1</sup> (9)	3	3	3
Kr, h <sup>-1</sup> (10)	0,076	0,0783	0,056

<sup>1</sup>tempo médio de retenção no trato gastrointestinal, <sup>2</sup> tempo médio de retenção no rúmen-retículo, <sup>3</sup> taxa de passagem, <sup>4</sup> taxa de degradação, <sup>5</sup> taxa de escape do “pool” de partículas escapáveis marcadas com indicador do rumem pelo orifício pelo retículo-omasal, <sup>6</sup> tempo de trânsito do indicador entre sua saída do orifício retículo-omasal e o aparecimento nas fezes, <sup>7</sup> taxa de transferência das partículas marcadas pelo indicador do *raft* para “pool” de partículas escapáveis, <sup>8</sup> concentração inicial do indicador no *raft* (mg/kg), <sup>9</sup> ordem de dependência do tempo, <sup>10</sup> taxa média de transferência das partículas marcadas pelo indicador do *raft* para “pool” de partículas escapáveis em função das silagens e do capim-braquiária, <sup>11</sup> silagem de milho com capim-braquiária, <sup>12</sup> capim-braquiária, <sup>13</sup> silagem de soja com capim-braquiária

As taxas de passagem da silagem de milho com capim-braquiária (SMB), capim-braquiária (CB) e da silagem de soja com capim-braquiária apresentaram valores diferentes 3%/h; 2,3%/h; 1,8%/h, respectivamente.

A taxa de passagem das partículas pelo rúmen é uma variável de grande importância, pois determina o fluxo da digesta pelo trato digestório. No caso de forrageiras tropicais, os valores são considerados baixos, principalmente, em razão do alto teor de fibra (SOARES, 2002).

O valor médio observado da taxa de passagem para as partículas da silagem de milho foi de 3%/h, próximo aos 3,2%/h encontrado por MARTINS et al. (2006).

Para a silagem de soja com capim-braquiária foi de 1,8%, valor que pode ser considerado baixo ao compará-lo com os 5,5%/h encontrado por RIGUEIRA (2007). Todavia, esse autor trabalhou com silagem de soja em cultivo exclusivo. Assim, pode-se inferir que essa baixa taxa de passagem, aqui encontrada, pode ser justificada em parte, pela mistura dos materiais ensilados (soja e capim-braquiária), o que de acordo com LEONEL et al. (2008), possui maior teor de fibra e menor teor de proteína em relação à silagem de soja em cultivo exclusivo.

O valor médio da taxa de passagem para as partículas de capim-braquiária foi de 2,3%/h, próximo do observado por LIRA (2000) que foi de 2,9%/h.

A baixa taxa de passagem pode reduzir a eficiência de fermentação ao aumentar os gastos com manutenção das bactérias e a reciclagem microbiana no rúmen, o que disponibiliza menor quantidade de nitrogênio e energia para o crescimento microbiano (WALDO, 1986).

O tempo de retenção no rúmen, calculado pela recíproca da taxa de passagem no órgão ( $K_p$ ), está correlacionado com o nível de alimentação do animal, pois maiores consumos resultam em maiores taxas de passagem e, conseqüentemente, maior aporte de nutrientes para o animal. Observa-se que a silagem de milho com capim-braquiária obteve um  $K_e$  (taxa de escape do "pool" de partículas marcadas com indicador do rúmen para o restante do trato gastrointestinal) maior que o capim-braquiária e a silagem de soja com capim-braquiária resultando, em uma taxa de passagem maior.

O tempo de trânsito (TT) e o tempo médio de retenção no rúmen-retículo (TMR-RR) para a SMB foram de 8,4 e 41,24 h; respectivamente, sendo estes valores próximos ao encontrado por MARTINS et al. (2006) (9,11 e 30,16 h).

HENRIQUES et al. (2001), ao avaliarem a taxa de passagem ruminal da silagem de milho em animais mestiços Holandês x Zebu alimentados somente com esse volumoso, obtiveram valores de TMR-RR de 36,6 horas.

O tempo médio de retenção é uma variável importante nos estudos de nutrição de ruminantes, principalmente quando se trata de forrageiras tropicais, pois determina a retenção da digesta pelo trato gastrintestinal e influencia o consumo voluntário, o que tem implicações diretas na produção animal, pois pode limitar a ingestão de nutrientes.

As cinéticas de trânsito e de passagem relacionam-se, principalmente, ao nível de consumo, à forma física da dieta, às diferenças na ruminação entre animais, ao tipo de marcador utilizado na determinação da curva de excreção fecal, à relação volumoso:concentrado e aos fatores climáticos (MERTENS & ELY, 1982).

Maiores quantidades de forragens na dieta elevam o tempo de retenção ruminal devido à taxa de degradação mais lenta da fibra, e a presença de maiores quantidades de fibra nos intestinos reduz o tempo de retenção pós-ruminal por estimular os movimentos peristálticos. SHAVER et al. (1988) e FERREIRA et al. (1999) observaram que elevações na quantidade de fibra nos intestinos aumentaram o peristaltismo pós-ruminal.

A técnica de análise do indicador por meio da excreção fecal (GROVUM & WILLIAMS, 1973), se baseia no fato de que o padrão de excreção do indicador juntamente com as fezes, após a infusão intra-ruminal, reflete o efeito cumulativo do tempo de permanência nas várias seções do trato digestivo.

As Figuras 1, 2 e 3, representam as concentrações dos indicadores (cromo, ytérbio e lantânio) na excreção fecal.

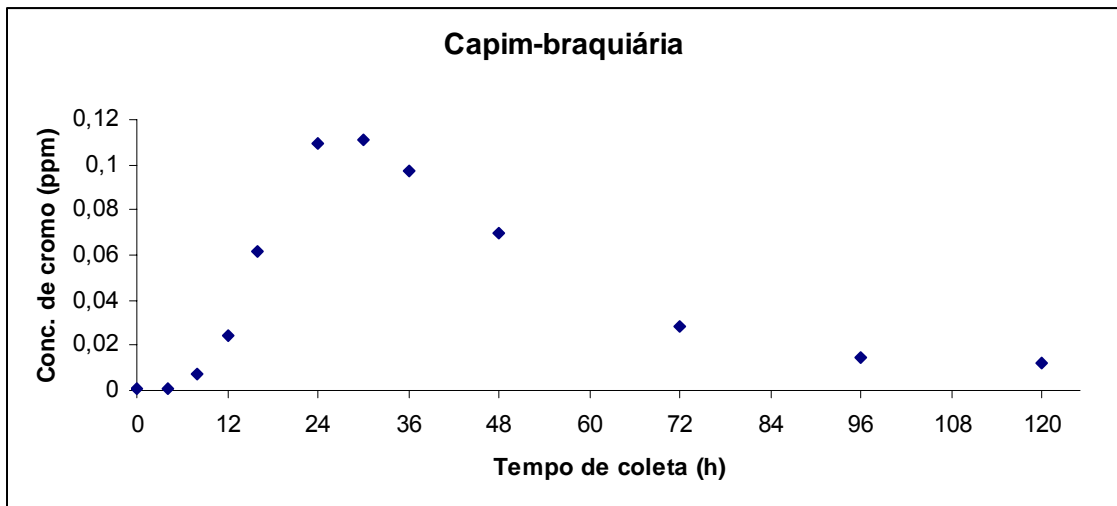


Figura 2 – Concentração média de cromo (ppm) nas fezes de novilhos, em função dos tempos de coleta (h).

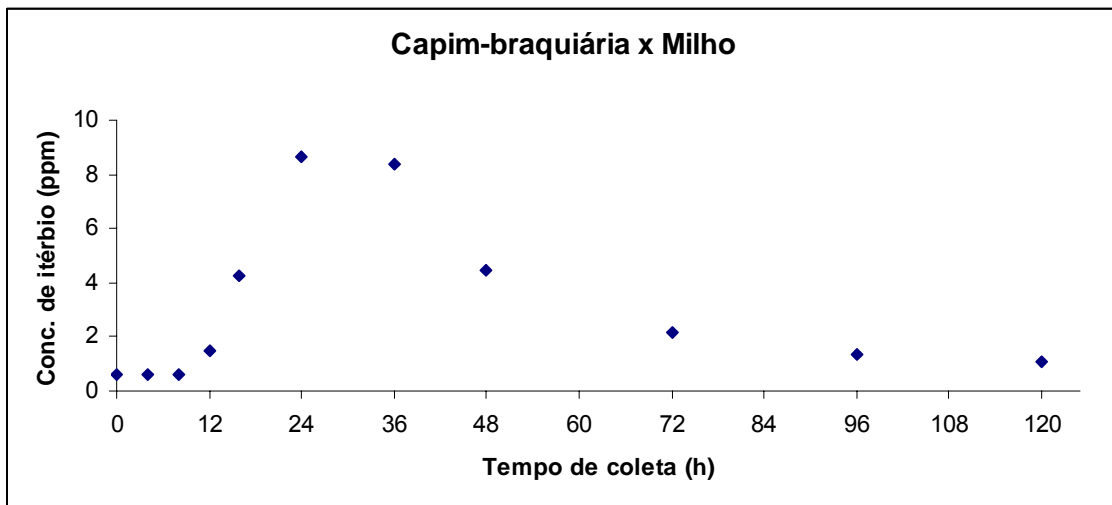


Figura 3 – Concentração média de itérbio (ppm) nas fezes de novilhos, em função dos tempos de coleta (h).

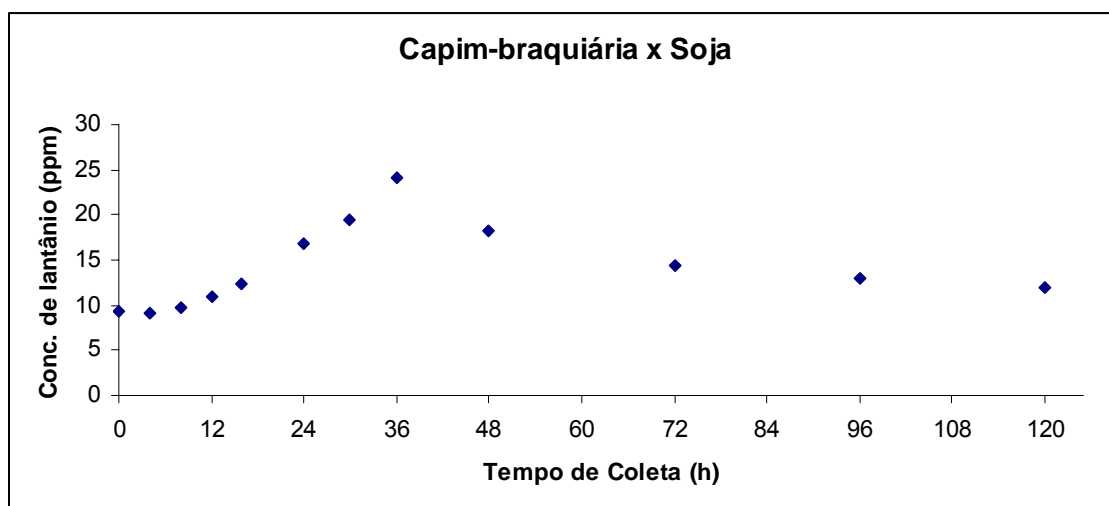


Figura 4 – Concentração média de lantânio (ppm) nas fezes de novilhos, em função dos tempos de coleta (h).

## 5.2 – Cinética de Degradação Ruminal

As equações contidas na Tabela 2 foram colocadas para demonstrar a tendência dos dados.

Tabela 2 – Equações de regressão ajustadas para o estudo do efeito da diferentes idades das plantas sobre as estimativas dos parâmetros de degradabilidade ruminal.

Variável	Equação	R <sup>2</sup>
A MS	$\hat{Y} = 119,4 - 1,5486.x - 0,0061.x^2$	0,8239
B MS	$\hat{Y} = 148,68 - 1,4771.x - 0,0056.x^2$	0,9986
U MS	$\hat{Y} = -168,07 + 3,0257.x - 0,0117.x^2$	0,9461
kd MS	$\hat{Y} = -0,1127 + 0,0022.x - 9E-06.x^2$	0,9257
DE MS	$\hat{Y} = -76,377 + 1,7336.x - 0,0074.x^2$	0,9138

A MS = Fração solúvel da MS; B MS = Fração potencialmente digestível da MS; U MS = fração indegradável da MS; kd MS = taxa fracional de degradação da MS; DE MS = degradação efetiva da MS, x = idade da planta 100, 120, 140 e 160 pós-plantio.

Os valores dos parâmetros e de degradabilidade efetiva da matéria seca (MS) das silagens de milho em consórcio com capim-braquiária em diferentes idades de ensilagem, estão expostos na Tabela 3.

Tabela 3 – Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva da matéria seca das silagens de milho em consórcio com capim-braquiária em diferentes idades das plantas.

Silagem	Parâmetros						DEMSpd <sup>7</sup> (%)
	A <sup>1</sup> (%)	B <sup>2</sup> (%)	U <sup>3</sup> (%)	L <sup>4</sup> (h <sup>-1</sup> )	kd <sup>5</sup> (h <sup>-1</sup> )	DE <sup>6</sup> (%)	
PSM <sup>8</sup>	25,18	57,19	17,63	0,23	0,0177	48,47	82,37
20D <sup>9</sup>	23,3	52,22	24,48	0	0,0189	45,54	75,52
40D <sup>10</sup>	20,89	52,12	26,99	0	0,0195	43,55	73,01
60D <sup>11</sup>	28,8	56,14	15,06	0	0,006	38,50	84,94

<sup>1</sup>Fração solúvel; <sup>2</sup>Fração potencialmente digestível; <sup>3</sup>fração indegradável; <sup>4</sup>período de latência; <sup>5</sup>taxa fracional de degradação; <sup>6</sup>degradação efetiva; <sup>7</sup>Degradação efetiva da matéria seca potencialmente digestível; <sup>8</sup>ponto de ensilagem do milho; <sup>9</sup>vinte dias após o ponto de ensilagem do milho; <sup>10</sup>quarenta dias após o ponto de ensilagem do milho; <sup>11</sup>sessenta dias após o ponto de ensilagem do milho.

Dados sobre taxas de degradação de silagens confeccionadas a partir do material oriundo do consórcio milho e capim-braquiária são escassos, o que dificulta comparações. No entanto, quando se compara as taxas de degradação das silagens desses materiais com as silagens de milho em cultivo exclusivo, como nos dados apresentados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, observa-se superioridade das últimas, porém isso pode ser atribuído ao maior teor de FDN do capim-braquiária ensilado com milho.

As gramíneas tropicais, apesar da alta produtividade acumulam ao longo do seu ciclo de crescimento elevada concentração de parede celular, uma fração de lenta e incompleta digestão, que ocupa muito espaço no trato gastrointestinal (MERTENS, 1996) e ocasiona variação na digestão, além de afetar o consumo de alimentos (VAN SOEST, 1994; MERTENS, 1996). As diferentes idades das plantas por ocasião da ensilagem não tiveram influência sobre os parâmetros A e B.

Os valores dos parâmetros e de degradabilidade efetiva FDN das silagens de milho em consórcio com capim-braquiária em diferentes idades das plantas, estão expostos na Tabela 4.

Tabela 4 – Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva da FDN das silagens de milho em consórcio com capim-braquiária em diferentes idades das plantas.

Silagem	Parâmetros				
	B <sup>1</sup> (%)	U <sup>2</sup> (%)	L <sup>3</sup> (h <sup>-1</sup> )	kd <sup>4</sup> (h <sup>-1</sup> )	DE <sup>5</sup> (%)
PSM <sup>6</sup>	73,8	26,2	2,64	0,0175	29,82
20D <sup>7</sup>	63,69	36,31	16,81	0,0265	33,51
40D <sup>8</sup>	78,21	21,79	0,65	0,011	22,23
60D <sup>9</sup>	49,9	50,1	18,48	0,017	19,84

<sup>1</sup>Fração potencialmente digestível; <sup>2</sup>fração indegradável; <sup>3</sup>período de latência; <sup>4</sup>taxa fracional de degradação; <sup>5</sup>degradação efetiva; <sup>6</sup>ponto de ensilagem do milho; <sup>7</sup>vinte dias após o ponto de ensilagem do milho; <sup>8</sup>quarenta dias após o ponto de ensilagem do milho; <sup>9</sup>sessenta dias após o ponto de ensilagem do milho.

Em média os valores de B obtidos neste trabalho foram próximos aos citados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos 64%, sendo que nas amostras do material ensilado aos 160 dias após o plantio observou-se um alto valor de U, o que pode ser justificado pela lignificação com o decorrer do ciclo de crescimento da planta.

VIEIRA (1995) trabalhou com diferentes idades de cortes do capim elefante e encontrou valores de B aproximadamente 44%, sendo este menor do observado nesse trabalho para os materiais ensilados em todas as idades das plantas avaliadas.

A proporção de carboidratos fibrosos da parede celular e seu teor de lignina são os fatores que mais afetam a qualidade das gramíneas tropicais. Segundo VAN SOEST (1994), o teor de FDN das forragens é negativamente correlacionado ao seu consumo, sendo este a variável com maior influência sobre o desempenho animal, uma vez que afeta a ingestão de todos os nutrientes. RODRIGUES & VIEIRA (2006) também corroboram com essa teoria.

Os valores dos parâmetros e de degradabilidade efetiva da matéria seca (MS) das silagens de milho em consórcio com capim-braquiária com diferentes arranjos de semeadura, estão expostos na Tabela 5.

Tabela 5 – Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva da matéria seca das silagens oriundas do consórcio milho e capim-braquiária estabelecidos em diferentes arranjos de semeadura.

Silagem	Parâmetros						
	A <sup>1</sup> (%)	B <sup>2</sup> (%)	U <sup>3</sup> (%)	L <sup>4</sup> (h <sup>-1</sup> )	Kd <sup>5</sup> (h <sup>-1</sup> )	DE <sup>6</sup>	DEMSpd <sup>7</sup> (%)
M + BraçLanço <sup>8</sup>	32,6	46,77	20,63	2,95	0,0274	57,74	79,37
M + 2LinhBraç <sup>9</sup>	26,55	51,78	21,67	0,26	0,0217	50,70	78,33
Milho solteiro <sup>10</sup>	30,3	51,93	17,77	0	0,025	56,75	82,23
Braquiária solte <sup>11</sup>	17,39	50,96	31,65	12	0,0233	45,44	68,35

<sup>1</sup>Fração solúvel; <sup>2</sup>Fração potencialmente digestível; <sup>3</sup>fração indegradável; <sup>4</sup>período de latência; <sup>5</sup>taxa fracional de degradação; <sup>6</sup>degradação efetiva; <sup>7</sup>Degradação efetiva da matéria seca potencialmente digestível; <sup>8</sup>semeadura do capim-braquiária a lanço nas entrelinhas do milho; <sup>9</sup>semeadura de duas fileiras do capim-braquiária nas entrelinhas do milho; <sup>10</sup>milho em cultivo exclusivo; <sup>11</sup>capim-braquiária em cultivo exclusivo.

A degradação efetiva da MS das silagens do material oriundo dos consórcios, independeram dos arranjos de semeadura, porém, foi menor que a da silagem de milho (63,54%) respectivamente citados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, próximo dos valores encontrados por CARVALHO et al. (2006) 56,28%, que trabalharam com taxa de degradação de gramíneas.

RODRIGUES et al. (2004) sugeriram que os elevados teores de carboidratos fibrosos da parede celular e o teor de lignina da forragem são a principal causa da menor degradabilidade.

O valor de U do capim-braquiária foi maior que as silagens de milho em consórcio com o capim-braquiária. Isso pode ser devido a maior quantidade de espigas no momento da ensilagem, sendo que essas possuem elevado teor de carboidratos não fibrosos causando um efeito de diluição, o que está de acordo com SILVA et al. (2006).

Os valores dos parâmetros e de degradabilidade efetiva da FDN das silagens oriundas do consórcio milho e capim-braquiária estabelecidos em diferentes arranjos de semeadura, estão expostos na Tabela 6.

Tabela 6 – Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de milho em consórcio com capim-braquiária com diferentes arranjos de semeadura.

Silagem		Parâmetros				
		B <sup>1</sup> (%)	U <sup>2</sup> (%)	L <sup>3</sup> (h <sup>-1</sup> )	kd <sup>4</sup> (h <sup>-1</sup> )	DE <sup>5</sup> (%)
M	+					
BraqLanço <sup>6</sup>		74,45	25,55	18,68	0,0215	34,52
M	+					
2LinhBraq <sup>7</sup>		76,53	23,47	5,9	0,0175	30,92
Milho solteiro <sup>8</sup>		82,52	17,48	10,2	0,0155	30,60
Braquiária solteira <sup>9</sup>		64,69	35,31	15,59	0,0235	35,61

<sup>1</sup>Fração potencialmente digestível; <sup>2</sup>fração indegradável; <sup>3</sup>período de latência; <sup>4</sup>taxa fracional de degradação; <sup>5</sup>degradação efetiva; <sup>6</sup>semeadura do capim-braquiária a lanço nas entrelinhas do milho; <sup>7</sup>semeadura de duas fileiras do capim-braquiária nas entrelinhas do milho; <sup>8</sup>milho em cultivo exclusivo; <sup>9</sup>capim-braquiária em cultivo exclusivo.

Os valores de taxa de degradação da FDN apresentados na Tabela 6 foram abaixo dos encontrados para a FDN da silagem de milho (0,0248 h<sup>-1</sup>) na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. Todavia, as silagens de milho em consórcio com capim-braquiária atingiram valores de B maior do que o encontrado na mesma tabela (64%) para a silagem de milho, e capim-braquiária obteve valor próximo ao do capim-braquiária descrito por esses autores (67%).

A FDN é um dos principais componentes dos volumosos tropicais, que apresentam lenta e incompleta digestão no trato gastrintestinal dos ruminantes (MERTENS, 1996). Pode-se sugerir que esses compostos são os grandes responsáveis pela baixa digestibilidade desses alimentos, conforme VAN SOEST (1967) e CABRAL (2002). Assim, o conhecimento das frações que compõem a FDN (B e U) é fundamental, pois pode-se presumir que a fração não-degradável (U) tenha considerável efeito sobre a indigestibilidade dos alimentos.

Os valores dos parâmetros e de degradabilidade efetiva da matéria seca (MS) das silagens de soja em consórcio com capim-braquiária, estão expostos na Tabela 7.

Tabela 7 – Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva da matéria seca das silagens de soja em consórcio com capim-braquiária.

Silagem	Parâmetros						DE <sup>6</sup> (%)	DEMSpd <sup>7</sup> (%)
	A <sup>1</sup> (%)	B <sup>2</sup> (%)	U <sup>3</sup> (%)	L <sup>4</sup> (h <sup>-1</sup> )	kd <sup>5</sup> (h <sup>-1</sup> )			
Braquiária solt (R7) <sup>8</sup>	19,46	43,14	37,4	1,73	0,0237	43,43	62,6	
Braq + Soja (R6) <sup>9</sup>	20,88	35,92	43,2	2,67	0,0287	45,88	56,8	
Braq + Soja (R7) <sup>10</sup>	22,4	40,78	36,82	0	0,0304	51,45	63,18	
Braquiária solt (R6) <sup>11</sup>	22,56	46,54	30,9	4,32	0,0326	52,89	69,1	

<sup>1</sup>Fração solúvel; <sup>2</sup>Fração potencialmente digestível; <sup>3</sup>fração indegradável; <sup>4</sup>período de latência; <sup>5</sup>taxa fracional de degradação; <sup>6</sup>degradação efetiva; <sup>7</sup>Degradação efetiva da matéria seca pontencialmente digestível; <sup>8</sup>capim-braquiária ensilado no início da maturação dos grãos de soja e 50% da folhagem amarelada; <sup>9</sup>ensilagem do capim-braquiária com a soja no pleno enchimento das vargens da soja; <sup>10</sup>ensilagem do capim-braquiária com a soja no início da maturação dos grãos e 50% da folhagem amarelada; <sup>11</sup>ensilagem do capim-braquiária no pleno enchimento das vargens da soja.

Os valores de A obtidos com as silagens de soja em consórcio com o capim-braquiária foram próximos aos relatados na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, para o capim-braquiária e para soja (19,23 e 18,47%) respectivamente. Entretanto, as taxas de degradação neste trabalho foi menor que o encontrado para o capim-braquiária e a soja ( 0,0438 e 0,0556 h<sup>-1</sup>) respectivamente (VALADARES FILHO et al., 2006).

Os valores dos parâmetros e de degradabilidade efetiva da FDN das silagens de soja em consórcio com capim-braquiária, estão expostos na Tabela 8.

Tabela 8 – Parâmetros da cinética de degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de soja em consórcio com capim-braquiária.

.Silagem	Parâmetros				
	B <sup>1</sup> (%)	U <sup>2</sup> (%)	L <sup>3</sup> (h <sup>-1</sup> )	kd <sup>4</sup> (h <sup>-1</sup> )	DE <sup>5</sup> (%)
Braquiária solt (R7) <sup>6</sup>	56,23	43,77	2,66	0,022	29,82
Braq + Soja (R6) <sup>7</sup>	46,46	53,54	5,17	0,019	26,44
Braq + Soja (R7) <sup>8</sup>	50	50	2,62	0,021	29,85
Braquiária solt (R6) <sup>9</sup>	59,33	40,67	5,82	0,035	40,05

<sup>1</sup>Fração potencialmente digestível; <sup>2</sup>fração indegradável; <sup>3</sup>período de latência; <sup>4</sup>taxa fracional de degradação; <sup>5</sup>degradação efetiva; <sup>6</sup>capim-braquiária ensilado no início da maturação dos grãos de soja e 50% da folhagem amarelada; <sup>7</sup>ensilagem do capim-braquiária com a soja no pleno enchimento das vargens da soja; <sup>8</sup>ensilagem do capim-braquiária com a soja no início da maturação dos grãos e 50% da folhagem amarelada; <sup>9</sup>ensilagem do capim-braquiária no pleno enchimento das vargens da soja.

As baixas taxas de degradação da FDN da silagem de soja em consórcio com capim-braquiária, pode ser atribuído ao teor de extrato etéreo da soja, que prejudica a degradação da fibra. Altos teores deste causa efeitos negativos na fermentação ruminal por dois principais motivos: 1) efeito tóxico direto dos ácidos graxos insaturados aos microrganismos e 2) efeito físico pelo recobrimento das partículas alimentares com gordura, com conseqüente redução do contato destas com agentes de digestão (PALMQUIST & JENKINS, 1980).

### 5.3 Repleção Ruminal

A repleção ruminal em função das silagens de milho em consórcio com capim-braquiária em diferentes idades das plantas, das silagens oriundas do consórcio milho e capim-braquiária estabelecidos em diferentes arranjos de semeadura e das silagens de soja em consórcio com capim-braquiária, encontra-se na Tabela 9.

Tabela 9 – Estimativa de repleção ruminal em função das silagens de milho em consórcio com capim-braquiária em diferentes idades das plantas (EXP 1), das silagens oriundas do consórcio milho e capim-braquiária estabelecidos em diferentes arranjos de semeadura (EXP 2) e das silagens de soja em consórcio com capim-braquiária (EXP 3).

Variável	Parâmetros						
	B	U	kd(h <sup>-1</sup> )	ke(h <sup>-1</sup> )	N	λr (h <sup>-1</sup> )	RR(h)
<b>EXP 1</b>							
PSM	0,738	0,262	0,0175	0,0506	3	0,2293	25,65
20D	0,6369	0,3631	0,0265	0,0506	3	0,2293	24,60
40D	0,7821	0,2179	0,011	0,0506	3	0,2293	27,51
60D	0,499	0,501	0,017	0,0506	3	0,2293	28,08
<b>EXP 2</b>							
M+Blan	0,7445	0,2555	0,0215	0,0506	3	0,2293	24,45
M+2LinB	0,7653	0,2347	0,0175	0,0506	3	0,2293	25,38
Milho	0,8252	0,1748	0,0155	0,0506	3	0,2293	25,49
Braq solt	0,6469	0,3531	0,0235	0,0345	3	0,2351	29,96
<b>EXP 3</b>							
Braq (R7)	0,5623	0,4377	0,022	0,0345	3	0,2351	31,90
Braq+Soja (R6)	0,4646	0,5354	0,019	0,0272	3	0,169	43,18
Braq+Soja (R7)	0,5	0,5	0,021	0,0272	3	0,169	41,61
Braq (R6)	0,5933	0,4067	0,035	0,0345	3	0,2351	28,38

B = fração potencialmente degradável, U = fração indegradável, kd = taxa de degradação, ke = taxa de escape do “pool” de partículas escapáveis marcadas com indicador do rúmex orifício pelo retículo-omasal, N = ordem de dependência no tempo, λr = taxa de transferência das partículas marcadas pelo indicador do *raft* para “pool” de partículas escapáveis, RR = repleção ruminal

Houve repleção ruminal em todos os materiais oriundos da consorciação do capim-braquiária e as culturas de milho e soja, sendo que esta parece estar mais relacionada com a taxa de passagem do alimento, a qual está em função da ação física (mastigação durante a ruminação) e microbiana (degradação) que determinam a redução do tamanho das partículas.

Segundo VAN SOEST (1994) a repleção ruminal, permite de forma conjunta, avaliar os efeitos de interação das cinéticas de passagem e de digestão sobre a capacidade de enchimento no compartimento ruminal.

## **6. CONCLUSÕES**

Os valores obtidos para os parâmetros da cinética de degradação e passagem dos materiais obtidos das diversas formas de consorciação do capim-braquiária e as culturas de milho e soja não comprometem a recomendação do uso da forragem com o objetivo de aumentar a rentabilidade do sistema.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CABRAL, L.S. **Avaliação de alimentos para ruminantes por intermédio de métodos in vivo e in vitro**. 2002. 137p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; SILVA, F.F.; SILVA, R.R. Degradabilidade ruminal do feno de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Agrociência**. 12 (1): 81-85, 2006.

CHERNEY, D.J.R.; SICILIANO-JONES, J.; PELL, A.N. Forage *in vitro* dry matter digestibility as influenced by fiber source in the donor cow diet. **Journal of Animal Science**, Lancaster, v. 71, p. 1335-1338, 1993.

ELLIS, W. C.; MAHLOOJI, M.; LASCANO, C. E. et al., Effects of size in ingestively masticated fragments of plant tissue on kinetics of digestion of NDF, **Journal of Animal Science**, v.83, p.1602-1615, 2005.

ELLIS, W.C.; BEEVER, K.C. Methods for binding rare earths to specific feed particles. In: KENNEDY, C.M.P. (Ed.) **Techniques in particles size analysis of feed and digest in ruminants**. Edmonton: Canadian Society of Animal Science, 1984. p.154-165.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stage of soybean development**. Iowa State University, Iowa. 12 p. (Special Report 80) 1977.

LEONEL, F.P; PEREIRA, J.C., COSTA, M.G., et al. Consórcio capim-braquiária e milho: produtividade das culturas e características qualitativas das silagens feitas com plantas em diferentes idades. **Revista Brasileira Zootecnia** 37(12): 2233-2242, 2008.

FERREIRA, L.A.M.; FONTES, C.M.G.A.; FERNANDES, T.H. A fibra em nutrição animal. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.94, n.531, p.119-130, 1999.

GROVUM, W.L.; WILLIAMS, V.J., Rate of passage of digesta in sheep. 4. Passage of marker through the alimentary tract and the biological relevance of rate-constants derived from the changes in concentration of marker in faeces. **British Journal Nutrition.**, 30(3):313-329. 1973.

HARTNELL, G. F. and L. D. SATTER. Extent of particulate marker (Samarium, Lanthanum and Cerium) movement from one digesta particle to another. **Journal of Animal Science**, 48:375, 1979.

HENRIQUES, L.T.; COELHO DA SILVA, J.F.; VÁSQUEZ, H.M. et al. Efeito do acipin sobre a degradabilidade e taxa de passagem de silagens de capim elefante e de milho em bovinos mestiços Holandês x Zebu. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sonopress, 2001. p.1321-1322. CD-ROM. Áreas técnicas, Nutrição de Ruminantes.

HUNTINGTON, J.A.; GIVENS, D.I. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. **Nutritional Abstracts and Reviews**. Series B, Wallingford, v. 65, n. 2, p. 63-93, 1995.

KIRKPATRICK, B.K., KENNELLY, J.J. *In situ* degradability of protein and dry matter from single protein sources and from a total diet. **Journal of Animal Science**, v. 65, p. 567-576, 1987.

LEONEL, F. P. **Consórcio capim-braquiária com milho ou soja: produção e composição químico-bromatológica das silagens.** Viçosa – MG: UFV, 2007. 149p. (Tese - Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2007.

LIRA, V.M.C., **Utilização de diferentes modelos matemáticos e marcadores para simulação de cinética digestiva e de trânsito do capim braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf.),** Viçosa, MG: UFV, 2000, 91p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2000.

MARTINS, A.S.; VIEIRA, P.F.; BERCHIELLI, T.T.; PRADO, I.N.; CANESIN, R.C.; CETTI, M.C. Taxa de passagem e parâmetros ruminais em bovinos suplementados com enzimas fibrolíticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 35 (3): 1186-1193, 2006.

MATIS, J.H. Gamma time-dependency in Blaxter's compartmental model. *Biometrics*, v.28, n.2, p. 597-602, 1972.

MEHREZ, A. Z.; ORSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agriculture Science**, v.88, n.3, p.645-650, 1977.

MERTENS, D. R.; ELY, L. O. Relationship of rate and extent of digestion to forage utilization – a dynamic model evaluation. **Journal of Animal Science**, V. 54, p. 895-905, 1982.

MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES, 1996, Wisconsin, 1996. **Proceedings...** Wisconsin: [s.ed.], 1996. p.81-92.

MERTENS, D.R.; LOFTEN, J.R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v. 36, p. 1437 – 1446, 1980.

MOORE, J.A.; POND, K.R.; POORE, M.H.; GOODWIN, T.G. Influence of model and marker on digesta kinetic estimates for sheep. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 12, p. 3528-3540, 1992.

NOCEK, J. E. Evaluation of specific variables affecting *in situ* estimates of ruminal dry matter and protein digestion. **Journal of Animal Science**, v. 60, n. 05, p. 1347-1358, 1985.

PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: Review. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.1, p.1, 1980.

RIGUEIRA, J.P.S. **Silagem de soja na alimentação de bovinos de corte.** Viçosa – MG, 2007. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2007.

RODRIGUES, A.L.P.; SAMPAIO, I.B.M.; CARNEIRO, J.C. et al. Degradabilidade *in situ* da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.5, p.658-664, 2004.

RODRIGUES, M.T.; VIEIRA, R.A.M. Metodologias aplicadas ao fracionamento de alimentos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.) **Nutrição de Ruminantes**. 1. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.25-55.

SHAVER, R.D.; NYRTES, J.; SATTER, L.D. et al. Influence of feed intake, forage physical form and forage fiber content on particle size of masticated forage, ruminal digesta and feces of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.1566-1572, 1988.

SILVA, M.E.T.; WASCZCZYNSKYJ, N.; SOCCOL, C.R.; ROSSI JUNIOR, P.; LINPINSKI, L.C. Degradação ruminal da fração fibra de silagens de milho sem espigas com cana-de-açúcar e bagaço de mandioca. **Acta Animal Scientiarum** 28 (4): 431-436, 2006.

SOARES, J.P. **Fatores limitantes do consumo de capim-elefante cv. Napier utilizando vacas leiteiras confinadas.** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2002. 110p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 2002.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS, **SAS/STAT user's guide** (Release 9.1), Cary: 1999, (CD-ROM).

UDÉN, P.; COLUCCI, E.P.; VAN SOEST, P.J., Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta, Rate of passage studies. **Journal of the Science of Food Agriculture**, 31(7):625-632, 1980.

VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JUNIOR, V.R.; et al. Tabela brasileira de composição de alimentos para bovinos. 2 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006, 329p.

VAN SOEST, P.J. Development of comprehensive system of feed analyses and application to forages. **Journal of Animal Science**, Lancaster, v. 26, p. 119-131, 1967.

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

VIEIRA, R.A.M.; TEDESCHI, L.O.; CANNAS, A. A generalized compartmental model to estimate the fibre mass in the ruminoreticulum: 1. Estimating parameters of digestion. **Journal of Theoretical Biology**, doi: 10.1016/j.jtbi.2008.08.014, 2008.

VIEIRA, R.A.M. **Modelos matemáticos para estimativa de parâmetros da cinética de degradação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, schum., cv. Mineiro) em diferentes idades de corte**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 88p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1995.

WALDO, D.R. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.4, p.617-631, 1986.

WILLIAMS, C. H.; DAVID, D. J.; IISMAA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agriculture Science**, v.59, n.3, p.381-385, 1962.