

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

**DEGRABILIDADE *IN SITU* DA PROTEÍNA BRUTA DA *Cratylia argentea* E DA
Gliricidia sepium NO PERÍODO CHUVOSO**

ISABELA VASCONCELOS BIAVA

DANIEL RESENDE CARVALHO
(Orientador)

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia da Universidade Federal de
Uberlândia para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo

Uberlândia - MG
Junho - 2003

**DEGRABILIDADE *IN SITU* DA PROTEÍNA BRUTA DA *Cratylia argentea* E DA
Gliricidia sepium NO PERÍODO CHUVOSO**

APROVADO PELA BANCA EXAMINADORA EM ___/___/___

Prof. Dr. Daniel Resende Carvalho
(Orientador)

Prof. Dr. Rogério Chaves Vieira
(Membro da Banca)

Prof. Dr. Edmundo Benedetti
(Membro da Banca)

Uberlândia - MG
Junho – 2003

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela Graça e o Dom da Vida.

À meus pais e familiares, pelo grande apoio, incentivo e dedicação, construíram os alicerces de minha formação pessoal e profissional.

Aos meus irmãos, Lê e Gú, que sempre me apoiaram.

Ao Professor e orientador Daniel Resende Carvalho, que plantou a semente deste trabalho e pelos valiosos ensinamentos profissionais.

A todos os professores, funcionários e amigos do curso de Agronomia, principalmente a minha amiga Marró.

Ao professor Rogério do Curso de Medicina Veterinária pelas valiosas contribuições no desenvolvimento do Projeto de Pesquisa.

Ao Hugueneu, responsável pelo Laboratório de Veterinária, pelas contribuições nas análises laboratoriais do Projeto de Pesquisa.

Às minhas irmãs Fabiana e Karina, pelo carinho e apoio.

Ao meu namorado, Alexandre, pelo companheirismo e por todos os momentos felizes que me proporcionou.

A minha “segunda” mãe, Lucy e a minha amiga Chris, que me acompanharam e me ajudaram em todos os momentos de minha vida acadêmica.

A minha grande amiga Sênya que desde o primeiro dia de minha graduação, vem me apoiando e se tornou não apenas uma colega, mas sim uma amiga.

A minha amiga Fer que ajudou e contribuiu neste projeto de pesquisa, e que participou de todos os momentos felizes de minha vida nestes anos de graduação.

A todos os amigos, principalmente ao Luiz Márcio, a Ana, a Mari, a Favi e a Crisinha, que me conquistaram em Uberlândia

A todos os amigos de Ribeirão Preto.

A todos, meus sinceros agradecimentos. Muito Obrigado.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO DE LITERATURA	8
2.1. Fisiologia ruminal	8
2.2. Degradabilidade <i>in situ</i>	10
2.3. Valor das leguminosas cratília e gliricídia.....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1. Localização	18
3.2. Métodos.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5. CONCLUSÕES	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

RESUMO

Rapidez de execução, baixo custo e boa precisão dos resultados são características da técnica *in situ* para estudos de avaliação nutricional dos alimentos. Este experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Glória da Universidade Federal de Uberlândia (MG) com objetivo de investigar a degradabilidade da proteína bruta (PB) das leguminosas cratília (*Cratylia argentea*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*) no período chuvoso (dezembro/janeiro). Foram utilizadas duas vacas mestiças holando x zebu, fistuladas no rúmen, em esquema fatorial 4 x 2 x 2, com três repetições. Quatro gramas de amostras secas (estufa ventilada, 65°C) e moídas (peneira de 5 mm) foram colocadas em sacos de 14,0 cm x 7,0 cm, confeccionados em náilon com porosidade média de 54 µm. Os tempos de incubação no rúmen foram de 6h, 24h e 96h. A degradabilidade no tempo zero foi considerada imergindo-se os sacos num balde com água à temperatura ambiente, por dois minutos, seguidos de lavagem e secagem em estufa. Nos tempos zero e 96h, as diferenças nas porcentagens de degradabilidade entre as forrageiras não foram significativas, mas o desaparecimento da gliricídia foi maior ($P < 0,05$) nos tempos 6h e 24h, com mais de 80% já degradados neste último. A gliricídia apresentou taxa de degradação (c) de 9,2%/h e a degradabilidade potencial, de 91,7%. A DE (com taxa de passagem de 5%/h) foi de 74,6%. Para a cratília, os valores correspondentes à taxa de degradação, DP e DE foram, respectivamente, 4,7%; 74,4% e 52,8%. Os resultados indicam que ambas as leguminosas são rápida e extensivamente degradadas no rúmen, devendo ser fornecidas com fontes protéicas de menor velocidade de fermentação, no sentido de maximizar a eficiência de utilização do N pela microbiota ruminal.

1 – INTRODUÇÃO

As leguminosas forrageiras apresentam elevado teor protéico em face dos microrganismos radiculares (gênero *Rhizobium*) encontrados em suas raízes, capazes de fixar o nitrogênio (N) do ar atmosférico absorvido pelas folhas das plantas. Isso confere às leguminosas um valor potencial não apenas como fonte de proteína para os animais, mas também, como adubo para o solo. A qualidade das forrageiras pode ser definida como a relação entre seus constituintes químicos, digestibilidade e produção de matéria seca (MS). Essa relação sofre influências diretas da precipitação e da distribuição de chuvas, flutuações de temperatura, intensidade de luz e comprimento dos dias, fertilidade do solo, bem como da eficiência de manejo (Gomide, 1983).

A produção animal é determinada pelo valor nutritivo da planta forrageira, que é função do consumo voluntário, digestibilidade e eficiência da utilização do alimento. Em geral, as leguminosas, plantas C3, são fermentadas no rúmen mais rapidamente do que as gramíneas (C4) e possuem taxa de passagem mais rápida no retículo-rúmen, em função de diferenças anatômicas, via fotossintética e mecanismos físicos e fisiológicos que

interagem no rúmen (Wilson e Minson, 1980; Ludlow, 1985).

As exigências de proteína dos ruminantes são calculadas em termos de proteína metabolizável (AFRC, 1993; NRC, 1985). Isto torna fundamental que se introduza em sistemas de avaliação de forragens, medidas da degradabilidade ruminal da proteína bruta e da sua digestibilidade no trato posterior. Além disso, perdas de amônia, absorvida pelo epitélio ruminal, em alimentos com altos teores de proteína degradável no rúmen, e elevada fração solúvel, podem acarretar menor quantidade de N disponível no intestino delgado que o ingerido na dieta (Merchen & Bourquin, 1994).

O potencial nutritivo das forrageiras pode ser avaliado basicamente por três técnicas: digestibilidades *in vitro*, *in vivo* e *in situ*. No início dos anos 90, o Agricultural and Food Research Council (AFRC, 1992) adotou o método *in situ* para ser usado como padrão na avaliação da degradabilidade ruminal das frações nitrogenadas. O método foi escolhido pelo fato de que proporcionava melhores comparações com resultados de avaliações *in vivo*. Não obstante as dificuldades encontradas na manutenção dos animais fistulados e de falhas na padronização entre laboratórios (Andrade, 1994), a utilização desse método permite o contato íntimo do alimento com o meio ruminal e simula condições específicas de pH, substrato tampão, enzimas e fatores de crescimento, embora não considere a mastigação, ruminação e a passagem, que completariam a experiência ruminal (Vieira et al. 1996; Nocek, 1997).

Quanto à introdução de leguminosas forrageiras e à indicação daquelas mais adequadas para pastagem no Brasil-Central, pode-se inferir que a tecnificação dessa prática deve seguir as normas estabelecidas pelos resultados experimentais. No Centro de Pesquisa Agropecuário dos Cerrados (CPAC), o trabalho de introdução e avaliação de espécies com

potencial forrageiro já ultrapassou a marca de 5000 acessos, com as leguminosas representando 83% das introduções. A grande expressão das leguminosas decorre, segundo Pizarro et al. (1996), da diversidade de espécies com potencial forrageiro na flora sul-americana e do reconhecido papel que essas poderão desempenhar nos sistemas de produção da região. Nesse sentido, faz-se necessário obter maior volume de informações no que diz respeito ao comportamento das leguminosas e à influência da época do ano sobre a degradabilidade *in situ* dessas, considerando-se que as mais digestíveis apresentarão melhor retorno econômico/produtivo pelos animais que as consumirem.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a degradabilidade ruminal *in situ* da proteína bruta de duas leguminosas, cratília e gliricídia, no período chuvoso.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Fisiologia Ruminal

O ingresso de nitrogênio no rúmen, quer seja pela ingestão de uréia ou outro composto nitrogenado não protéico via exógena ou endógena (reciclagem pela saliva ou por difusão atenuada pelo epitélio do rúmen), ou pela própria proteína, resulta na liberação de amônia, sendo este considerado o elemento chave para a síntese de proteína microbiana. Esta síntese depende de vários fatores, tais como disponibilidade de energia fermentescível, precursores de aminoácidos, níveis de amônia e outros. Nem toda proteína que entra no rúmen é degradada em amônia. O diagrama da Figura 1 estima que de 20% a 60% da proteína passa intacta pelo rúmen (Huber, 1984).

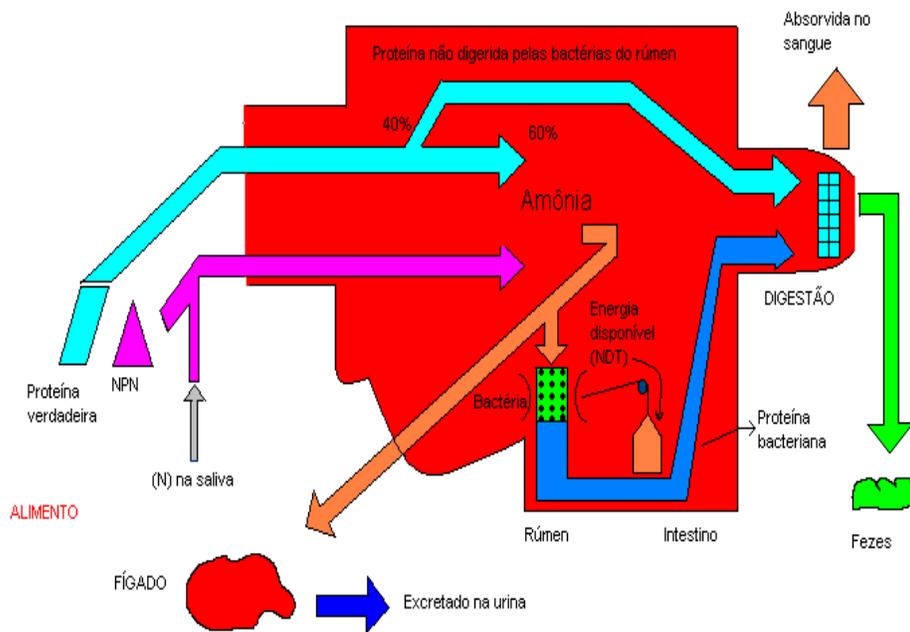


FIGURA 1 – Síntese e degradação de compostos nitrogenados no rúmen.

A fração degradada é convertida, na sua maior parte, em amônia, ácidos graxos e CO_2 , considerando ainda que uma fração desta amônia é utilizada para a síntese de proteína microbiana no rúmen. A fração não degradada escapa da ação enzimática no rúmen e fica disponível para digestão e absorção no intestino (Ha e Kennelly, 1984).

A degradabilidade da proteína no rúmen tem sido reconhecida como importante parâmetro na avaliação dos requerimentos protéicos de ruminantes. Tal método considera a necessidade dos microrganismos do rúmen em nitrogênio degradável e também estabelece os requerimentos do animal hospedeiro em aminoácidos derivados tanto da proteína de origem microbiana quanto daquela de origem não degradada no rúmen. A

degradação estabelece aquela fração que é disponível para os microrganismos e também a fração não degradada que será digerida por ação enzimática pelo animal hospedeiro (Orskov & McDonald, 1979).

Van Soest (1967) preconizou que forragens poderiam ser divididas em uma fração solúvel em detergente neutro (FDN), cujo potencial digestivo seria de 100% e uma fração insolúvel em detergente ácido, representada pela parede celular, com potencial de digestão bem mais baixo.

2.2 Degradabilidade *in situ*

A proteína de origem microbiana e a proteína dietética não degradada no rúmen provêm aminoácidos que são absorvidos no intestino delgado, que irão suprir os requerimentos dietéticos de proteína dos ruminantes. Em seu boletim técnico pertinente às necessidades de nutrientes para ruminantes, o sistema britânico AFRC (1993) calcula as exigências de proteína como proteína metabolizável, ou seja, aminoácidos absorvidos no intestino delgado. Verifica-se, conseqüentemente, que o conhecimento da taxa de degradação e da extensão da degradabilidade das forrageiras são importantes para a determinação do suprimento de energia disponível aos microrganismos ruminais, assim como aquele disponível para a síntese de proteína microbiana. O conhecimento dessa taxa de degradação é extremamente importante na estimativa da ingestão voluntária de forrageiras pelos ruminantes. Assim, quanto maior essa taxa, maior a velocidade de esvaziamento do retículo-rúmen, o que proporciona maior ingestão de forragem pelo animal.

Para calcular a degradabilidade ruminal da proteína bruta, os sistemas

americano e britânico e de Cornell, CNPS, descrito por Sniffen et al. (1992), consideram diferentes frações protéicas, sendo uma solúvel, outra degradável e fermentável e uma não degradável, as quais correspondem as letras A, B e C, respectivamente (Van Soest, 1982). A determinação da digestibilidade intestinal da proteína é feita também de diferentes maneiras, dependendo do sistema, mas sempre há necessidade do conhecimento da digestibilidade no intestino delgado da proteína microbiana e da proteína dietética não degradada no rúmen. Na degradabilidade do alimento consumido, conforme Farchney & Black (1984), dois parâmetros competitivos atuam simultaneamente: a taxa de degradação e a taxa de passagem, levando ao desaparecimento da digesta conforme o comprimento do trato do gastrointestinal (TGI). Assim, alguns parâmetros podem ser avaliados na degradação ruminal, tais como a degradabilidade potencial (DP), descrita por Wilkins (1969), como sendo o grau de degradação da digesta no rúmen sem limitação de tempo de permanência. Orskov et al. (1980) determinaram que a degradabilidade potencial para alimentos concentrados situa-se entre 12 horas a 36 horas de incubação para forragens de boa qualidade, entre 24 horas a 60 horas para forragens de média qualidade e de 48 horas a 72 horas para forragens de baixa qualidade. Todavia, Sampaio (1990), de modo geral, preconizou um tempo de 96 horas.

A utilização de alimentos para animais ruminantes depende de fatores como a degradação ruminal. Os alimentos de origem vegetal, de modo geral, têm uma degradação ruminal maior do que aqueles de origem animal (Azenha et al., 2001). Segundo esse autor, existem várias técnicas de determinação da degradabilidade da matéria seca e da proteína bruta dos alimentos, mas de acordo com Valadares Filho e Silva (1990), a mais utilizada é a técnica *in situ*, em razão do seu baixo custo e rapidez do método.

A técnica *in situ* consiste em determinar o desaparecimento de componentes de amostras de alimentos colocados em sacos de náilon ou material sintético similar, com incubação no rúmen por períodos variáveis. Embora esta técnica seja considerada a mais apropriada porque reproduz um valor mais próximo do real, ela apresenta alguns problemas como o efeito do tipo de dieta a que o animal é submetido sobre a amostra incubada, assim como a contaminação microbiana (Nocek, 1997).

Os resíduos dos sacos de náilon são submetidos à análises de laboratório, possibilitam calcular a proporção digestível de qualquer componente da amostra (MS, PB, FDN, etc.) pela diferença com o peso inicial. Os dados obtidos possibilitam caracterizar as chamadas curvas de degradação (perdas versus tempos de incubação), que são ajustadas por meio de equação exponencial proposta por Orskov & McDonald (1979), de forma que a degradabilidade potencial (DP) da forragem após dado tempo (t) é igual:

$$DP = a + b (1 - e^{-ct})$$

Onde: a e b são constantes. Assim, é possível estimar os seguintes parâmetros:

a = fração solúvel de rápida degradação representada pelo intercepto da curva de degradação no tempo zero;

b = fração insolúvel, mas potencialmente degradável no rúmen;

c = taxa de degradação de “b”

As frações a e b, referidas na fórmula, são as letras A e B mencionadas por Van Soest (1967). Incorporando-se o valor da taxa de passagem, a degradabilidade efetiva (DE) pode ser determinada de acordo com a seguinte equação proposta por McDonald (1981):

$$DE = a + bc/(c + k)$$

em que DE = degradabilidade ruminal efetiva

a, b e c = valores estimados na equação anterior

k = taxa de passagem

Orskov & McDonald (1979) propuseram o uso da equação de digestibilidade efetiva como meio mais dinâmico de estimar tanto a degradabilidade da proteína como da matéria seca.

Sampaio (1990) preconiza três tempos de incubação, ou seja, 6 horas, 24 horas e 96 horas para a estimativa dos parâmetros A, B e C da equação de degradabilidade. Além da validade indubitável do delineamento estatístico empregado, com base na variância generalizada, esse autor salienta que a redução do número de pontos de colheita nos animais fistulados poupa-os de excessiva manipulação, minimizando o trabalho experimental. Conforme esse autor, a degradabilidade potencial pode ser estimada a partir da seguinte equação:

$$p = A - B \exp(-Ct),$$

sendo:

p = degradabilidade potencial (%);

A = degradabilidade total do material (%), correspondendo ao a + b da equação anterior;

B = fração degradável após tempo T_0 (%);

C = taxa de degradação da fração B (%/h),

t = tempo de incubação (h) dos sacos de náilon no rúmen.

De acordo com McDonald (1981), a rapidez com que o alimento passa pelo rúmen é definido como taxa de passagem. Essa taxa é de difícil determinação, pois há dificuldades em distinguir o nitrogênio dietético do nitrogênio microbiano. A taxa de passagem é influenciada por fatores, como as mencionadas a seguir; partículas pequenas deixam o rúmen num tempo menor e em vacas submetidas a elevados níveis nutricionais, as partículas são eliminadas do rúmen mais rápido. Deve-se considerar também, o tamanho e a origem das partículas (Orskov et al. 1988).

Segundo Verité et al. (1990), é a técnica mais apropriada para determinação da degradabilidade ruminal dos alimentos, embora as correlações dos resultados obtidos “*in vivo*” com aqueles “*in situ*” não tenham sido elevadas (AFRC, 1987). As razões mencionadas vão desde a falta de padronização da técnica “*in situ*” até erros na medição do fluxo da digesta para o abomaso e intestino, ou na quantificação do nitrogênio microbiano. A influência nos resultados pelo método “*in situ*”, de acordo com Orskov (1978), refere-se principalmente na função, estado fisiológico, idade do animal e na dieta básica ingerida, pois a determinação da degradabilidade deve ser feita nas mesmas condições de alimentação em que os resultados serão utilizados. Uma das maiores desvantagens do método *in situ* na estimativa da degradabilidade é a falta de uniformidade de sua aplicação, sendo encontradas variações nas digestibilidades estimadas. Entretanto, se a técnica for usada com cautela e critério, é possível a obtenção de resultados aceitáveis (Romero, 1990).

O uso de diversos horários de incubação ruminal, objetivando valores de

taxa e de extensão de degradação ruminal, refletiria melhor o dinâmico processo digestivo do rúmen. Smith et al. (1972) ressalta ainda que se deveria separar a parte solúvel da parte insolúvel, estudando-se, assim, a taxa e a extensão da degradabilidade.

Um dos parâmetros essenciais para a determinação da degradabilidade ruminal pelo método *in situ*, de acordo com Nocek (1988) são: porosidade do saco de náilon, variando de 40 μm a 60 μm , tamanho das partículas das amostras em peneira de 2 mm para suplementos protéicos e energéticos e de 5 mm para silagens, fenos e outros alimentos fibrosos, relação entre quantidade de amostra (10 mg a 20 mg/cm² de saco) e tamanho da bolsa.

Outro parâmetro é a degradabilidade inicial que, segundo Orskov et al. (1980), corresponde ao intercepto da equação da degradação acumulativa das diferentes frações nutritivas em função do tempo, ou seja, a digestibilidade no tempo zero. O período pré-fermentativo ou tempo de colonização decorre do início da incubação das bolsas de náilon no ambiente ruminal, cuja estimativa depende de uma descrição matemática da degradação de uma fração nutritiva do alimento em função do tempo, que são intervalos pré-estabelecidos. Van Soest (1982) conceituou tal parâmetro como sendo a correlação da quantidade degradada com o tempo decorrido.

Os alimentos concentrados requerem de 12 horas a 36 horas de incubação; palhas, fenos e outros alimentos fibrosos requerem tempo de incubação acima de 36 horas. Para muitos suplementos protéicos, incubações de 2h, 4h, 12h e 24 horas são adequados. Para forragens tropicais, os períodos de incubação devem ser superiores a 48h (Orskov, 1982).

Resultados evidenciam que existe pouca ou nenhuma diferença na taxa de

degradação de amostras incubadas em sacos de náilon em ovinos e bovinos quando esses animais recebem a mesma dieta. Ao que parece, suplementos protéicos de origem vegetal (farelo de soja, farelo de amendoim) são degradados mais lentamente em animais que recebem dieta rica em concentrado comparada com dieta rica em volumoso (ORSKOV, 1982).

O requerimento de proteína dietética para ruminantes então é melhor representado como proteína degradada no rúmen (PDR) e proteína não degradada no rúmen (PNDR) (Kirkpatrick e Kennelly, 1987). Entretanto, valores de PDR e PNDR dos alimentos ainda são escassos na literatura brasileira.

De acordo com Chalupa (1974), muitos valores de degradabilidade de proteína disponíveis foram estimados indiretamente de dados de solubilidade *in vitro* (ARC, 1980). Ademais, os valores obtidos pelos dados *in vivo* de degradabilidade são estimativas aproximadas e variam bastante, mesmo considerando uma única amostra (Chalupa, 1974).

2.3 Valor das leguminosas cratília e gliricídia

A cratília (*Cratylia argentea*), segundo Argel ; Lascano (2002), é uma leguminosa semi- arbustiva de 1m a 3m de altura, que apresenta grande potencial forrageiro. Entretanto, ainda é pouco estudada agronomicamente, sendo, assim, muito limitados os conhecimentos relativos ao seu manejo. De acordo com esses autores, em avaliações realizadas no Centro Internacional da Agricultura Tropical (CIAT), a cratília tem-se evidenciado pelo seu elevado teor de proteína em suas folhas e talos finos (19% a

26%), abundante rebrota no período seco e grande capacidade de retenção de folhas jovens.

A gliricídia (*Gliricidia sepium*) é uma leguminosa arbórea de porte médio, nativa da América-Central, América do Sul, América do Norte e México. Apresenta rápido crescimento, com enraizamento profundo, sendo esta uma característica essencial que a faz ser altamente tolerante à seca. Seu desenvolvimento é mais acentuado em regiões quentes e úmidas. Em baixas temperaturas seu crescimento é limitado, mas pode suportar períodos longos de seca, mesmo com queda das folhas dos ramos mais velhos. Não é exigente quanto à fertilidade do solo, embora apresente melhor desempenho naqueles de alta fertilidade e mais profundos o suficiente para um bom enraizamento. Sua vantagem está na facilidade de seu estabelecimento quando comparada com outras leguminosas, como por exemplo, a leucena (*Leucaena leucocephala*), posto que, além da viabilidade do plantio por mudas ou diretamente por sementes, pode também ser propagada por estaquia, além de ser menos propensa ao ataque de formigas cortadeiras (Carvalho Filho et al. 1997). Ainda de acordo com esses autores, seu teor de proteína bruta na base seca nas folhas, caules e cascas são, respectivamente 22,72%; 13,12% e 5,60%.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização

O trabalho foi desenvolvido nas dependências da Fazenda do Glória da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais.

A fazenda localiza-se a 18° 17' 55" de latitude Sul e 48° 17' 19" de latitude Oeste de Greenwich, situada a uma altitude aproximada de 865 m acima do nível do mar. O clima predominante na região é do tipo Zona Tropical Semi-úmida, caracterizado pela presença de duas estações definidas: uma fria e seca, que vai de abril a setembro e outra, quente e chuvosa, que se estende de outubro a março. A temperatura média anual é de 23°C e a precipitação pluviométrica média anual é de 1600 mm.

Uma outra fase do experimento foi feita no laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Uberlândia, onde foram realizadas as análises da composição química da cratília e gliricídia.

3.2 Métodos

Foram utilizadas duas vacas mestiças holando x zebu, secas, não gestantes, com peso corporal médio de 467 kg, fistuladas no rúmen, que foram submetidos a um ensaio de degradabilidade *in situ*, segundo metodologia descrita por Orskov & McDonald (1979), de amostras das leguminosas cratília (*Cratylia argentea*) e gliricídia (*Gliricidia sepium*), ambas trituradas em peneira de 5 mm. Os animais foram mantidos em pastejo de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.), e receberam diariamente dois quilos de alimento concentrado, além de suplemento mineral e água, à vontade. As amostras foram constituídas de folhas e ramos finos, colhidos no terço médio e na extremidade das hastes, entre os meses de dezembro e janeiro, que corresponde a maior época de chuva do ano.

Amostras de quatro gramas de matéria seca das leguminosas foram colocadas em sacos de náilon padronizados (14,0 cm x 7,0 cm, com poros de 54 μ m) e incubadas no rúmen do animal nos tempos de 6h, 24h e 96 h, segundo seqüência sugerida por Sampaio (1995). Em relação à quantidade de amostra por área do saco, seguiu-se recomendação de Nocek (1988), sendo utilizados 20 gramas de amostra / cm² de saco. Para cada tempo de avaliação, foram utilizados três sacos para cada leguminosa, contendo aproximadamente 4,0 gramas de amostra cada um, formando três conjuntos com dezoito sacos por animal. Cada conjunto era composto por três repetições de cada leguminosa. Estes conjuntos foram atados a uma corrente e três argolas de aproximadamente 800 gramas de peso, em diferentes pontos, com o objetivo de manter as amostras sob a digesta. A corrente foi fixada à cânula por meio de um cordonê de náilon de 50 cm de comprimento.

Os tempos de incubação utilizados foram aqueles descritos por Sampaio

(1995), isto é, 6h, 24h e 96 h, com três réplicas para cada período de tempo e para cada espécie de leguminosa. Ao final dos períodos, os sacos foram removidos e lavados em água corrente até que esta se mostrasse límpida, quando, então, foram colocados em estufa ventilada a 65°C, durante 72 horas. Para determinação do tempo zero (tempo de colonização ou “lag time”), que corresponde à fração solúvel em água, foram colocadas amostras em três sacos de náilon para cada leguminosa, os quais foram mergulhados em água à temperatura ambiente, durante dois minutos, seguidos de lavagem em água corrente até que esta se apresentasse límpida, sendo, portanto, caracterizados como tempo zero (T_0).

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 é apresentada a composição química das leguminosas gliricídia e cratília quanto aos seus teores de MS, PB e FDN, correspondentes aos períodos seco e chuvoso. Relatos encontrados na literatura informam sobre teores semelhantes de PB referentes a outras leguminosas, isto é, a leucena (*Leucaena leucocephala*) apresenta teores entre 20% e 25% (Hutton, 1984) e a alfafa (*Medicago sativa*) entre 16% e 20% (Nuernberg, 1986). Ao estudarem a espécie *Cratylia floribunda*, Aroeira & Xavier (1991) encontraram teores de MS, PB e FDN de 26,6%; 21,3% e 67,6%, respectivamente. Comparativamente, os menores teores de PB verificados no presente trabalho (19,5% e 19,9%; Tab. 1) podem ser explicados por tratar-se de outra espécie e pelo fato de os autores supracitados terem efetuado a amostragem decorridos apenas dois meses de corte de uniformização. Quanto à gliricídia, os teores de PB deste trabalho (18,5%; e 20,3%; Tab.1) são inferiores aos 22,72% observados por Carvalho Filho et al. (1997), devendo-se isso, provavelmente, ao fato de esses autores terem analisado amostras somente de folhas. No presente trabalho, as análises químicas foram efetuadas a partir de amostras constituídas de folhas e ramos finos, sendo que a presença destes últimos implica, por conseguinte, aumento no percentual de carboidratos fibrosos e na diminuição da PB.

TABELA 1. Composição química (%) da *Gliricidia sepium* e *Cratylia argentea*, referente aos períodos seco (PI) e chuvoso (PII)¹

Componente	Leguminosa			
	<i>G. sepium</i>		<i>C. argentea</i>	
	PI	PII	PI	PII
Matéria Seca	32,7	27,4	25,2	19,3
Proteína Bruta ²	18,5	20,3	19,5	19,9
Fibra em Detergente Neutro ²	66,0	64,2	70,0	68,9

¹ Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da FAMEV/UFU.

² Dados expressos na base seca.

As diferenças nos teores de PB das leguminosas foram pequenas quando comparados os períodos seco e chuvoso (Tab. 1). Isto pode ser explicado devido ao fato de que ambas forrageiras caracterizarem-se por desenvolver enraizamento profundo e rebrotar na época de escassez de água (Carvalho Filho et al. 1997; Argel & Lascano, 2002).

A cinética da degradabilidade ruminal da PB das leguminosas gliricídia e cratília, bem como as equações de degradação, podem ser observadas nas Figuras 3 e 4, respectivamente. Os altos valores dos coeficientes de determinação da gliricídia (0,98) e cratília (0,96) evidenciaram a estreita relação entre as variáveis tempo de incubação e degradabilidade. Nos tempos zero hora e 96 horas, as diferenças nas porcentagens de desaparecimento não foram significativas entre as forrageiras, mas o desaparecimento da gliricídia foi maior ($P < 0,05$) nos tempos 6 horas e 24 horas. Essa rápida degradação inicial da gliricídia deve-se, possivelmente, a um tempo relativamente curto de colonização (“lag time”) do substrato pela microbiota ruminal. Diferenças decorrentes da morfofisiologia diferenciada do tecido vegetal das leguminosas também podem estar implicadas. De acordo

com Ulyatt & McNabb (1999), nas forrageiras, grande parte da proteína (32% a 40%) dos cloroplastos esta presente na forma de ribisco (enzima responsável pela captura do CO₂ em plantas C3) localizada nas células do mesófilo, ocasionando alta solubilidade no meio. Esses autores argumentam que quando essa enzima ocorre na forrageira em menor concentração, além de não estar presente nas células do mesófilo, mas sim, no parênquima, envolta pelas células da bainha, tanto a taxa de degradação quanto a solubilidade da proteína diminuem consideravelmente.

No que se refere à degradabilidade da PB da gliricídia, consta na equação da Figura 3 a taxa de degradação (c) de 9,2%/hora. Pela análise da equação, depreende-se com o valor da DP de 91,7%. A DE estimada foi de 74,6%. Para a cratília (Fig. 4), os valores correspondentes à taxa de degradação, DP e DE foram, respectivamente, 4,7%; 74,4% e 52,8%. Esses índices estão em concordância com os relatados por vários autores (Aroeira & Xavier, 1991; Franzolin et al. 1995), que observaram para a PB de diferentes leguminosas elevadas taxas de degradação e de solubilidade inicial, representadas pelos coeficientes “c” e “a”, aliadas às altas degradabilidade potencial e efetiva. Pela análise das Figuras 3 e 4, verifica-se que a gliricídia atingiu a assíntota da curva de desaparecimento da PB num tempo menor do que a cratília (46 horas versus 74 horas), sendo que no tempo de 24 horas, mais de 80% da primeira já haviam sido degradados.

Neste trabalho, os índices de degradabilidade da gliricídia foram mais elevados que os da cratília. Porém, tal fato deve ser interpretado com cautela, uma vez que altos teores da fração solúvel proporcionam maior susceptibilidade à perdas de N durante a digestão. Nesse sentido, Broderick (1995) enfatiza que, quando a degradação protéica é muito rápida, os microrganismos ruminais não podem utilizar todos os aminoácidos e

amônia (NH₃) liberados, com mais proteína sendo degradada do que sintetizada. Essa perda de síntese protéica, e também perda de amônia do rúmen, é referida por esse autor como “ammonia overflow”.

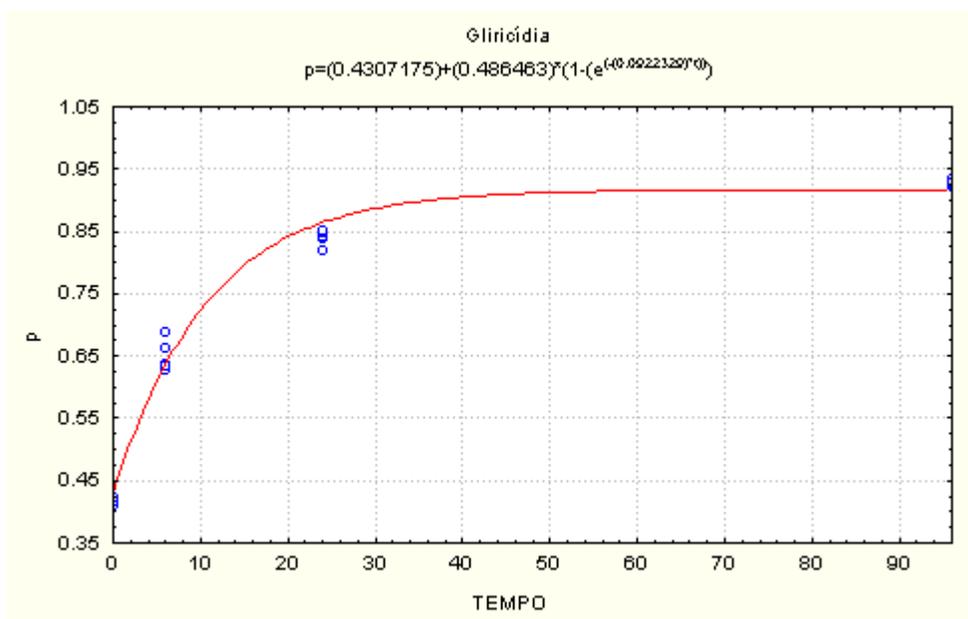


FIGURA 3. Cinética da degradabilidade ruminal *in situ* da proteína bruta da *Gliricidia sepium* em função do tempo de incubação. $R^2 = 0,98$.

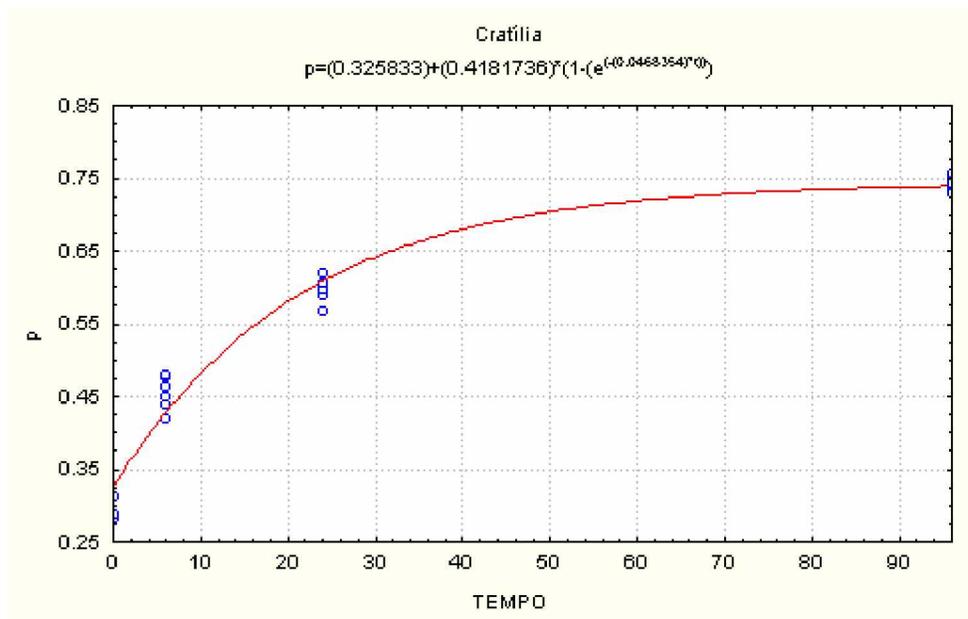


FIGURA 4. Cinética da degradabilidade ruminal *in situ* da proteína bruta da *Cratylia argentea* em função do tempo de incubação. $R^2 = 0,96$.

5- CONCLUSÕES

Nas condições em que o presente experimento foi realizado, conclui-se que a taxa de digestão da fração B, as degradabilidades potencial e efetiva da proteína da gliricídia foram maiores do que os da cratília. Tanto a cratília quanto a gliricídia apresentaram altas taxas de degradação no rúmen. O comportamento da fração protéica destas leguminosas no rúmen sinaliza para a necessidade de suplementação concomitante destas com fontes de maior escape no rúmen.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). Characterization of Feedstuffs: Nitrogen. **Nutrition Abstracts and Reviews** . B, v.57, n.12, p.713-736, 1987.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). Technical Committee on responses to nutrients: Nutritive requirements of ruminant animals: protein. **Nutrition Abstracts and Reviews**, 1992. 65-71p.

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). Energy and protein requirements of ruminants. CAB International, Wallingford, UK, 1993. 159 p.

ANDRADE, P. Técnica *in situ* (saco de náilon) na avaliação de alimentos para ruminantes. In: Simpósio Internacional de Produção de Ruminantes. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: EDUEM, 1994. p. 141-147.

ARGEL, P. J.; LASCANO, C. E. *Cratylia argentea*: una nueva leguminosa arbustiva para suelosácidos en subhúmedas tropicales. Disponível em <<http://www.ciat.org/tropileche/documentos/articulos/pedro-argel/cratylia/resumen.htm>> Acesso em 28 de outubro, 2002.

AROEIRA, L. J. M.; XAVIER, D. F. Digestibilidade e degradabilidade da *Cratylia*

floribunda no rúmen. **Pasturas Tropicales**, v. 13, p.15-19, 1991.

BRODERICK, G. A. Desirable characteristics of forage legumes for improving protein utilization in ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 2760-2773, 1995.

CARVALHO FILHO, O. M. de; DRUMOND, M. A.; LANGUIDEY, P. H. *Gliricidia sepium*: leguminosa promissora para as regiões semi-áridas. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1997. p. 17 (EMBRAPA-CPATSA. **Circular Técnica**, 35).

CHALUPA, W. Rumen Bypass and Protection of proteins and aminoacids. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 58, n. 8, p. 1198-1213, 1974.

FARCHNEY, G. Y. & BLACK, J. L. Modelling rumen function and the absorption of nutrients. In: Baldwin, R. L. & Bywater, A. C. (eds.). II. **International Workshop on Modelling Ruminant Digestion and Metabolism. Proceedings**. University of California, Davis, p, 39, 1984.

FRANZOLIN, R.; HERLING, V. R.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M. Degradabilidade *in situ* de gramíneas e leguminosas em búfalos sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 24, p. 9-19, 1995.

GOMIDE, J. A. Contribuição das pastagens para a dieta dos ruminantes. **Informe Agropecuário**, v. 9, p. 3-10, 1983.

HA. J. K., KENNELLY, J. J. In situ dry matter and protein degradation of various protein sources in dairy cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 64, p. 443-452, 1984.

HUBER, J. T. In: **Anais do 2^o Simpósio sobre Nutrição de Bovinos (Uréia para**

ruminantes) Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz – FEALQ, 1984. Piracicaba, SP, p. 363, 1984.

HUTTON, E. M. Legumes for animal production from brazilian pastures. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 21., 1984, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, SBZ, p.18, 1984

KARIA, C. T.; RAMOS, A. K. B.; AYARZA, M. A. Avaliação preliminar de espécies forrageiras no Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados: Perspectivas futuras. In: Pereira, R. C., Nasser, L. C. (eds.) Simpósio Sobre o Cerrado, 8., 1996, Brasília. **Anais...** Planaltina: EMBRAPA-CPAC, p. 471-475, 1996.

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

LUDLOW, M. M. Photosynthesis and dry matter production in C3 and C4 pasture plants, with special emphasis on tropical C3 legumes and C4 grasses. **Aust. J. Plant Physiol.** v. 12, p. 557-72, 1985.

McDONALD, I. A revised method for the estimation of protein degradability in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v. 96, p. 251-252, 1981.

MERCHEN, N.R. & BOURQUIN, L.D. Processes of digestion and factors influencing digestion of forage-based diets by ruminants. In: Fahey Ed. Forage Quality, Evaluation, and Utilization (1994: University of Nebraska). Madison,, p. 564-612, 1994).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Ruminant nitrogen usage. Washington DC:

p. 158, 1985.

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

NOCEK, J.E. In situ e outros métodos para estimar a proteína ruminal e a digestibilidade da energia: Revisão. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES. Lavras-MG. UFLA/FAEPE, p. 241-287, 1997.

NUERNBERG, N. J. Técnicas de produção de alfafa. In: Congresso Brasileiro de Pastagens. Piracicaba, 1986. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 145-160, 1986.

ORSKOV, E. R. Importância relativa de la digestion ruminal y post-ruminal respecto a la nutricion protéica y energética em ruminants. *Prod. Anim. Trop.*, v.3, n.1, p. 09-105, 1978.

ORSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted and according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v. 92, p. 499-503, 1979.

ORSKOV, E. R.; DEB HOVELL, F. D.; MOULD, F. Uso de la tecnica de la bolsa de nylon para la valuacion de los alimentos. **Produccion Animal Tropical**, v. 5, p. 213-233, 1980.

ORSKOV, E. R.; OJWANG, I.; REID, G. W. Type of particle size affecting outflow rates of protein supplements. **Animal Production**, v. 47, p. 45-51, 1988.

ORSKOV, E. R. Protein nutrition in ruminants. New York: Academi Press, p. 160, 1982.

PIZARRO, E. A.; RAMOS, A. K. B.; AYARSA, M. A. Avaliação agronômica de leguminosas forrageiras consorciadas com *Brachiaria decumbens* em Uberlândia-MG. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35., 1996. Fortaleza. **Anais...**

Fortaleza, SBZ, p. 209-211, 1996.

ROMERO, F. Utilization de la técnica de digestion in situ para la caracterizacion de forrages. **Nutrition de Ruminantes**. Guia Metodológica de Investigacion. San José: RISPAL, p. 105-114, 1990.

SAMPAIO, I.B.M. Experimental designs and modelling techniques in the study of roughage degradation in rumen and growth of ruminants. Reading. University of Reading, p. 105-114, 1988 (Ph. D. Thesis).

SAMPAIO, I. B. M. Seleção dos pontos experimentais de colheita de material para o estudo da degradação da matéria seca no rúmen. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 27., Campinas, 1990. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 13, 1990.

SAMPAIO, I. B. M., PIKE, D. J. & OWEN, E. Otimização de delineamento no estudo de degradabilidade da matéria seca no rúmen. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 47, n. 3, p. 373-383, 1995.

SMITH, L. W.; GOERING, H. K. & GORDON, C. H. Relationship of forage compositions with rates of cell wall digestion and indigestibility of cells walls. **J. Dairy Sci.**, v. 55, n. 8, p. 1140-1147, 1972.

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

ULYATT, M. J.; McNABB, W. C. Can protein utilization from pasture be improved? In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 36., Porto Alegre, 1999. **Anais...** CD Rom.

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system for analysis and its application to forage. **Journal of Animal Science**, v. 26, p. 119-128, 1967.

VAN SOEST, P. J. Nutritional Ecology of the ruminant. Corvallis, Oregon, O & B Books, p. 374, 1982.

VERITÉ, R et alii. Degradabilité em sachets dès matières azotées des aliments concentrés: Standardization de la méthode et variabilités intra et interlaboratoires. **Reprod. Nut. Develop. Suppl. 2**. p. 161-162, 1990.

VIEIRA, R.A.M., PEREIRA, J.C., QUEIROZ, A.C. et al. Estimativa da digestibilidade ruminal do capim elefante a partir de ensaios de degradação “*in situ*” e “*in vitro*”. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996. **Anais...** Fortaleza, SBZ, p. 297, 1996.

WILKINS, R. J. The potencial digestibility of cellulose in forage and faeces. **Agriculture Science**, Cambridge, v. 73, n. 1, p. 57-65, 1969.

WILSON, J.R., MINSON, D.J. Prospects for improving the digestibility and intake of tropical grasses. **Tropical Grassld.** v. 14, n. 3, p. 253-259, 1980.