

VALOR NUTRITIVO DE GRAMÍNEAS E LEGUMINOSAS FORRAGEIRAS

Ricardo Andrade Reis
Departamento de Zootecnia

Conteúdo

1. Introdução
2. Dinâmica da digestão em ruminantes
3. Composição química de plantas forrageiras
 - 3.1. Métodos para determinação da composição química de plantas forrageiras
4. Digestibilidade de plantas forrageiras
 - 4.1. Métodos para determinação da digestibilidade de plantas forrageiras
5. Fatores que interferem na composição química e digestibilidade de plantas forrageiras
 - 4.1. Espécie forrageira
 - 4.2. Fatores ambientais
 - a- Temperatura
 - b- Stress hídrico
 - c- Luminosidade
 - d- Fertilidade do solo
 - 4.3. Fatores de manejo
 - a- Estádio de desenvolvimento
 - b- Processamento da forragem
5. Fatores que interferem no consumo de forragem
 - 5.1. Consumo de animais em pastejo
 - a- Disponibilidade e estrutura da vegetação
 - b- Valor nutritivo da forragem
 - c- Fatores ambientais
 - d- Características dos animais
 - e- Fatores antidualitativos
 - f- Interação com os suplementos
6. Potencial de produção de animais em pastejo

1. Introdução

Sistemas de produção de ruminantes com base na exploração de pastagens. Potencial de produção, associar os aspectos quantitativos (PMS) e qualitativo (ganho/animal), comparar temperado x tropical.

Definições: valor nutritivo, valor alimentício, qualidade de forragem

Requerimento animal

Estacionalidade da produção

2. Dinâmica da digestão em ruminantes

A principal fonte de energia proveniente da digestão de volumosos são os constituintes da parede celular, envolvendo principalmente celulose e hemicelulose. Esses carboidratos possuem ligações do tipo β glicose 1-6 combinadas em cadeias. Os animais não possuem enzimas capazes de digerir essas ligações, dependendo de microrganismos do rúmen para desenvolver este processo.

Em geral, estes carboidratos são insolúveis e o passo inicial para sua hidrólise envolve a ação de microrganismos celulolíticos produzindo celobiose (composto com duas moléculas de glicose), a qual é degradada para glicose que é fermentada através de uma série de reações produzindo ácidos graxos de cadeia curta (AGV), metano e dióxido de carbono. Os compostos intermediários desse processo, juntamente com a fonte de nitrogênio são usados para a produção de massa de microrganismos. Muitas espécies de microrganismos estão envolvidas no processo de utilização desses carboidratos (Minson, 1990, Van Soest, 1994).

De acordo com Preston e Leng (1987) no processo de digestão dos carboidratos estruturais as perdas totais de energia como calor são baixas e a maior parte da energia resultante da fermentação desses carboidratos é retida como AGV e células microbianas.

É importante salientar que os principais fatores que afetam a síntese de proteína microbiana no rúmen de animais alimentados com dietas a base de volumosos são:

- Consumo de energia potencialmente fermentável,

- Disponibilidade e/ou concentração de precursores da síntese de proteína microbiana (glicose, ácido nucléico, aminoácidos, amônia e minerais e talvez outros co-fatores) no líquido ruminal,
- Manutenção de ATP para os microrganismos,
- Renovação e morte de células de microrganismos,
- Atividade de protozoários e de fungos.

Os ruminantes são animais caracterizados por apresentarem quatro compartimentos gástricos, sendo que o retículo-rúmen (câmara de fermentação) representa aproximadamente 85% do estômago de um animal adulto, enquanto o restante é compreendido pelo omaso-abomaso (estomago verdadeiro) e com uma capacidade total de até 200 litros (Church, 1988).

A temperatura ruminal situa-se na faixa de 39°C a 40°C e o valor de pH varia entre 6,5 e 7,0 devido basicamente a elevada e ininterrupta produção de saliva, em função da manutenção de teores adequados de fibra na dieta, garantindo umidade do conteúdo ruminal entre 80 a 90% (Lucci, 1997).

O meio ruminal é anaeróbio e os nutrientes são adicionados pela ingestão, digestão dos alimentos, alternados com períodos de ruminação e mastigação, processos esses responsáveis pela redução do tamanho das partículas ingeridas. O rúmen apresenta movimentos regulares e constantes, permitindo a mistura dessas partículas recém-ingерidas com o conteúdo ruminal, contribuindo no processo de fermentação e na saída de partículas menores do que 1 milímetro pelo orifício rúmen-reticular para o estomago verdadeiro (abomaso) dando seqüência ao processo digestivo (Poppi et al., 1980).

O rúmen funciona basicamente como uma câmara de armazenamento e fermentação, realizada pela atividade simbiótica dos microrganismos ruminais, bactérias, protozoários e fungos. Para que ocorra a digestão simbiótica dos alimentos consumidos é necessária a manutenção das condições supracitadas (temperatura, pH, motilidade, umidade, etc), resultando na produção de ácidos graxos voláteis, dióxido de carbono, metano, amônia e células microbianas.

Nesse processo, as bactérias celulolíticas são as mais importantes, por permitirem aos bovinos a capacidade de sobreviverem em dietas exclusivas de forragens. Entretanto,

vale ressaltar que além da fonte de energia (celulose, hemicelulose), esses microrganismos necessitam de adequado suprimento de N, sendo a amônia, sua principal fonte (Lucci, 1997).

Além disso, é necessário que haja o fornecimento de fonte de proteína verdadeira, uma vez que somente a amônia não supre as exigências de nitrogênio dos microrganismos e por conseqüência, o requerimento protéico dos animais, notadamente aqueles de elevado potencial de produção. Para entender a utilização do N pelos ruminantes, primeiramente, deve-se compreender como as proteínas são utilizadas no trato digestório.

O NNP não faz parte da estrutura da proteína e pode ser utilizado pelos microrganismos do rúmen para sintetizar proteínas de origem microbiana. Essas proteínas passam para o intestino delgado, onde serão utilizadas pelo animal. A suplementação exclusiva com nitrogênio não protéico (NNP), caso da uréia, não satisfaz totalmente a demanda protéica do animal. O excedente de NNP, na forma de amônia, é absorvido pela parede ruminal e levado através do sangue ao fígado, onde a amônia vai ser transformada em uréia. Parte da uréia é reciclada, retornando ao rúmen, através da saliva e a parte restante, é eliminada pela urina a fim de prevenir intoxicações. Vale ressaltar, que a eliminação de NNP excedente acarreta aumento do gasto energético do animal para esta finalidade, motivo pelo qual, seu uso deve seguir as recomendações técnicas.

Sendo assim, não há dúvidas de que os ruminantes devam receber suficientes quantidades de aminoácidos essenciais (AAE) a nível tissular, para atender as exigências da manutenção e produção. No caso dos ruminantes, a situação é mais complexa devido às particularidades do metabolismo intermediário, às transformações que os alimentos sofrem durante a degradação ruminal e às dificuldades de se conhecer os aminoácidos disponíveis no intestino delgado oriundos de uma mistura de proteínas microbianas, dietéticas (sobrepassantes) e endógenas.

Dessa forma, esta abordagem simplificada sobre os princípios que norteiam a nutrição de ruminantes, caracterizam a necessidade de manutenção do equilíbrio no ambiente ruminal, de forma a potencializar a atuação dos microrganismos e conseqüentemente aumentar a eficiência de uso da forragem disponível nas pastagens. Portanto, a meta da suplementação, nestas circunstâncias, deve ser a oferta de nutrientes

(proteína, energia, minerais e vitaminas) que sistematicamente limitam a produção de animais mantidos em pastagens.

3. Composição química de plantas forrageiras

A eficiência de utilização de plantas forrageiras pelos animais depende de inúmeros fatores, incluindo a qualidade e a quantidade da forragem disponível, o potencial do animal e a natureza dos produtos da digestão.

O termo "qualidade da forragem" é melhor definido pela produção por animal, estando relacionado diretamente com o consumo voluntário e digestibilidade dos nutrientes contidos na mesma (Figura.01). Portanto, a qualidade da forragem pode ser expressa em relação à produção por animal, quando a disponibilidade do alimento e potencial do animal não são limitantes

Se as condições acima enumeradas forem observadas, então as diferenças na qualidade da forragem são devidas às variações no consumo voluntário e valor nutritivo da forragem consumida.

Embora as diferenças no consumo de forragem possam ser causadas por variações nas características inerentes à planta, a ingestão pode também ser influenciada por fatores que não são diretamente relacionados à qualidade da forragem. Dentre esses fatores, destacam-se a aceitabilidade, a presença de compostos antinutritivos, a taxa de passagem do alimento pelo trato gastrointestinal, a disponibilidade de forragem, a estrutura da vegetação e as características dos animais (Whiteman, 1980; Crowder & Chheda, 1982).

A definição mais correta de qualidade da forragem é a que relaciona o desempenho do animal com o consumo de energia digestível (ED). Nesse contexto, o termo "valor nutritivo" (VN), normalmente refere-se ao conjunto formado pela composição química da forragem, sua digestibilidade e a natureza dos produtos da digestão (Figura 01).

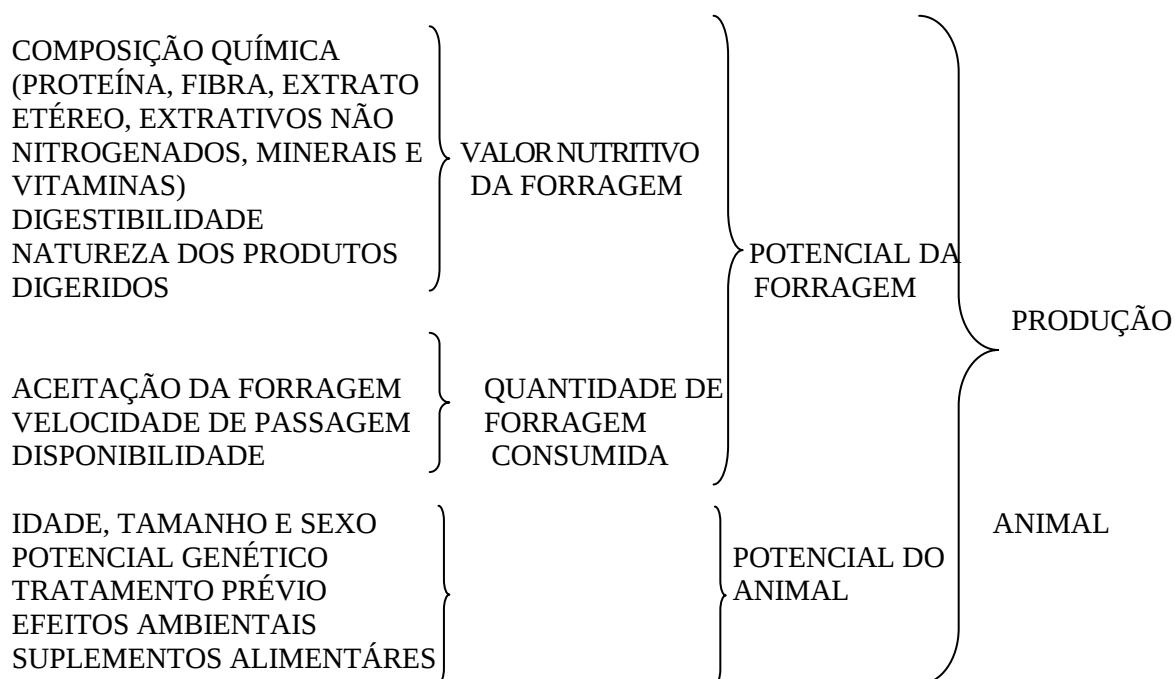


Figura 01. Fatores associados ao valor nutritivo da forragem. (Adaptado de Mott & Moore, 1970).

A melhor avaliação da qualidade de uma forragem é o desempenho animal. O consumo, a digestibilidade e a eficiência de utilização, são características da forragem que determinam o desempenho animal, sendo que o consumo responde por 60 a 90% das variações nos valores de digestibilidade da energia (Mertens, 1994).

Crampton et al. (1963) ao determinarem o Índice de Valor Nutritivo observaram que 70% das variações nesse valor, correspondem ao consumo e 30% a digestibilidade da forragem.

As frações químicas que tem sido relacionadas com o consumo e digestibilidade da forragem, incluem os teores de fibra, de proteína e lignina (Cherney e Mertens, 1998).

O valor nutritivo é classificado pelos nutricionistas e agrostologistas em três componentes gerais: digestibilidade, consumo e eficiência energética (Raymond, 1969), enquanto o valor alimentício inclui aspectos relacionados ao desempenho do animal (Moore, 1994).

Segundo Van Soest (1994) qualidade de forragem é um tópico complicado, pois na sua avaliação ocorrem interações entre disciplinas acadêmicas, gerando diferentes

perspectivas no resultado. Qualidade da forragem é talvez, o fator mais importante que influencia a produtividade de um ruminante, quer seja em pastejo ou em confinamento.

Um sistema de análise de forragem deve incluir a avaliação dos teores de fibra, proteína e lignina, sendo o primeiro ponto crítico para a precisão dessas determinações a avaliação dos conteúdos de MS da forragem. Algumas avaliações, tais como as de carboidratos solúveis são de particular importância em pesquisas sobre ensilagem. Outras como análise de taninos, amido e fibra solúvel podem ser de interesse para algum tipo de forragem e algumas situações específicas. O valor de qualquer análise em particular, outras que não sejam fibra, proteína e lignina é dependente do objetivo da pesquisa e do impacto econômico do fato de se deixar de fazer a análise. Por exemplo se um fator antiqualitativo limita a produção animal, este torna-se o mais importante a ser analisado (Cherney, 2000).

A análise química pode não fornecer uma estimativa direta do VN de uma forragem, mas pode-se estabelecer relações estatísticas para se determinar a digestibilidade e o consumo. A utilização dessas relações são de importância para se predizer o desempenho animal através da análise dos teores de fibra, proteína, lignina e de outros componentes da forragem.

Tabela 01. Métodos para avaliação de pastagens

Fator		Método
Produção de forragem		Gaiolas, corte, animais/ha
Qualidade da forragem	Composição	Análise química
	Digestibilidade	Fístula esofágica, digestibilidade in vitro, degradabilidade in situ
	Consumo	Determinação da produção de fezes
Produção animal	Capacidade de suporte	Taxa de lotação, produção/ha, manejo
	Eficiência	Aparato para avaliação da respiração

Fonte: Adaptado de Van Soest, 1994

A qualidade e a produção da forragem podem ser estimadas através da observação da densidade das plantas, amostragem e análise química, e determinação da capacidade de suporte da pastagem (Tabela 01). Deve-se ter em mente que nenhum tipo de avaliação simples é capaz de descrever quantitativamente as relações nutricionais entre a planta e o animal. A capacidade de suporte e a produtividade animal, por exemplo, ambos dependem do consumo de material digestível proveniente da planta e da eficiência do animal. As variáveis do ambiente asseguram que muitos outros fatores influenciam a eficiência de utilização do alimento em condições de pastejo. O calor e a umidade afetam ambos, o animal em pastejo e a planta forrageira

3.1. Métodos para determinação da composição química de plantas forrageiras

A qualidade da forragem é determinada pelas características químicas e físicas das plantas, sendo que as interações destas com os mecanismos de digestão, metabolismo e controle do consumo voluntário determinam o nível de ingestão de ED, bem como o desempenho do animal.

Inúmeros esquemas de **análise de alimentos** vêm sendo desenvolvidos para definir a composição química de plantas forrageiras. Tais análises são necessárias para se formular rações que atendam às exigências dos animais. Além disso, mediante a avaliação da composição química, é possível quantificar a presença de compostos como proteína, carboidratos estruturais, carboidratos solúveis, substâncias tóxicas, ácidos orgânicos, vitaminas e minerais essenciais para os animais.

3.2. Sistema de Análise de Weende

O sistema de análise de Weende, também denominado de sistema de análise proximal para a determinação da composição química de plantas forrageiras, vêm sendo usado desde 1890 (Fig. 2).

MATÉRIA SECA			ÁGUA	
MATÉRIA ORGÂNICA			CINZAS	SISTEMA DE WEENDE
FIBRA BRUTA	EXTRATIVO NÃO NITROGENADO	EXTRATO ETÉREO	PROTEÍNA BRUTA	
PAREDE CELULAR		CONTEÚDO CELULAR		SISTEMA DE VAN SOEST

Figura 02. Sistemas de análise da composição química de plantas forrageiras. (Adaptado de Van Soest, 1994).

Tal método consiste no fracionamento do alimento em seis componentes (Figura 02), a saber: água, cinzas ou matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra bruta (FB), extrato etéreo (EE), e extrativos não nitrogenados (ENN).

Determinação de matéria seca.

O conteúdo de matéria seca (MS) não é considerada uma característica química da forragem por muitos pesquisadores em plantas forrageiras, mas sua determinação precisa é essencial para a acurácia das outras avaliações. Pequenos erros na avaliação da MS são ampliados no cálculo das outras frações, afetando a determinação da qualidade da forragem.

Os resultados analíticos devem ser expressos com base na MS para permitir a comparação entre alimentos com diferentes conteúdos de umidade, além de permitir o correto balanceamento das dietas dos animais.

O conteúdo de água da forragem pode ser avaliado através de inúmeros métodos (Tabela 02), todavia o mais comum é a determinação da perda de peso da amostra após a secagem em estufa a 100-105°C.

Tabela 02. Comparação de métodos para análise do conteúdo de matéria seca de plantas forrageiras

Método	Princípio	Variação no conteúdo de umidade (g/ kg)	Acurácia
Estufa	Secagem	0-1000	Boa para forragem seca, ruim para silagens
Estufa	Secagem com correção para compostos voláteis	0-1000	Boa
Destilação com tolueno	Fervura	0-900	Boa
Destilação com tolueno	Fervura com correção	0-900	Muito boa para silagem
Saponificação	Ligações químicas com água	0-1000	Muito boa
Karl Fischer	Titulação	0-1000	Excelente
Cromatografia gasosa	Separação física da água de outros compostos químicos	0-1000	Excelente
NIRS	Propriedades eletromagnéticas	0-400	Muito boa

Adaptado de Cherney, 2000

A forragem conservada na forma de fenos pode ser avaliada para determinação de MS de várias formas, enquanto silagens apresentam restrições quanto ao método a ser usado, devido a presença de compostos voláteis.

Os métodos que não envolvem a secagem permitem maior acurácia na avaliação do conteúdo de MS das silagens, uma vez que minimizam a perda de compostos voláteis (Tabela 02).

No sistema de análise de Weende os teores de cinzas ou matéria mineral (MM) são determinados após incineração da amostra a 550°C-600 °C.

A fração proteína bruta (PB) é quantificada pelo método Kjeldhal, onde o nitrogênio total (NT) da amostra é dosado, e a seguir multiplicado por 6,25, considerando-se que todas as proteínas das plantas forrageiras contêm 16,0% de nitrogênio.

A fibra bruta (FB) é avaliada mediante o tratamento da forragem com soluções de ácido e base fracas. No entanto, é importante ressaltar que alguns componentes da fibra (lignina, hemicelulose) são parcialmente solubilizados por esses produtos químicos.

A fração extrato etéreo (EE) é obtida após o tratamento da amostra com éter, sendo considerada como a porção de lipídeos (gordura) da forragem.

Finalmente, a fração extrativo não nitrogenado (ENN) é calculada por diferença, onde se subtraem de 100 os valores obtidos para os demais componentes analisados, ou seja, $ENN = 100 - (PB + FB + EE + MM)$.

O sistema proximal é a base para o cálculo do conteúdo de nutrientes digestíveis totais (NDT), segundo a seguinte fórmula: $NDT = PD + (EED \times 2,25) + FD + ENND$, considerando-se as seguintes condições:

a- A fração EE engloba lipídeos e gorduras, de maneira geral, os quais contêm 2,25 vezes mais energia do que os carboidratos.

b- Todo o nitrogênio da amostra é de origem protéica, a qual contém 16% de N; daí a utilização do fator 6,25, ou seja, $100/16 = 6,25$.

c- A FB está constituída pela fração menos digestível da forragem.

d- O ENN representa a fração de carboidratos altamente digestíveis.

Van Soest (1994) reporta que nenhuma das premissas anteriores é verdadeira e que o grau de erro varia consideravelmente em decorrência das seguintes considerações:

1- A fração EE inclui ceras e pigmentos de pouco valor nutricional, e a forragem não contém triglicerídeos. Além disto, os galactolipídeos das folhas possuem menor teor energético do que o fator 2,25 usado no cálculo do NDT.

2- O tecido vegetal contém quantidades variáveis de compostos nitrogenados, como ácidos nucleicos, amidas, nitratos, amônia e também frações associadas à lignina. O conteúdo de N da fração protéica varia de 15 a 16%, e esta corresponde a 70% do N total da planta.

3- No sistema de análise usado para fibra bruta, é comum a digestibilidade da FB ser maior do que a do ENN, sendo tal fato explicado pela solubilização de parte da hemicelulose e da lignina durante as análises de FB.

4- No cálculo do ENN por diferença, ocorre o efeito cumulativo, em função dos erros cometidos nas demais avaliações.

2.2. Sistema de Análise de Van Soest

O sistema proposto por Van Soest para análise de plantas forrageiras estabelece que a planta é dividida em duas porções: a- conteúdo celular; b- parede celular (Fig.2).

O método de análise consiste no tratamento da forragem com uma solução contendo detergente neutro a qual solubiliza o conteúdo celular (CC) constituído por açúcares solúveis, amido, lipídeos, pectina, nitrogênio não protéico, proteína, vitaminas e minerais. Com o uso deste detergente, permanece insolúvel a parede celular (PC) ou fibra em detergente neutro (FDN), composta por celulose, hemicelulose, lignina, cutina e sílica.

Em outra etapa, a amostra é tratada com uma solução contendo detergente ácido, que solubiliza o conteúdo celular e também a fração hemicelulose, permanecendo insolúveis as porções referentes à lignina e celulose. Esta fração é denominada fibra em detergente ácido (FDA) ou fração ligno-celulósica.

Neste sistema, tem-se o CC de alta digestibilidade e a PC de digestão parcial, dependendo de fatores tais como os teores de lignina, celulose, hemicelulose e sílica (Tabela 03). Para maior eficiência de utilização de plantas forrageiras na alimentação animal, torna-se necessária a avaliação dos teores de vitaminas e de minerais, uma vez que as exigências dos animais nem sempre são atendidas pelo uso exclusivo de forragem.

As plantas forrageiras são fontes importantes de vitaminas A e E e também de minerais essenciais (Na, K, Ca, P, Mg, S, Cu, Co; Zn, Mn, Mo, I, Se). Além destes compostos, é importante ainda, na avaliação de forrageiras, o conhecimento dos teores de substâncias denominadas fatores antidualitativos. Compostos como alcalóides, taninos, cianetos podem causar intoxicação nos animais, promovendo ainda diminuição na aceitabilidade e até mesmo redução na atividade de microrganismos do rúmen.

Tabela 03. Classificação das frações da forragem de acordo com suas características nutritivas.

Classe	Fração	Disponibilidade Nutricional	
		Ruminante	Monogástrico
Categoria A (Conteúdo celular)	Açúcares	Completa	Completa
	Carboidratos solúveis	Completa	Completa
	Amido	Completa	Completa
	Pectina	Completa	Alta
	N-não-protéico	Alta	Alta
	Proteína	Alta	Alta
	Lipídios	Alta	Alta
	Outros compostos	Alta	Alta
	Solúveis		
Categoria B (Parede celular)	Hemicelulose	Parcial	Baixa
	Celulose	Parcial	Baixa
	Proteína alterada pelo calor	Indigestível	Indigestível
	Lignina	Indigestível	Indigestível
	Silica	Indigestível	Indigestível

Adaptado de Van Soest, (1994).

4. Digestibilidade de plantas forrageiras

4.1. Métodos para determinação da digestibilidade de plantas forrageiras

DIGESTIBILIDADE DAS PLANTAS FORRAGEIRAS

A digestibilidade é uma medida da proporção do alimento consumido que é digerido e metabolizado pelo animal. Em princípio, a digestibilidade potencial de todos os componentes da planta, exceto lignina, cutina e sílica, é de 100%. Todavia, a digestão completa jamais acontece, uma vez que a encrustação da hemicelulose e da celulose pela lignina têm efeito protetor contra a ação dos microrganismos do rúmen (Whiteman, 1980).

Os sistemas de análise de alimentos fornecem estimativas dos vários constituintes da planta forrageira (Quadro 1), mas não indicam precisamente o seu VN. Desta forma, tem-se que a digestibilidade é um fator importante na avaliação do VN de uma planta forrageira e pode ser definida como a diferença dos valores observados entre o alimento consumido e o excretado, expresso em % do consumido.

4.1. Métodos de Avaliação da Digestibilidade

- Método "in vivo"

Este sistema consiste na determinação da digestibilidade, considerando o consumo de MS de forragem e a excreção de MS nas fezes, de acordo com o seguinte cálculo:

$$\text{Dig (\%)} = (\text{MS consumida} - \text{MS excretada}) / \text{MS consumida} \times 100$$

Neste sistema, os animais (bovinos, ovinos, caprinos) são confinados em gaiolas, permitindo o controle da forragem consumida, das sobras de alimento e a coleta total das fezes. A análise dos componentes do alimento e das fezes permite a determinação da digestibilidade das diferentes frações da planta.

- Método "in vitro"

Em função dos altos custos envolvidos na alimentação de animais confinados, tem-se a opção da avaliação da digestibilidade das forrageiras pelo método "in vitro".

Este método procura simular as condições do rúmen em ambiente artificial de tubos de ensaio, observando-se os seguintes princípios:

a- Incubação da amostra de forragem com fluido de rúmen de animais fistulados que recebem alimentação semelhante ao alimento a ser analisado.

b- Tamponamento do fluido de rúmen com saliva artificial, para que o pH permaneça entre 6,8 e 7,0.

c- Manutenção da temperatura próxima a 39°C, semelhante à do rúmen.

Este sistema de análise pode ser desenvolvido em 48 horas (fase de fermentação) e, a seguir, complementado com mais 48 horas, mediante a adição de pepsina ácida ao meio

para haver a degradação da proteína microbiana sintetizada. Desta forma, conhecendo-se os pesos da amostra antes e após a incubação, pode-se calcular a digestibilidade da forragem.

Os resultados de trabalhos de pesquisa evidenciam que os dados obtidos por este método de análise apresentam alta correlação com os do sistema "**in vivo**".

As vantagens do sistema "**in vitro**", além do aspecto econômico já mencionado, são referentes ao número de amostras processadas, rapidez e trabalho dispendido.

- Método "**in situ**"

Este sistema consiste basicamente na colocação de uma quantidade conhecida de forragem em sacos de náilon dentro do rúmen do animal e, após períodos estabelecidos, estas amostras são retiradas, os sacos lavados e secos, sendo a seguir pesado o resíduo de forragem remanescente. Desta forma, tem-se a possibilidade de se calcular a digestibilidade da forragem, mediante as diferenças nos pesos antes e depois da incubação.

5. Fatores que interferem na composição química e digestibilidade de plantas forrageiras

5.1. Espécie forrageira

5.2. Fatores ambientais Temperatura

- a- Stress hídrico
- b- Luminosidade
- c- Fertilidade do solo

5.3. Fatores de manejo

- a- Estádio de desenvolvimento
- b- Processamento da forragem

6. Fatores que interferem no consumo de forragem

6.1. Forragem conservada

- a- Silagem
- b- Feno

6.2. Consumo de animais em

6.3. Disponibilidade e estrutura da vegetação

- a- Valor nutritivo da forragem
- b- Fatores ambientais
- c- Características dos animais

- d- Fatores antidualitativos (Limits for animal production, chemistry and biochemistry, antiduality factors)
 - e- Interação com os suplementos
7. Potencial de produção de animais em pastejo

FATORES QUE INTERFEREM NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE PLANTAS FORRAGEIRAS

3.1. Espécie forrageira

As plantas forrageiras diferem amplamente em sua composição química, mesmo quando crescem nas mesmas condições ambientais (Hoveland & Monson, 1980).

As variações na composição química ocorrem como resultado da diversidade genética das plantas. Em geral, as leguminosas são mais ricas em PB, cálcio e fósforo do que as gramíneas, daí o valor nutritivo mais elevado daquelas plantas (Quadro 2). As leguminosas, quer sejam de clima temperado ou tropical, possuem valores semelhantes de PB, enquanto que as gramíneas de clima tropical apresentam, geralmente, teores mais baixos de PB do que as temperadas.

Moore & Mott (1973) apresentam teores de FB (18 a 40%), constituintes de parede celular (34 a 73%), FDA (18 a 48%), lignina (1 a 11%) em espécies de gramíneas de clima temperado. Por outro lado, os valores destes componentes nas espécies de clima tropical são mais elevados, raramente sendo registrados níveis de PC inferiores a 55%. Valores acima de 65% são comuns em plantas colhidas no estágio vegetativo e de 75 a 80% nas colhidas no estágio de pós-florescimento.

Quanto aos teores de minerais, deve-se considerar que as espécies de gramíneas tropicais possuem níveis mais baixos de fósforo, do que as temperadas e que as leguminosas têm níveis mais elevados de cálcio do que as gramíneas.

Segundo Moore (1980) e Hoveland & Monson (1980), as espécies de gramíneas temperadas são mais digestíveis do que as de clima tropical. Este fato pode estar

relacionado a aspectos genéticos, mas também pode ser devido a fatores ambientais, como altas temperaturas, ou baixos níveis de nutrientes dos solos nos ecossistemas tropicais.

3.2. Fatores ambientais

O potencial genético para produção de forragem de alta qualidade em uma espécie forrageira pode ser afetado intensamente pelos fatores ambientais. Num sentido amplo, o ambiente não inclui somente os fatores climáticos (abióticos), sobre os quais o ser humano tem pouca influência, mas também os fatores bióticos (pastejo pelos animais, pragas e doenças), além da aplicação de fertilizantes e uso do fogo, que exercem influência sobre a produção e qualidade da forragem.

3.2.1. Temperatura

A adaptação às variações de temperatura é um dos principais determinantes da distribuição geográfica das espécies forrageiras. De modo geral, altas temperaturas durante o crescimento das forrageiras promove diminuição no conteúdo celular e elevação nos teores de PC, tendo como resultado direto a diminuição na digestibilidade (Wilson , 1982). Tal efeito é mais acentuado nas espécies de gramíneas do que nas leguminosas, em função do aumento na taxa de crescimento. Segundo Van Soest (1982), as plantas, quando crescem sob altas temperaturas, apresentam diminuição na digestibilidade em função de dois fatores: a- aumento na lignificação da parede celular; b- diminuição no conteúdo celular em função da síntese de PC.

3.2.2. Umidade

As deficiências severas de umidade, que acarretam paralisação do crescimento e morte da parte aérea das forrageiras, sem dúvida, limitam a produção animal em função da baixa qualidade da forragem remanescente e da quantidade de alimento disponível. No entanto, as deficiências hídricas mais amenas que reduzem o crescimento das plantas, retardando a formação de caules, resultam em plantas com maior proporção de folhas e de

conteúdo de nutrientes potencialmente digestíveis (Wilson, 1982; Van Soest, 1982). Deve-se considerar que as leguminosas, submetidas ao estresse hídrico, podem perder folhas, acarretando diminuição no VN (Hoveland & Monson, 1980). Segundo estes autores, os efeitos tóxicos dos alcalóides e dos glicosídeos cianogênicos são mais pronunciados em plantas submetidas ao estresse hídrico.

3.2.3. Luz

A luz afeta o desenvolvimento das plantas forrageiras de várias maneiras, incluindo aspectos quantitativos e qualitativos. O aumento da atividade fotossintética promove elevação nos teores de açúcares solúveis, aminoácidos e ácidos orgânicos, ocorrendo paralelamente diminuição no conteúdo de parede celular e de nitrato.

Trabalhos reportados por Wilson (1982) mostram que a qualidade de plantas forrageiras de clima tropical e temperado decresce em função da diminuição da luminosidade. Segundo esse autor, o sombreamento diminui os teores de carboidratos solúveis das folhas e aumenta os de PC.

3.2.4. Solo

A disponibilidade de nutrientes do solo exerce influência sobre o crescimento e composição química das plantas forrageiras. De modo geral, a disponibilidade de nutrientes no solo influencia a composição química das plantas de duas maneiras:

a- Permite a absorção de nutrientes essenciais e também aqueles tóxicos aos animais.

b- Aumenta a produção de forragem pelo estímulo do crescimento da planta.

A influência da fertilidade do solo reflete-se na composição química da planta, influenciando diretamente nos teores de PB, fósforo e potássio e , conseqüentemente, na digestibilidade e no consumo das forrageiras.

Muitas vezes os níveis de minerais adequados para o crescimento das plantas não atendem as exigências dos animais, devendo-se considerar que alguns elementos minerais exigidos pelos animais não o são pelas plantas (Quadro 3).

Em ampla revisão, Boin (1986) sugere que a elevação dos teores de minerais das plantas forrageiras só deve ser feita com o objetivo de maximizar a produção de forragem e não para atender às exigências dos animais. Além de provocar desbalanceamentos nutricionais graves, esse procedimento seria menos indicado, quando comparado com o fornecimento dos minerais diretamente no cocho.

Quadro 3. Exigências de elementos orgânicos e minerais pelas forrageiras e pelos animais.

Elemento	Planta (1)	Animal
Orgânico	CHO	CHO
Minerais		
Macronutrientes	N P K Ca Mg S	N P K Ca Mg S Na
Micronutrientes	B Cl Cu Fe Mn Mo Zn (Co) (Ni) (Na) (Si)	Cl Cu Fe Mn Mo Zn Co Ni I Se F Si

(1)Elementos entre parênteses: essenciais em determinadas condições (Co) ou essencialidade em discussão:(Ni),(Na),(Si).

(Adaptado de Malavolta *et al.*, 1986).

3.3. Estádio de Desenvolvimento

O estágio de desenvolvimento das plantas exerce influência acentuada sobre a composição química e digestibilidade das forrageiras. Com o crescimento das plantas, ocorrem alterações a nível de tecidos, que resultam na elevação dos teores de compostos estruturais tais como a celulose, a hemicelulose e a lignina e, paralelamente, diminuição dos níveis de conteúdo celular (carboidratos solúveis, proteína, minerais e vitaminas).

Além destas alterações, é importante salientar que ocorrem modificações na estrutura das plantas com a substancial elevação na relação caule/folha. Desta forma, é de

se esperar, que plantas mais velhas apresentem maior proporção de caules do que folhas e, portanto, menor conteúdo de nutrientes potencialmente digestíveis.

À medida que a planta se desenvolve, ocorre queda de seu valor nutritivo, representada pela diminuição dos teores de PB e de fósforo, assim como de sua digestibilidade e consumo (Quadro 2).

O valor nutritivo de gramíneas tropicais é altamente influenciado pelo estágio de desenvolvimento das plantas e, também, pelas condições ambientais. As altas temperaturas e intensidades luminosas dos ecossistemas tropicais propiciam às gramíneas desenvolvimento intenso, acarretando alterações acentuadas na composição química e digestibilidade. De modo geral, pode-se inferir que estas forrageiras apresentam em média 13 unidades percentuais a menos de digestibilidade, quando comparadas às espécies de clima temperado

É importante frisar que, no estágio vegetativo, os níveis de PB das gramíneas tropicais e temperadas são altos, e que a diminuição nestes valores ocorre com a maturação das plantas. O declínio nos teores de PB é geralmente mais acentuado nas espécies de gramíneas tropicais, do que nas de clima temperado. As alterações estacionais nos conteúdos de PB são acentuadas, variando de 10 a 15% em capins tropicais no início do período de crescimento ou de "verão". Todavia, teores de 5% ou menos são comumente encontrados nestas espécies, durante o período seco ou de "inverno".

As leguminosas forrageiras apresentam comportamento diferente das gramíneas em resposta ao desenvolvimento. Sabe-se que as leguminosas apresentam queda mais lenta de sua qualidade em função do estágio de desenvolvimento. Em termos de VN, sabe-se que as folhas das leguminosas têm a capacidade de manter o seu valor nutritivo mesmo no estágio de desenvolvimento mais avançado.

Além disto, é importante ressaltar que as leguminosas possuem o seu sistema radicular bem desenvolvido, o que lhes confere boa tolerância à seca, permitindo assim o seu crescimento mesmo no período crítico do ano. O mecanismo de fixação simbiótica do N atmosférico garante o suprimento contínuo deste elemento para a planta, permitindo a manutenção dos níveis de PB.

O manejo de plantas forrageiras tem, em síntese, como objetivos primordiais, a obtenção de altas produções de forragem com elevado valor nutritivo, sem contudo comprometer a sua persistência. Neste sentido, é importante frisar que cortes freqüentes podem fornecer forragem com maior VN, contudo este sistema de manejo pode resultar em menores produções por área. Deve-se ter em mente que os mecanismos de rebrota das forrageiras necessitam ser preservados para garantir a sua persistência, e que cortes ou pastejo freqüentes são prejudiciais às plantas.

CONSUMO DE PLANTAS FORRAGEIRAS

O consumo diário de forragem é um dos principais fatores isolados que determina o valor nutritivo de uma planta forrageira. Os valores de consumo são, normalmente, expressos com base no peso metabólico do animal ($\text{Kg W}^{0,75}$).

De acordo com Raymond (1969), os fatores mais limitantes que afetam a eficiência de utilização do sistema solo-planta-animal são: a- Eficiência da conversão alimentar; b- Valor energético da planta que é consumida pelo animal.

Dentre os fatores que afetam a eficiência da conversão alimentar, destaca-se o nível de consumo, ou seja, quanto maior o consumo, mais elevado será o nível de produtividade dos animais e menores as exigências de nutrientes para cada unidade de produção animal.

Os dados de consumo de forragem, obtidos em ensaios com animais confinados, demonstram as diferenças relativas existentes entre espécies e cultivares, mas podem apresentar baixa correlação com os dados registrados no campo. Fatores tais como estrutura das plantas nas pastagens, disponibilidade de folhas, densidade de folhas e composição botânica, geralmente afetam a quantidade de forragem consumida.

O consumo de forragem está relacionado ao tempo gasto pelo animal em pastejo, ao número de bocados/dia (taxa de bocado) e ao consumo de forragem por bocado (expresso em g de matéria orgânica/bocado) e pode ser expresso pela seguinte fórmula: $C = T \times R \times S$ (Whiteman, 1980).

Onde: C = consumo de matéria orgânica/dia ;

T = tempo de pastejo;

R = taxa de bocado (nº de bocados/unidade de tempo)

S = tamanho do bocado (g de matéria orgânica por bocado)

Stobbs (1969) demonstrou que o tempo gasto pelo animal pastejando forrageiras de clima tropical é maior do que o registrado nas espécies de clima temperado. Em pastagens de boa qualidade, pode-se observar tempo de pastejo inferior a 7 horas/dia, enquanto que, nas de baixa qualidade, ou com baixa produção de forragem, o tempo de pastejo pode exceder 10 a 12 horas por dia. Assim, o número de bocados pode variar de 12000 a 36000 por animal e por dia. O número de bocados por dia depende da disponibilidade de forragem e da quantidade que pode ser apreendida por bocado. Stobbs (1973) encontrou tamanhos de bocado variando de 0,05 até 0,80 g de matéria orgânica (MO) por bocado. O autor concluiu que o consumo diário de um bovino adulto é suficiente para atender às exigências do animal, se o tamanho do bocado não for menor do que 0,3 g de MO, uma vez que o animal raramente excede o número de 36000 bocados por dia.

5.1. Fatores que Influenciam o Consumo de Forragem

A quantidade de cada nutriente que uma forrageira é capaz de fornecer ao bovino é uma medida de seu valor nutritivo e vai determinar o desempenho desse animal (produção diária de leite ou ganho de peso vivo por novilho), quando em regime exclusivo de pastejo. Diversos fatores interagem, determinando a quantidade de nutrientes obtida pelos animais em pastejo. Dentre estes fatores, destacam-se:

- a) composição química;
- b) digestibilidade da matéria orgânica da forragem;
- c) grau de aceitação da forrageira pelo animal e
- d) disponibilidade de forragem.

De maneira geral, os fatores que interferem positivamente na digestibilidade da forragem, também contribuem para aumentar o seu consumo. Neste sentido, deve-se considerar que as forragens mais digestíveis apresentam rápida taxa de passagem pelo trato digestivo do animal, sendo mais consumidas. Milford & Minson (1966) observaram que o

consumo voluntário de matéria seca das forrageiras tropicais aumenta proporcionalmente ao teor de PB da forrageira, até um limite mínimo de 7,0 % na MS, estabilizando-se a seguir. Gomide (1980) relata que o consumo do capim-jaraguá foi proporcional ao teor de proteína, compreendido na faixa de 8,4 a 15,3 % na MS.

O consumo de forragem pelo bovino é determinado por fatores inerentes à planta e ao animal, assim como ao meio ambiente e ao manejo. Com relação à planta, o consumo depende de sua composição química (teores de PB, fósforo, lignina, etc.), da digestibilidade, da disponibilidade, do hábito de crescimento (prostrado ou ereto), e da relação folha/caule. Dentre os fatores limitantes ao consumo de forragem, cumpre destacar a % de folhas. Stobbs (1969; 1973) verificou que a idade da planta influencia o consumo e a quantidade de forragem apreendida por bocado. Nestes estudos, observou-se que a quantidade de capim-de-Rhodes, consumido por bocado, foi mais alta nas plantas com quatro semanas de crescimento, quando comparada àquelas de seis a oito semanas, sendo tal fato relacionado à porcentagem de folhas.

Além dos fatores acima enumerados, é importante observar os inerentes à aceitabilidade das plantas, tais como: espécie forrageira, diferenças interespecíficas e composição química. Ademais, os fatores relativos ao animal (espécie e categoria, história alimentar prévia, peso vivo, estado fisiológico), bem como as condições climáticas desfavoráveis, podem interferir no consumo da forragem disponível, independentemente do seu valor nutritivo. Assim, temperatura, radiação solar e umidade relativa elevadas têm efeito depressivo, enquanto que, condições climáticas mais amenas favorecem o consumo voluntário de forragem (Weston, 1982).

6. LITERATURA CONSULTADA

- ARRUDA, N. G. **Valor nutritivo do capim-Jaraguá** (*Hyparrhenia rufa*) Viçosa, UFV, 1979. 44 p. (Tese de Mestrado).
- BOIN, C. Produção Animal em Pastos Adubados. IN: Associação Brasileira Para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (ed.). **Calagem e Adubação de Pastagens**. Piracicaba. 1986. p. 383-419.

- CROWDER, L.V.; CHHEDA, H.R. **Tropical Grassland Husbandry**. Longman Group Limited. New York. 1982. 562 p.
- DENIUM,B.; DIRVEN, J.P.G. Climate, nitrogen and grass. 6. Comparison of yield and chemical composition of some temperate and tropical grass species grown at different temperatures. **Neth.J. Agric. Sci.**, v. 23. p. 69-82. 1975.
- GOMIDE, J.A. Características de planta forrageira a ser fenada. **Informe Agropecuário**. v.6. n. 64. p. 6-8. 1980.
- GOMIDE, J.A.; OBEID, J.A; TEIXEIRA NETO, J.F. Produtividade e valor nutritivo do capim-Colônia (*Panicum maximum*). **Rev. Soc. Bras. Zoot.**,v.8. n.2. p.198-225. 1979.
- HOVELAND, C. S.; MONSON, W. G. Genetic and environmental effects on forage quality. IN: **Hoveland, C.S. (ed.). Crop Quality, Storage and Utilization**. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin, 1980. p. 139-167.
- LIMA, C. R.; SOUTO, S. M. Valor nutritivo do feno proveniente de diferentes estádios de crescimento da cultura da soja perene (*Glycine javanica*). **Pesq. Agrop. Bras.**, v.7. n. 1. p. 59-62. 1972.
- LIMA, C.A.; GARCIA, J.M.A.; ARAUJO, M.R. Valor nutritivo do feno de siratro em diferentes estádios de crescimento. **Pesq. Agrop. Bras.**, v.7. n. 1. p. 63-66. 1972.
- LIMA,C.R.; GARCIA, J.M.R.; LUCAS, E.D. de. Valor nutritivo dos fenos de *Brachiaria brizantha* (Signal grass) e *Brachiaria* spp (Tanner grass). **Pesq. Agrop. Bras.**, v. 10. p. 1-5. 1975.
- MALAVOLTA, E. ; LIEM, T.H.; PRIMAVESI, A.C.P.A. Exigências nutricionais das plantas forrageiras. IN: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato (ed.). **Calagem e Adubação de Pastagens**. Piracicaba. 1986. p. 31-76.
- MILFORD, R. & MINSON, D.J. Intake of tropical pastures species. **International Grassland Congress**. 9º. São Paulo. Brasil. 1966. p. 815-822.
- MINSON, D.J.; McLEOD, M.N. The digestibility of temperate and tropical grasses. IN: **International Grassland Congress**. 11º. Surfers, Paradise, Australia. 1970. p. 719-722.
- MOORE, J.E. Forage Crops. IN: Hoveland, C.S. (ed.). **Crop Quality, Storage and Utilization**. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin, 1980. p. 61-91.

- MOORE, J.E.; MOTT, G. Structural inhibitors of quality in tropical grasses. IN: **Antiquality Components of Forages**. Crop Science Society of America. Madison, Wisconsin, 1973. p.53-98.
- MOTT, G. & MOORE, J.E. Forage evaluation techniques in perspective. IN: **National Conference on Forage Evaluation and Utilization**. Nebraska Center of Continuing Education. Lincoln, Nebraska. 1970. p. 1-10.
- RAYMOND, W.F. The nutritive value of forage crop. **Advances in Agronomy**., v.21. p. 1-108. 1969.
- REIS, R.A.; FAVORETTO, V. Efeito dos sistemas de manejo sobre a produção e qualidade do feno de soja perene (*Neonotonia wigtii* Verdc.) **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.15. n.5. p. 393-401. 1986.
- SERRÃO, A. S. & SIMÃO NETO, M. Informações sobre duas espécies de gramíneas forrageiras do gênero *Brachiaria* na Amazônia: *B. decumbens* Stapf e *B. ruzizienses* Germain et Everard. **Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte.**, v.2. n.1. 1-31. 1971.
- SKERMAN, P.J.; CAMERON, D.G.; RIVEROS, F. **Leguminosas Forrajeiras Tropicales**. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 1991. 707 p.
- SKERMAN, P.J.; RIVEROS, F. **Tropical Grasses**. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome. 1990. .832 p.
- STOBBS, T.H. The effect of grazing management upon pasture productivity in Uganda. I. Stocking rate. **Trop. Agric.**, v. 46. n. 3. p. 187-194. 1969.
- STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical grasses. II. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animal grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages. **Aust. J. Agric. Res.**, v. 24. n. 6. p. 821-829. 1973.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of Ruminants**. Comstock Publishing Associates, Ithaca, 1982. 573 p.
- WESTON, R.H. Animal factors affecting feed intake. IN: **Nutritional Limits to Animal Production from Pastures**. Hacker, J.B. (ed.). Commonwealth Agricultural Bureaux. Farnham Royal. 1982. p. 183-198.

WHITEMAN, P.C. **Tropical Pasture Science**. Oxford University Press, New York. 1980.
392 p.

WILSON, J.R. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. IN:
Hacker, J.B. (ed.). **Nutritional Limits to Animal Production from Pastures**.
Commonwealth Agricultural Bureaux. Farnham Royal. 1982. p. 111-131