

**UNIVERSIDADE DE MARÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
“PRODUÇÃO INTEGRADA EM AGROECOSSISTEMAS”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**Estudo crítico da determinação da matéria seca dos alimentos
forrageiros.**

ALUÍSIO PEREIRA DE ABREU

Marília – SP

Março de 2006

**UNIVERSIDADE DE MARÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
“PRODUÇÃO INTEGRADA EM AGROECOSSISTEMAS”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

Estudo crítico da determinação da matéria seca dos alimentos forrageiros.

Alúcio Pereira de Abreu

Orientador Prof. Dr. Rodolfo Cláudio Spers

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade de Marília – UNIMAR, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de concentração em Fitotecnia

Marília – SP

Março de 2006

REITOR UNIVERSIDADE DE MARÍLIA – UNIMAR

Márcio Mesquita Serva

Pró-Reitora de Pesquisa e Pós-graduação

Suely Fadul Villibor Flory

Diretor Faculdade de Ciências Agrárias

Helmuth Kieckhöfer

Programa de Pós-Graduação em Agronomia

Área de Concentração em Fitotecnia

Coordenador

Luciano Soares de Souza

Orientador

Rodolfo Cláudio Spers

Sumário

	<i>Página</i>
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VI
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 Fatores que afetam a qualidade das Forragens	4
2.2 Diferenças entre Espécies.....	4
2.3 Clima.....	5
2.4 Solos.....	6
2.5 Estágio de desenvolvimento e idade de corte.....	6
2.6 Composição química e valor nutritivo.....	7
3. MATERIAL E MÈTODO.....	10
3.1 Coleta de dados.....	10
3.2 As culturas.....	11
3.3 Delineamento experimental	11
3.4 Avaliações.....	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	14
5. CONCLUSÕES.....	20
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1 – Número de amostras utilizadas pelo Laboratório de Nutrição Animal (LABRONA), da Universidade de Marília de silagem de milho, feno de gramíneas determinadas no período de 2000 a 2004pág - 10

Quadro 1 – Teores médios padronizados de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT) e fibra em detergente neutro (FDN) obtidos na silagem de milho, feno de Tifton 85.....pág - 15

Quadro 2 – Avaliação do teor de matéria seca de silagens ou forragens em nível de campo.....pág - 15

Quadro 3 – Descrição dos principais métodos analíticos para a determinação da umidade.....pág - 16

Tabela 2 – Dados médios da umidade comparativa (%) como perda durante a secagem de alimentos forrageiros feno, pastagens e silagens, determinada na literatura, e no laboratório de bromatologia da Unimar.....pág - 17

Tabela 3 – Valores médios estimados das frações solúveis em água (a) e insolúvel potencialmente digestível no rúmen de bovinos (b) e das taxas de degradação da fração insolúvel potencialmente degradável no rúmen (c), da matéria seca e proteína bruta da Silagem de Milho, Feno de Tifton 85.....pág - 18

Tabela 4 – Valores médios estimados das frações potencialmente degradável da FDN no rúmen de bovinos (D) e não-degradável (I) e das taxas de degradação (c) da silagem de milho e feno de gramíneaspág - 18

1. INTRODUÇÃO

Talvez nenhuma análise é tão importante no setor agrícola e também tão abundantemente empregada do que a da umidade. Determinação acurada é crítica na indústria de alimentos por inúmeras razões. Na comercialização dos alimentos graníferos a água é incluída na pesagem e, portanto faz parte dos custos finais e tem que ser paga quando esses alimentos são comprados e vendidos. A água é peso que será transportado. O conteúdo de umidade desempenha importante influência e risco nas condições de armazenamento. A presença da umidade nos alimentos e rações tem papel de diluente de nutrientes como a energia, proteína, minerais e vitaminas na dieta dos animais. Determinações de umidade são utilizadas a fim de se converter todos os nutrientes na base da matéria seca, ou

seja, com 100% de matéria seca. Portanto erros na determinação da umidade são incorporados nos cálculos da concentração dos outros nutrientes. Concentração apropriada de umidade nas dietas é necessária para se obter ingestão máxima e desempenho ótimo dos animais. Portanto pode-se verificar que a determinação de umidade dos ingredientes é necessária e indispensável (THIEX 2002).

Fatores que afetam a determinação exata da umidade incluem a variação do seu conteúdo, amostragem dos alimentos, transporte e armazenamento das amostras laboratoriais. O preparo das amostras laboratoriais incluindo a moagem, erros e variabilidade na coleta estão associados com os métodos analíticos específicos empregados. A análise incorreta da umidade tem uma influência direta e negativa na precisão da formulação de rações e dietas, além de afetar o consumo balanceado de alimentos, inclusive na previsão do desempenho. Os alimentos têm sido classificados por Kellems & Church (2002) em oito categorias: Volumosos secos, Pastagens e Forrageiras, Volumosos ensilados, Concentrados de alta energia, Fontes de Proteína, Minerais, Vitaminas e os Aditivos.

Foram descritos por Hunt e Oixton (1974), o comportamento e mensuração relacionados aos alimentos para animais e averiguadas e discutidas as fontes de erros. Horwitz et al., 1990. verificou a fonte de erros específicos na determinação da umidade pela evaporação. As fontes de erro que se aplicam à todos os métodos incluem a: Representatividade das amostras laboratoriais Condições de armazenamento de ambas amostras, a laboratorial e analítica. Técnicas de moagem com a exposição ao ar, grau de modificação da estrutura inicial do alimento, geração de calor, contaminação, granulometria, necessidade da determinação de umidade e duas fases em se tratando de alimentos com elevada presença de água impossibilitando a sua moagem. Erros na pesagem, Tamanho da porção a ser analisada, Umidade interna do laboratório, Perdas não aquosas ou interferências (especificidade e seletividade do método).

Fontes adicionais de erros para a secagem em estufa incluem: Tempo e temperatura da secagem, constância e estabilidade da temperatura da estufa, uniformidade do aquecimento, velocidade e constância da ventilação, taxa de secagem e recuperação, acuracidade do termômetro e a qualidade e uniformidade na dessecação (THIEX & VAN EREN 2002).

O conhecimento do valor nutritivo dos alimentos que compõem a dieta dos animais torna-se imperativo, pois pode proporcionar a adequação de dietas, que

otimizem o desempenho produtivo e reduzam o custo de produção, bem como as perdas energéticas e de compostos nitrogenados, associados à digestão e ao metabolismo dos nutrientes. Como fator de divergência, os alimentos volumosos, principalmente aqueles de origem tropical, apresentam grande variação em sua composição e na taxa de degradação de seus componentes, conforme a espécie forrageira, idade da planta, época do ano, adubação do solo e manejo empregado. As gramíneas tropicais, embora apresentem alta produtividade, quando comparadas às de clima temperado, acumulam ao longo do ciclo de crescimento elevada proporção de parede celular que, nutricionalmente, denominamos de fibra em detergente neutro. Essa fração apresenta, de modo geral, lenta e incompleta digestão, ocupa espaço no trato gastrintestinal, sendo o principal responsável pela variação na digestão dos alimentos tropicais, além de exercer efeito marcante sobre o consumo de alimentos.

Deste modo, este trabalho teve como objetivo realizar um estudo crítico da determinação da Matéria Seca (MS) e degradabilidade dos alimentos forrageiros.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fatores que afetam a qualidade das Forragens

Segundo Van Soest (1991), o solo, o clima, o animal, e doenças influenciam no crescimento e na composição das plantas forrageiras. As plantas utilizam a energia solar para fixação do carbono dentro de suas estruturas, e a distribuição deste carbono, bem como da energia fixada dentro das partes da planta, são amplamente afetadas por fatores externos do ambiente. Deste modo, o valor nutritivo e a qualidade da forragem são conseqüências destas condições. Para a obtenção de forragens de qualidade superior, é fundamental que sejam conhecidos

os efeitos dos diferentes fatores de meio, a fim de que se possa adequar medidas de manejo com vista a atingir estes objetivos (MINSON, 1990). Assim, aspectos como a individualidade das espécies, o estágio de desenvolvimento da planta, e a idade de corte, além da influência de fatores ambientais como clima e solo, são decisivos para a qualidade da forragem (HEATH et al., 1985).

2.2. Diferenças entre espécies

Espécies forrageiras diferentes, crescendo sobre mesmas condições ambientais, demonstram características nutritivas diferentes (VAN SOEST, 1994). As variações na composição química entre as espécies, são resultados da diversidade genética das plantas (NORTON, 1989). Leguminosas tropicais apresentam-se mais ricas em PB, cálcio e fósforo que as gramíneas, o que explica em parte, o seu valor nutritivo mais elevado. As leguminosas sejam de clima tropical ou temperado apresentam teores protéicos similares, ao passo que as gramíneas de clima tropical, demonstram valores protéicos inferiores às de clima temperado (REIS et al., 1993). Raramente são registrados em gramíneas de clima tropical, níveis de parede celular inferiores a 55 % e, valores de 65 % são comuns em plantas colhidas em estágio vegetativo, e de 75 a 80 % naquelas em estágio avançado de maturidade. Comparativamente, gramíneas de clima temperado mostram teores variando de 34 a 73 %, segundo Moore & Mott, (1973), citados por Reis et al., (1993).

2.3. Clima

Os fatores de natureza climática que mais afetam a composição bromatológica das forrageiras são: a temperatura, a luminosidade e a umidade. Segundo Van Soest (1994), elevadas temperaturas, que são características marcantes das condições tropicais, promovem rápida lignificação da parede celular, acelerando a atividade metabólica das células, o que resulta em decréscimo do pool de metabólitos no conteúdo celular, além de promover a rápida conversão dos produtos fotossintéticos em componentes da parede celular. São verificadas

reduções nas concentrações de lipídios, proteínas e carboidratos solúveis, e aumento nos teores de carboidratos estruturais de maneira generalizada nas espécies forrageiras, tendo como consequência, a redução sensível dos níveis de digestibilidade. Os efeitos da temperatura são mais acentuados em gramíneas do que em leguminosas, em razão da alta taxa de crescimento típica das espécies C4.

A luminosidade garante o processo fotossintético e, conseqüentemente a síntese de açúcares e ácidos orgânicos, deste modo, independente da temperatura, a luminosidade promove elevação nos teores de açúcares solúveis, aminoácidos e ácidos orgânicos, com redução paralela nos teores de parede celular, aumentando assim a digestibilidade (HEATH et al., 1985). Entretanto, os efeitos das altas temperaturas são, em geral, mais decisivos sobre a qualidade da pastagem.

Os efeitos da umidade sobre as plantas forrageiras, são bastante variáveis. Severas restrições hídricas, promovem a paralisação do crescimento e morte da parte aérea da planta o que limitará a produção animal, tanto em razão da baixa qualidade quanto da disponibilidade da forragem. Por outro lado, deficiências hídricas suaves reduzem a velocidade de crescimento das plantas, retardando a formação de caules, o que resulta em plantas com maiores proporções de folhas e conteúdo de nutrientes potencialmente digestíveis. Este efeito é particularmente verificado em gramíneas, uma vez que as leguminosas tendem a perder os folíolos com relativa facilidade mesmo sob déficit hídrico moderado o que reduz consideravelmente o seu valor nutritivo (REIS et al., 1993). Déficit hídrico moderado embora produza melhoria de digestibilidade em gramíneas, promove normalmente alguma redução de produtividade, além de eventualmente, tornar mais pronunciado os efeitos tóxicos de alcalóides e glicosídeos cianogênicos que possam estar presentes em algumas espécies forrageiras (VAN SOEST, 1994).

2.4. Solos

Os efeitos do solo sobre as forragens podem ser avaliados sob dois aspectos: o da acumulação de minerais nas plantas, e da influência dos minerais no rendimento, composição e digestibilidade da matéria orgânica das forragens. Plantas crescendo sobre diferentes solos demonstram diferentes balanços minerais que alteram sua composição e crescimento (VAN SOEST, 1994). O nível de fertilidade

do solo e a prática da adubação refletem-se na composição química da planta especialmente nos teores de proteína bruta, fósforo e potássio e conseqüentemente sobre a digestibilidade e consumo da forragem. Estes efeitos são mais marcantes sobre o rendimento de matéria seca da pastagem e menos sobre o valor nutritivo e composição da forragem (REIS et al., 1993).

2.5. Estágio de desenvolvimento e idade de corte

O estágio de desenvolvimento da planta apresenta ampla relação com a composição química e digestibilidade das forrageiras. Com o crescimento das forrageiras, ocorrem aumento nos teores de carboidratos estruturais e lignina, e redução no conteúdo celular, o que invariavelmente proporcionará redução na digestibilidade. São alteradas as estruturas das plantas com elevação da relação caule:folha, onde as plantas mais velhas apresentam maiores proporções de talos que de folhas, tendo portanto, reduzido o seu conteúdo em nutrientes potencialmente digestíveis (REIS et al., 1993). O processo de maturação que é acompanhado pela redução do valor nutritivo, pode ser acelerado pela luminosidade, temperatura, e umidade, podendo ser por outro lado, retardado pelo corte ou pastejo. Contudo, as características genótípicas de cada espécie devem ser consideradas, e em geral, o declínio do valor nutritivo com o avançar do desenvolvimento é mais drástico em gramíneas que em leguminosas, mesmo crescendo sobre condições semelhantes (VAN SOEST, 1994).

A época da colheita da forragem quer seja pelo corte ou pastejo, deve estar relacionada ao estágio de desenvolvimento da planta e conseqüentemente ao seu valor nutritivo. Colheitas de plantas mais velhas implica na colheita de alimento com baixa proporção de carboidratos solúveis e de baixa digestibilidade, devido ao aumento da relação caule:folha, que parece ser o principal fator de perda de qualidade da planta com a maturação (CORSI, 1990).

2.6. Composição química e valor nutritivo

Certas frações químicas dos alimentos estão intimamente associadas com o consumo e a digestibilidade sendo incluídas as frações de Fibra Bruta onde destacamos a detecção da Lignina e também a fração da Proteína Bruta (ERDMAN, 1993; CHERNEY, 2000).

Para se ter uma idéia do aproveitamento de um alimento pelo animal o uso rotineiro da caracterização química do alimento é subsídio para o desenvolvimento de fórmulas que possam prever o grau de digestão sofrida por este alimento (HALL 1994; MACDONALD et. al., 1995).

Dos sistemas mais utilizados na nutrição de ruminantes para a avaliação química dos alimentos destacam-se o Método de Weende como um sistema proximal e o de fibras separando as frações: Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA), conhecido como Método de Van Soest (1967).

Segundo a Association of Official Agricultural Chemists (AOAC, 1985), o sistema mais utilizado é o de Weende, porém o método de Van Soest é mais recente (1967), e além de dar características qualitativas de uma forragem pode também dar uma noção mais apurada do eventual maior aproveitamento pelo animal.

O rúmen representa o principal local onde ocorre a digestão dos constituintes dietéticos nos ruminantes, a qual é efetuada pela numerosa população microbiana desse compartimento (VAN SOEST, 1994). A ruminação permite aos ruminantes a utilização de alimentos fibrosos com maior eficiência quando comparado aos outros animais.

O desempenho produtivo dos animais é resultante de seu potencial genético, dos fatores do ambiente de criação e da interação entre esses VAN SOEST, (1994). É muito importante o conhecimento dos valores nutritivos dos alimentos que compõem a dieta dos animais, pois pode proporcionar aos profissionais da produção animal a capacidade de adequação de dietas, ou mesmo a avaliação de ingredientes que otimizem o desempenho produtivo e conseqüentemente consigam reduzir o custo de produção (DEMARQUILLY & DULPHY, 1977; CABRAL et. al, 2002).

Como fator de complicação, os alimentos volumosos, principalmente aqueles de origem tropical, apresentam grande variação em sua composição e na taxa de degradação de seus componentes, conforme a espécie forrageira, idade da

planta, época do ano, adubação do solo e manejo empregado (VAN SOEST et al., 1991; VAN SOEST, 1994).

As gramíneas tropicais, embora apresentem alta produtividade, quando comparadas àquelas de clima temperado, acumulam ao longo do ciclo de crescimento elevada proporção de parede celular que, nutricionalmente, denominamos de fibra em detergente neutro. Essa fração apresenta, de modo geral, lenta e incompleta digestão, ocupa espaço no trato gastrintestinal (MERTENS, 1996), sendo esta a principal responsável pela variação na digestão dos alimentos tropicais, além de exercer efeito marcante sobre o consumo de alimentos (VAN SOEST, 1994; MERTENS, 1996). Nos atuais sistemas de adequação de dietas para ruminantes (NRC, 2001) são necessárias informações relativas às proporções das frações dos alimentos, bem como de suas taxas de digestão, no sentido de sincronizar a disponibilidade de energia e nitrogênio no rúmen, maximizar a eficiência microbiana, a digestão dos alimentos, e reduzir as perdas decorrentes da fermentação ruminal (WILKINSON, 1988). Entre os métodos de avaliação de alimentos, a técnica “in situ” tem se destacado, por ser precisa e apresentar menor custo e labor do que as técnicas “in vivo” (NOCEK, 1988).

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Coleta de dados

Os dados para a realização deste estudo crítico foram obtidos através dos resultados das análises bromatológicas dos anos de 2000 a 2004, realizadas no LABRONA, Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal da Universidade de Marília UNIMAR, e comparados com dados disponíveis de tabelas padronizadas da Literatura conforme Tabela 1.

Tabela 1. Número de amostras utilizadas pelo Laboratório de Nutrição Animal (LABRONA), da Universidade de Marília de silagem de milho, feno de gramíneas determinadas no período de 2000 a 2004.

Período	Silagem de Milho	Feno de Tifton 85
	Labrona	Labrona
2000	44	66
2001	61	35
2002	30	51
2003	60	35
2004	25	21
	220	208

Fonte: Laboratório de Nutrição Animal da Universidade de Marília (UNIMAR) 2005.

3.2. As Culturas

Para o estudo crítico da determinação da Matéria Seca (MS) de alimentos forrageiros foram escolhidos as forrageiras: Silagem de Milho e o Feno de Tifton 85.

A ensilagem é uma técnica de conservação de forragem que consiste em armazenar a planta forrageira através de processos fermentativos em meio anaeróbico. A fermentação dos carboidratos produz ácidos que conservam esta forrageira com 30 a 35% de matéria seca em estruturas denominadas de silo.

A fenação é uma técnica de conservação de forragem que consiste em reduzir o teor de umidade da planta para valores entre 10 e 20%. O produto assim obtido chama-se feno. O feno é um alimento que deve ser fornecido aos animais nos períodos de escassez de forragem, sendo de fácil transporte e distribuição.

3.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com esquema fatorial 2 X 2. Sendo dois alimentos forrageiros (AF), Silagem de Milho

(SM) e feno de Tifton 85 (FT) e dois dados Laboratoriais de Análise Bromatológica dos Alimentos (LB), da Unimar (LU) e da Literatura (LL) constituindo os quatro tratamentos;

1-SMLU

2-FTLU

3-SMLL

4-FTLL

3.4. Avaliações

Os métodos rotineiros utilizados para a determinação de umidade dos alimentos são: “perda durante secagem” ou “secagem na estufa”, o qual estima a umidade pela evaporação. São métodos empíricos sendo que a umidade obtida resulta por definição pelas condições de secagem (tempo, temperatura etc.). Problemas com esta finalidade têm sido estudados e documentados por Mo & Tjornhom (1978). Durante a secagem na estufa, outras substâncias voláteis além da água são perdidas e ao lado de reações químicas que ocorrem durante o processo de aquecimento. Windham et al. (1987) e Thiex e Van Erem (1999), reforçaram os achados de Mo & Tjornhom, sugerindo que não houve nenhum progresso no melhoramento da determinação de umidade por várias décadas. Sabe-se que os métodos de estufa possuem erros, eles permanecem sendo utilizados comumente, pois as determinações são rápidas e de baixo custo.

Um segundo tipo de método analítico para se determinar a umidade é aquele que extrai as moléculas de água dos alimentos e determinam a concentração de água com um padrão calibrado.

Um terceiro método para se determinar a umidade é o desenvolvimento de calibrações baseadas no NIR, estabelecido por Windham et al. (1991), como alternativa aos métodos de estufa para forragens. Aspecto crítico do NIR é a escolha de um método primário para calibração.

Foram descritos por Hunt (1974) o comportamento e mensuração, relacionados aos grãos de cereais e averiguadas e discutidas as fontes de erros,

Horwitz (1990) verificou a fonte de erros específicos na determinação da umidade pela evaporação.

Foram calculados por estimativa a degradação da matéria seca, da proteína bruta e da fibra em detergente neutro dos volumosos (NRC 2001).

Parâmetros cinéticos da degradação da matéria seca e da proteína bruta (NRC, 2001).

Na estimativa dos parâmetros cinéticos da matéria seca e proteína bruta, foi utilizado o modelo: $Deg(t) = a + b(1 - e^{-ct})$, proposto por Orskov & McDonald (1979), onde:

Deg (t) representa a degradabilidade ou o desaparecimento do nutriente (MS, PB ou FDN) do alimento, expressa em porcentagem;

a - é a fração do alimento solúvel em água no tempo zero;

b - é a fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável no rúmen em determinado tempo;

c - é a taxa de degradação da fração potencialmente degradável no rúmen (b); t - é o tempo de incubação (horas).

Na estimativa de degradabilidade da FDN utilizou-se o modelo proposto por Waldo et al. (1972) $R(t) = D(e^{-ct}) + I$, onde:

R(t) - representa o resíduo de incubação no tempo t (horas);

D - é a fração da FDN potencialmente degradável no rúmen;

c - é a taxa de degradação da fração D;

I - é a fração não-degradável da FDN.

As degradações da matéria seca, proteína bruta e da fibra em detergente neutro dos alimentos avaliados, foram submetidas ao ajuste pelos respectivos modelos, utilizando-se o procedimento "Regressão de Marquardt" do software SAEG (1995), o que permitiu a obtenção das estimativas dos parâmetros analisados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1, são apresentados os teores médios padronizados de matéria seca, proteína bruta, matéria mineral, extrato etéreo, carboidratos totais e fibra em detergente neutro obtidos na silagem de milho, feno de Tifton (CHASE et al., 1997), e também a matéria seca de silagens ou forragens a nível de campo, dando as características em função do aumento destes teores, esta relação da composição químico-bromatológica dos alimentos avaliados, são apresentados de forma a expressarem em porcentagem o que se espera de um resultado médio da composição levando-se em consideração a silagem de milho e o feno de Tifton 85.

No Quadro 2, são apresentados os teores de matéria seca de silagens ou forragens em nível de campo em função de sua concentração, apresentado as características do que se espera encontrar na prática quando manipulamos ou

processamos diferentes alimentos forrageiros para serem fornecidos aos animais. Assim verificamos características distintas dentre as variações da concentração de umidade, desde o escorrimento de fluído quando o material é submetido à pressão moderada quando este apresenta menos de 20% de matéria seca, como também à características de feno quando manipulamos materiais forrageiros com mais de 50 % de matéria seca.

Quadro1 - Teores médios padronizados de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT) e fibra em detergente neutro (FDN) obtidos na silagem de milho, feno de Tifton.

Variáveis	Silagem de Milho	Feno de Tifton
MS	33	90
PB	6	15
MM	3	7
EE	4	4
CT	22	20
FDN	60	50

Fonte: Chase et al. (1997)

Quadro 2 - Avaliação do teor de matéria seca de silagens ou forragens em nível de campo.

Teor de matéria seca	Características
Menor que 20 %	Fluído escorre quando submetido à pressão moderada
20 a 25 %	Sob pressão moderada a superfície interna da mão apresenta-se úmida. Sob pressão vigorosa, o fluído pode ser observado.

25 a 30 %	Ao se abrir a mão, após ter se exercido ligeira pressão no material, o formato arredondado do mesmo permanece. Não se consegue obter o fluido, mesmo exercendo bastante pressão. O fluido, neste caso, só será obtido com a torção do material.
30 a 35 %	A superfície interna da mão torna-se ligeiramente úmida com a torção do material
Maior que 35 %	Sob pressão ou torção a superfície interna da mão tende a permanecer mais seca
Maior que 50 %	Material tende a tornar-se semelhante ao feno, mais seco e volumoso

Fonte: Meyer et al. (1989)

Os métodos rotineiros utilizados para a determinação de umidade dos alimentos são apresentados no Quadro 3. São “perda durante secagem” ou “secagem na estufa”, o qual estima a umidade pela evaporação. São métodos empíricos nos quais a umidade obtida resulta por definição pelas condições de secagem (tempo, temperatura etc.). Problemas com esta finalidade têm sido estudados e documentados por MO & TJORNHOM (1978). Assim, pode-se observar diferenças nos dados médios da umidade comparativa (%), dos alimentos estudados, silagem de milho e feno de Tifton 85 quando comparados aos dados da literatura, observando um desvio para a determinação subestimada de -2,5% para a silagem de milho e superestimada para o feno de Tifton 85 em +1,7% (Tabela 2).

Quadro 3: Descrição dos principais métodos analíticos para a determinação da umidade.

Método	Referência	Descrição dos principais Métodos
A	AOACa 930.15 NFTA b2.1.1	Estufa, 135°C, 2h
B	AOAC 935.29	Estufa, 104° ou 105°C, 3h
C	AOAC 925.45	Estufa á vácuo < 50mm Hg, 60°C, 18h
D	AOAC 950.46c	Estufa, 102°C, 16hc
E	AOAC 31.007d	Estufa á vácuo = 20mm Hg, 70°C
F	Método manufaturado	Análise termogravimétrica
G	AOAC 966.20	Karl Fisher
H	AOAC 925.04	Destilação aziotrópica
I	Experimental	Estufa, 104° ou 105°C, 6h
J	AOAC 934.01	Estufa vácuo = 100 mm Hg, 96°C, 5h
KF1	AOAC 2001.12	Karl Fisher, extração homogeneizada.
KF2	Robertson Windham (1983)	Karl Fisher, moinho de bola.

L	Experimental	Estufa, 110°C, 3h
M	Experimental	Estufa 110°C, 15h
N	AOAC 925,45 modificado	Estufa à vácuo 60mm Hg, 60°C, 20h
O	AOAC 934,01	Estufa à vácuo 30mm Hg, 70°C, 20h
P	CRA, G-16f	Vácuo 100°C, 4h

a. AOAC INTERNACIONAL. b. NAFTA. Associação Nacional para provas de forragens, Omaha, NE, 1993. c. OMA 934.01. d. AOAC, Inc. 1984. e. Temperatura 104°C. f. CRA Corn Refiners Assoc., Washington, DC.

As forrageiras de clima tropical apresentam algumas limitações de natureza nutritiva que se refletem negativamente sobre a produção animal (MINSON, 1990), entretanto, a partir de um conhecimento mais aprofundado destas limitações e das suas reais implicações na produção animal, podemos propor alternativas que produzam melhorias nos sistemas produtivos, incrementando a produtividade animal nos sistemas pastoris (WILKINSON, 1988). As maiorias dos trabalhos sobre qualidade de forragens de clima tropical, indicam que dietas exclusivas à base de pasto, que nestes casos só conseguem garantir níveis de produção leiteira, e ganho de peso relativamente baixos.

Tabela 2 - Dados médios da umidade comparativa (%) como perda durante a secagem de alimentos forrageiros feno, pastagens e silagens, determinada na literatura, e laboratório de bromatologia da Unimar.

Alimentos	Literatura	Origem da Amostragem		
		Unimar	Desvio % Unimar	% de Reparação
Silagem de Milho	33	30,5	-2,5	92,4
Feno de Tifton 85	90	91,7	+1,7	101,9

Quanto aos parâmetros cinéticos da degradação da matéria seca (MS), nota-se que a fração solúvel em água no tempo zero (a) foi mais representativa para a silagem de milho, do que para o feno de Tifton 85, (Tabela 3). Quanto à fração b, a silagem de milho e o feno de Tifton 85, destacaram-se pelos valores muito semelhantes, e no somatório das frações a e b, ou seja, na degradação potencial, as matérias secas da silagem de milho e do feno de Tifton 85, apresentaram um degradabilidade ruminal da MS (a + b) (65,19% e 59,20%), respectivamente (Tabela

4). Quando se compara a digestibilidade aparente total da MS, observada “in vivo” por Cabral (2002) de 66,28%, 49,89% e 53,23%, respectivamente, para as dietas à base de silagem de milho, feno de Tifton 85 e silagem de capim-elefante, com a degradabilidade efetiva de 67,05%, 49,02% e 51,05%, para as mesmas dietas, calculada pelos parâmetros cinéticos estimados pela técnica “in situ”, considerando-se taxa de passagem ruminal da digesta de 2% hora-1, nota-se a consistência da técnica “in situ” na estimativa do valor nutritivo dos alimentos. Os valores encontrados para as frações a e b da MS, para a silagem de milho (20,77% e 44,42%) e para o feno de Tifton (11,22% e 47,98%) Tabela 3, estão próximos aos valores encontrados por Valadares Filho (1995) de 23,32% e 57,15% e, 26,41% e 71,19%, respectivamente. Valadares Filho et al. (2001) encontraram valores de 17,67% e 53,36%, respectivamente, para as frações a e b da MS para o feno de Tifton 85, os quais estão próximos aos valores apresentados neste trabalho.

Tabela 3 - Valores médios estimados das frações solúveis em água (a) e insolúvel potencialmente digestível no rúmen de bovinos (b) e das taxas de degradação da fração insolúvel potencialmente degradável no rúmen (c), da matéria seca e proteína bruta da Silagem de Milho, Feno de Tifton 85.

Parâmetros	Silagem de Milho	Feno de Tifton 85	CV (%)
	Matéria	Seca (%)	
a	20,77	11,22	3,99
b	44,42	47,98	5,75
c	0,0362	0,0355	26,66

Tabela 4 - Valores médios estimados das frações potencialmente degradável da FDN no rúmen de bovinos (D) e não-degradável (I) e das taxas de degradação (c) da silagem de milho e feno de Tifton 85.

Parâmetros	Silagem de Milho	Feno de Tifton 85	CV (%)
D	77,29	60,21	5,35
I	33,93	42,79	11,78
c	0,0299	0,0510	13,95

Quanto aos parâmetros estimados das frações solúveis em água (a) e insolúvel potencialmente digestível no rúmen de bovinos (b) e das taxas de degradação da fração insolúvel potencialmente degradável no rúmen (c), da matéria seca e proteína bruta da silagem de milho e do feno de Tifton 85, avaliados para a FDN, são apresentados na (Tabela 4). Assim pode-se verificar comparativamente a maior estimativa da degradabilidade da silagem do milho, em comparação ao feno de Tifton 85, fato este que pode ser atribuído ao maior teor de umidade deste alimento que por sua vez necessita de menor número de rumações para se obter a ensilivação necessária para a degradação. Ocorreu também uma elevada fração indigestível (I) do feno de Tifton 85 e, também, elevada taxa de degradação da FDN potencialmente digestível (D) desse capim, fato este também associado ao maior teor de matéria seca e conseqüentemente maior número de rumações para se obter a ensilivação necessária e conseqüentemente maior tempo de degradação ruminal.

Quanto ao parâmetro da taxa de degradação ruminal (c), estes podem ser atribuídos aos erros inerentes aos cálculos da estimativa quando se avalia estes teores em consideração a técnica "in situ" NOCEK, (1988) e CABRAL (2002). Analisando-se os dados da Tabela 3, considerando que os carboidratos fibrosos (CF = FDN) são os principais componentes dos volumosos tropicais, tais como a silagem de milho e o feno de capim-Tifton 85, e 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 dos teores de matéria seca bem como das frações que compõem a FDN (D e I) é fundamental, pois se pode presumir que a fração não degradável (I) tenha considerável efeito sobre a degradabilidade dos alimentos. Os dados da Tabela 2 podem ser aplicados, inclusive, na tentativa de explicar como sugere Cabral 2005, a variação entre alimentos na degradabilidade potencial da MS (a + b), pois a FDN representa a maior proporção da MS dos alimentos estudados e exerce, provavelmente, elevado efeito sobre a digestão ruminal desses. A determinação das frações de FDN, potencialmente degradável e não-degradável, auxilia na estimativa do teor de nutrientes digestíveis totais (NDT), que conforme o NRC (2001) é função, principalmente do teor de FDN do alimento e das suas frações (D e I).

5. CONCLUSÕES

Nas condições que foi realizado o presente trabalho, pode-se afirmar que:

- Existem diferenças nas determinações da matéria seca dos alimentos forrageiros.
- Os valores padrões são subestimados ou superestimados em função da técnica empregada pelo laboratório.
- Entre os volumosos estudados, verificou-se que a silagem de milho apresenta uma maior fração “a” e o maior potencial de degradação de matéria seca, em comparação ao feno de Tifton 85”, que se destaca pela elevada fração indigestível da FDN, todas estas em decorrência da diferença dos teores de matéria seca dos alimentos forrageiros.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Analytical Methods of the Member Companies of the Corn Refiners Association, Inc. 6th ed. CRA, Washington, 1999.

AOC INTERNACIONAL, Official Methods of Analysis, 17th ed. AOC Int., Gaithersburg MD, 2000.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; SOUZA, A. L. Degradabilidade in situ da matéria seca, da proteína bruta e da fibra de alguns alimentos. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.40, n.8, p.777-781, ago. 2005.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; PEREIRA, O.G.; NUNES, P.M.M.; VELOSO, R.G.; PEREIRA, E.S. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade in vitro da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, p.2332-2339, 2002.

CHASE, L.E. What should we analyze silage for? In: Quality Evaluation – Silage: Field to Feedbunk. Proceedings from the North American Conference, Hershey, PA, USA, NRAES, 465p, 1997.

CORSI, M. Produção e qualidade de forragens tropicais. Pastagens, Piracicaba, p 69-85, 1990

DEMARQUILLY, C., & DULPHY, J. P. Effect of ensiling on feed intake and animal performance. ***Proceedings International Meeting on Animal Production from Temperate Grasslands***. Dublin, p.53-61, 1977.

ERDMAN, R. Silage fermentation - Characteristics affecting feed intake. In: Silage Production From Seed to Animal. ***Proceedings from the National Silage Production Conference***, New York, p.210-19, 1993.

HALL, M. H. Forage quality testing: Why, how and where. Agronomy Facts 44, Penn State, College of Agricultural Sciences, 1994.

HEATH, M. E.; BARNES, R. F.; METCALFE, D. S. Forrage - ***The science of grassland agriculture***. Iowa, p. 643, 1985.

HORWITZ, W. A., R. ALBERT, M. J DEUTSCH, and D J.N.THOMPSON. Precision parameters of methods of analysis required for nutrition labeling. PartI. Major nutrients. ***J.AOCC*** v. 73, p. 661-680, 1990.

HUNT,W. H. and OIXTON. S. W. Storage of Cereal Grains and Their Products. American Association of Cereal Chemitsts, St Paul, MN, p. 1-55, 1974.

KELLEMS, R. O. and D. C.CHURCH. D. C. ***Feedstuffs***. Inc: Livestock feeds and feeding 5th ed.Prentice Hall,Upper Saddle River ,Neu Jersey, p. 39-54, 2002

MAcDONALD, P.; EDWARDS, R. A.; GREENHALGH, J. F. D.; MORGAN, C. A. ***Animal nutrition***. New York., p. 607, 1995.

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

MEYER, H. ; BRONSCH, K; LEIBETSEDER, J. Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. Verlag M. e H. Schaper, Hannover, 1989.

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

MO, M., & TJORNHOM, 1978. Losses of carbo-containing substances during dry matter determination by oven drying. **Acta. Agric. Scand.** v. 28, p. 196-202, 1978.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrients requirements of dairy cattle. 7th ed. Washington, D.C: **National Academy Press**. p. 381, 2001.

NFTA. MOISTURE TASK FORCE REPORTS TO NFTA BOARD OF DIRECTORS, February. Natl. Forage Testin. Assoc. Omaha, NE, 2001

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

NORTON, B. W. Differences between species in forage quality. Santa Lúcia, s. d., p. 110, 1989.

NUTRIENT REQUIREMENTS OF DAIRY CATTLE. Washington: **National Academy Press**, 1988.

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

REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. Valor nutritivo de plantas forrageiras. Jaboticabal, 1993, 26 p.

SAEG. Sistema de análises estatísticas e genéticas. Viçosa: UFV, 1995. 52p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UDV/DZO, 2002. 235p.

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

SOEST, P.J. Van. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. Ithaca, New York: Cornell University Press. p. 476, 1994.

SOEST, P.J. Van; 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**, v.74, p.3583-3597, 1991.

SOEST, P.J. van. Development of a comprehensive system of feed analysis and its applications to forages. **Journal of Animal Science**, v.26, p.119-128, 1967.

THIEX,N. Committee on feeds, fertilizers, and related agricultural tropics feeds. **J. AOAC**, v. 85, p.270-273, 2002.

THIEX,N., and VAN EREM T. Determination of water (moisture) and dry matter in animal feedgrain and forage (plant tissue) by Karl Fischer titration: Collaborative Study. **J. AOAC**, v. 85, p.318-327, 2002.

WINDHAM, W.R., ANF F.E.BARTON II.1991. Moisture Analysis in forage by near-infrared reflectance spectroscopy: Collaborative study of calibration methodology. **J. AOAC**, v. 74, p.324-321, 1991.

WINDHAM,W.R., J.A. ROBERTSON, AND R.G.LEFFLER. A comparasion of methods for moisture determination of forages for new infrared reflectance spectroscopy calibration an validation. **Cro. Sci**, v. 27, p. 777-783, 1987.

WILKINSON, J. M. Beef production from silage and other conserved forages. London and New York: Longman, 1988.

VALADARES FILHO, S.C. Microbial protein synthesis, crude protein, ruminal degradation and intestinal digestibility in cattle. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON THE NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF RUMINANTS, 1995, Viçosa. **Proceedings**. Viçosa: UFV, 1995. p.201-234.

VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPELLE, E.R. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. Viçosa: UFV/DZO; DPI, p.297, 2001.