

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS,
QUÍMICAS E DEGRADABILIDADE
RUMINAL DA SILAGEM DE CULTIVARES
DE SORGO**

JOSÉ ANTÔNIO RESENDE

2001

JOSÉ ANTÔNIO RESENDE

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, QUÍMICAS E
DEGRADABILIDADE RUMINAL DA SILAGEM DE CULTIVARES DE
SORGO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Prof. Aloísio Ricardo Pereira da Silva

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2001**

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Resende, José Antônio

Características agronômicas, químicas e degradabilidade ruminal da silagem de cultivares de sorgo / José Antônio Resende. --Lavras : UFLA, 2001.
53 p. : il.

Orientador: Aloísio Ricardo Pereira da Silva.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Silagem. 2. Sorgo. 3. Característica agronômica. 4. Característica química. 5. Degradabilidade. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.08552

JOSÉ ANTÔNIO RESENDE

**CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS, QUÍMICAS E
DEGRADABILIDADE RUMINAL DA SILAGEM DE CULTIVARES DE
SORGO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre”.

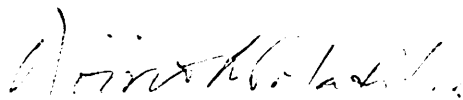
Aprovada em 25 de Setembro de 2001

Prof. Marcos Neves Pereira– DZO/UFLA

Prof. Gudesteu Porto Rocha – DZO/UFLA

Prof. Rilke Tadeu Fonseca de Freitas - DZO/UFLA

Prof. Renzo Garcia Von Pinho– DAG/UFLA



Prof. Aloísio Ricardo Pereira da Silva
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

A Deus,

Louvo e agradeço.

Aos meus pais, Antônio e Saete,
e à tia Zefa:

OFEREÇO

À minha esposa, Neide, e às
filhas, Maysa e Jordana

DEDICO

HOMENAGEM

Aos Professores Marcos Neves Pereira e Aloísio Ricardo Pereira da Silva, pela excelência dos conhecimentos transmitidos, exemplo profissional e solidariedade.

Meus sinceros agradecimentos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia pela realização deste curso.

À Escola Agrotécnica Federal de Barbacena - EAFB, pela oportunidade e apoio;

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Professor Guaracy Gonçalves, Diretor da EAFB, pelo apoio à realização do curso de Mestrado.

Ao Professor Jorge Baungratz (EAFB) pelo incentivo e amizade.

Aos secretários, Carlos Henrique de Souza, Mariana Cornélio, Keila Cristina de Oliveira e Pedro Adão Pereira, pelo apoio prestado.

Ao funcionário do Laboratório de Nutrição Animal do DZO da UFLA, Márcio dos Santos Nogueira, pela amizade e auxílio nas análises.

A todos os colegas do curso de Pós-graduação, especialmente a Victor Jacaré, Gisele, Juliano, Sidnei, Omer e Abeilard, pela amizade.

Aos meus irmãos Levi e Tereza pelo estímulo e convivência.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a concretização deste antigo sonho.

BIOGRAFIA

José Antônio Resende, filho de Antônio Ambrósio Resende e Maria Salete Castro Resende, nasceu em Coronel Xavier Chaves – MG, em 20 de Novembro de 1954.

Em 1979 concluiu o curso de Agronomia no Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, atualmente UFLA.

Em 1982 obteve a Licenciatura Plena em Agropecuária na ESAL.

Em 1983 concluiu a Pós-graduação “Lato Sensu” em Proteção do Meio Ambiente, na Universidade Católica de Minas Gerais.

Professor no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET – MG) de 1984 a 1989, e a partir desta data, Professor da Escola Agrotécnica Federal de Barbacena – EAFB.

Em março de 1998, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, com área de concentração em Produção Animal.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Importância do sorgo	3
2.2 Caracterização agronômica da forrageira	4
2.3 Qualidade da silagem de sorgo	7
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 Considerações gerais	10
3.2 Análise estatística	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.1 Características agronômicas das cultivares	18
4.2 Características químicas das silagens	25
4.3 Parâmetros cinéticos de degradabilidade ruminal da matéria seca	31
4.4 Relacionamento entre características avaliadas	35
5 CONCLUSÕES	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42
ANEXOS	52

RESUMO

RESENDE, José Antônio. **Características agronômicas e químicas correlacionadas à degradabilidade “in situ” de cultivares de sorgo.** Lavras: UFLA, 2001. 53P. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia)¹.

Forrageiras para alimentação de vacas leiteiras devem conciliar a alta produção de matéria seca por área, maximizadora da taxa de lotação animal, com o alto valor nutritivo, capaz de reduzir a necessidade de alimentos concentrados por litro de leite produzido. Dezoito cultivares de sorgo foram aleatoriamente alocados dentro de três blocos no campo e cultivados em quatro fileiras de 5 m de comprimento espaçadas de 0,70 m. Após desbastes, conservou-se 12 plantas por metro linear. As plantas foram colhidas a 10 cm do solo ao atingirem o estágio de maturação leitoso/pastoso. Uma amostra de cada parcela foi ensilada em mini-silos de PVC. Características agronômicas foram avaliadas nas plantas verdes (dias até o florescimento, altura da planta, porcentagem de matéria seca, produção de matéria verde e produção de matéria seca) e análises químicas foram realizadas em amostras compostas das silagens por cultivar (porcentagens de matéria seca, FDN, FDA, PB, cinzas e carboidratos não-fibrosos). As silagens foram incubadas *in situ* por 0, 12, 24 e 72 horas no rúmen de 8 vacas com cânula ruminal e a degradabilidade efetiva da matéria seca (DEF) foi calculada assumindo uma taxa de passagem de -0,04/h. A produção de matéria seca foi $13,0 \pm 2,3$ (média \pm D.P.) variando de 8,8 a 16,6 ton/hectare. A FDN foi $50,3 \pm 3,8$ variando de 44,8 a 60,4 % da matéria seca. A DEF foi $48,8 \pm 2,8$ variando de 44,0 a 54,0 % da matéria seca. Cultivares do tipo forrageiro foram mais produtivos mas tiveram maior teor de fibra e menor DEF que cultivares graníferos e de duplo propósito. Dentre todas as características químicas e agronômicas a % de FDA foi a mais correlacionada à DEF ($r = -0,64$). A correlação entre a produção de matéria seca por área e a % de FDA foi 0,45. O modelo linear correlacionando a DEF à produtividade foi: $DEF = 54,694 - 0,4449x$ toneladas de matéria seca por hectare ($r^2 = 0,13$). Apesar de existirem cultivares que conciliam boa produtividade e digestibilidade, parece ser difícil conciliar alta qualidade nutricional com alta produção de matéria seca por área na planta de sorgo.

¹ Comitê orientador: Aloísio Ricardo Pereira da Silva – DZO/UFLA (Orientador); Marcos Neves Pereira – DZO/UFLA; José Camisão de Souza – DZO/UFLA.

ABSTRACT

RESENDE, José Antônio. **Agronomic and chemical characteristics correlated with the in situ degradability of sorghum cultivars.** Lavras: UFLA, 2001. 53P. (Dissertation - Master in Animal Science)¹

Forages for dairy cows should merge the potential for high yield of dry matter per unit of area, allowing a high animal stocking rate, with high nutritive value, capable of decreasing the amount of concentrate feedstuffs per unit of milk produced. Eighteen sorghum cultivars were randomly cultivated within three field blocks in four 5 m rows 0.70 m apart. After thinning, 12 plants per linear meter were kept. Plants were harvested 10 cm from the soil surface at the milky/pasty maturity stage. One sample from each plot was ensiled in mini PVC silos. Agronomic characteristics were evaluated in the fresh material (days until flowering, plant height, dry matter content, yield of fresh material, and yield of dry matter) and chemical analysis were performed in silage samples composited by cultivar (percentages of dry matter, NDF, ADF, CP, EE, ash and non-fiber carbohydrates). Silage samples were incubated in situ for 0, 12, 24, and 72 hours into the rumen of 8 rumen cannulated cows and the effective dry matter degradation (DEF) was calculated assuming a fractional passage rate of $-0.04/h$. The yield of dry matter was 13.0 ± 2.3 (mean \pm S.D.) ranging from 8.8 to 16.6 ton/hectare. The NDF content was 50.3 ± 3.8 ranging from 44.8 to 60.4 % of dry matter. The DEF was 48.8 ± 2.8 ranging from 44.0 to 54.0 % of dry matter. Forage type cultivars were more productive but had greater fiber content and lower DEF than grain and double purpose type cultivars. Among all the agronomic and chemical characteristics % ADF had the greatest correlation with DEF ($r = -0.64$). The correlation between dry matter yield and % ADF was 0.45. The linear model correlating DEF to productivity was: $DEF = -54.694 - 0.4449x$ tons of dry matter per hectare ($r^2 = 0.13$). Although there are cultivars that conciliate productivity and digestibility, it seems to be difficult to conciliate high nutritional value and high yield of dry matter per area in the sorghum plant.

¹ Guidance Committee: Aloísio Ricardo Pereira da Silva – DZO/UFLA (Adviser); Marcos Neves Pereira – DZO/UFLA; José Camisão de Souza – DZO/UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A eficiência no sistema de produção animal é uma necessidade inconstante. O desempenho racional nesta atividade depende de alguns fatores, que se completam através de minucioso planejamento. Técnicas adequadas de manejo, melhoramento genético e, sobretudo, de alimentação devem estar em harmonia, interligadas e em equilíbrio para o funcionamento pleno do conjunto.

Um desafio a ser enfrentado neste contexto é a estacionalidade da produção de alimentos. Reduzida produção de forragens no inverno (escassez de chuvas) interfere na produtividade dos rebanhos, refletindo em queda do desempenho econômico dos pecuaristas. Uma alternativa efetiva para este problema é a ensilagem destas forragens. Técnica simples e de grande abrangência, a produção de silagem é um método de conservação de forragem muito utilizado em todo mundo.

Em nosso país, caracterizado pela diversidade climática e extensão continental, o potencial para produção de forragens é enorme. Aqui, as silagens mais utilizadas são de milho, sorgo e capim elefante, em razão da grande produção de massa, facilidade de plantio, colheita e processo de ensilagem. Especificamente, o sorgo se apresenta de forma extremamente promissora, sendo volumoso de alto valor energético, usado em forma de silagem, corte verde e pastejo.

De um modo geral, a silagem de sorgo apresenta 85 a 90 % do valor nutritivo da silagem de milho, valores tidos como padrão. Entretanto, a cultura do sorgo permite elevadas produções de matéria seca, maiores que as do milho, sobretudo em condições marginais de cultivo, em regiões com problemas pluviométricos e solos de baixa fertilidade natural. Sua arquitetura foliar, aliada ao robusto sistema radicular, conferem-lhe acentuada resistência. Assim, o sorgo

se destaca pela maior tolerância ao estresse térmico e hídrico, tornando-se alternativa concreta para regiões mais áridas de nosso País, e ainda uma opção mais racional para o cultivo da safrinha.

Existe, no mercado, um grande número de cultivares de sorgo disponíveis para os produtores rurais. Entretanto, a cultura do sorgo ainda se mostra relativamente desconhecida no meio rural brasileiro e faltam informações mais precisas sobre o sistema de produção desta promissora forrageira, bem como de comparações regionais entre cultivares.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade agronômica, química e de degradabilidade ruminal da silagem de cultivares comerciais de sorgo e determinar que características químicas e agronômicas da planta poderiam ser metas de melhoramento em programas que visem o desenvolvimento de híbridos de alta digestibilidade no rúmen.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância do sorgo

Originado da região central da África, o sorgo foi significativamente difundido para o resto do mundo através do tráfico de escravos no século XVII (Compton, 1990). No Brasil, a cultura do sorgo teve certa expansão a partir de 1970 (Fancelli, 1986). Atualmente, é o quinto cereal mais cultivado em todo o mundo, sendo suplantado apenas pelo trigo, arroz, milho e cevada.

Devido a sua maior produtividade em condições adversas, tais como fertilidade do solo e deficiência hídrica, a cultura do sorgo deveria ser mais comum nas regiões em que se emprega baixa tecnologia, e onde o milho levaria desvantagens (Sá, 1987).

Embora o sorgo se apresente como uma realidade, sobretudo dentro do sistema de produção de forragem, em nosso país ele ainda não é tão valorizado, talvez pela falta de conhecimento de nossos técnicos e produtores. Segundo Zago (1991), o sorgo é cultivado em aproximadamente 10 - 12 % da área destinada à produção de silagem de milho no Brasil. Entretanto, em outros países de expressão mundial na produção de carne e leite, como Argentina, EUA, Austrália, o consumo desta forrageira está crescendo de forma expressiva. O Brasil é um dos países com maior potencialidade de adaptação e crescimento da cultura de sorgo no mundo (Pimentel, 1997); em função de condições climáticas e de sua extensão continental.

Outra vantagem da cultura do sorgo é o aproveitamento do grão como substituto do milho em rações de aves, suínos e bovinos, estabilizando a produção do milho através do aumento da oferta deste cereal para o consumo interno e exportação (Rodrigues, 1990).

Paroda, Dangi e Grewal (1975) afirmam que a importância do sorgo é ainda maior quando se considera a sua utilização como cultura forrageira, principalmente na alimentação de ruminantes.

Trata-se de uma cultura versátil, sendo mais adaptada e mais produtiva do que outras culturas em climas semi-áridos do mundo, constituindo o principal cereal dessas regiões (Kramer e Ross, 1970).

Portanto, devido às suas características agronômicas e nutricionais, e ainda pela importância econômica da pecuária nacional, a cultura do sorgo torna-se uma alternativa concreta, em particular nas regiões brasileiras com problemas pluviométricos.

2.2 Caracterização agronômica da forrageira

O sorgo pode ser agrupado de acordo com a forma de utilização e, neste contexto, estão as cultivares forrageiras, graníferas e de duplo propósito. Aspectos agronômicos e químicos são determinantes na escolha dessas cultivares para a produção de silagem, objetivando-se maior rendimento de biomassa, aliado a um adequado valor nutritivo.

A cultura do sorgo tem se mostrado como alternativa viável para a produção de silagem, sobretudo em regiões em que o regime pluviométrico é preocupante. O sorgo apresenta sistema radicular desenvolvido, reduzida superfície foliar, que lhe confere maior resistência ao estresse hídrico (Alvarenga, 1994).

O sorgo é bastante resistente a um processo de desidratação devido ao seu extenso sistema radicular, eficaz transpiração, além da cerosidade e da ausência de pilosidade (Ferrão, Motta e Santos, 1986).

White et al. (1991) observaram que cultivares de sorgo forrageiro destacam-se pela elevada produção de matéria verde, entretanto com proporção menor de grãos. Já o sorgo granífero é caracterizado pela alta proporção de grãos. Aqueles de duplo propósito apresentam produções intermediárias entre forragem e grãos.

Segundo Cherney, Mertens e Moore (1990), a caracterização agronômica e a composição morfológica da forragem pode afetar a performance do animal uma vez que afetam a digestibilidade final e o consumo.

Zago (1992) considerou que a altura da planta é determinante na produção de matéria seca (MS) das cultivares de sorgo. As porcentagens de panícula, colmos e folhas estão vinculadas à altura da planta.

Quando se deseja alta produção de massa verde para silagem, as cultivares de sorgo forrageiro seguramente são os mais indicados, uma vez que apresentam um expressivo rendimento por área. Entretanto, nesses cultivares, geralmente de porte alto, foi verificada uma correlação negativa com parâmetros qualitativos da forragem (Schmid et al., 1976).

A altura da planta está correlacionada positivamente com a produção de massa verde e matéria seca (MS), mas também com a porcentagem de acamamento, que é uma característica agronômica totalmente indesejável num sistema de produção de forragem (Corrêa et al., 1996).

O teor de proteína bruta (PB) presente na matéria seca do sorgo decresce acentuadamente com o aumento da maturidade da planta. Mc Cormick et al. (1995) observaram uma significativa redução, de 17,0 para 6,6%, no teor de proteína bruta do sorgo forrageiro, a partir do estágio vegetativo até o estágio de grãos farináceos.

A produtividade esperada do sorgo para o primeiro corte varia de 4 - 11 t/ha de grãos e 40 a 45 t/ha de massa verde. Todavia, empregando-se adequada

estratégia de manejo para a rebrota, essa produtividade pode alcançar 90 t/ha por safra (EMBRAPA, 1995).

Dependendo do estágio de corte e adequado manejo, a cultura do sorgo permite a rebrota da planta, com um considerável incremento na produção de MS por área. Silva et al. (1990) conseguiram 7,0 t/ha e 7,6 t/ha de matéria seca (MS) na rebrota do cultivar Santa Elisa, o que corresponde a 51,85 % e 51,70 % do rendimento observado do primeiro corte.

Cummins, Mc Gullogh e Dobsorn (1970) registraram variação de 6,7 a 17,8 t/ha de matéria seca quando foram testados 23 cultivares de sorgo.

O ponto farináceo é a melhor época de corte. Nessa fase, o teor de matéria seca varia de 30 a 35%. De qualquer forma, recomenda-se o corte no estágio pastoso/leitoso (27 a 32% de MS), evitando, assim, a ataque de pássaros à panícula e a perda de grãos na colheita (Pizzaro, 1978).

O período de colheita das cultivares de porte baixo pode ser antecipado em relação às de porte alto pelo fato de elevarem mais rapidamente o teor de matéria seca, devido à maior participação da panícula na matéria seca total da planta (Zago, 1991).

De acordo com Nussio (1993), ocorre grande variação entre os híbridos lançados no mercado, sendo que a produtividade da cultura está em função de variáveis como época de plantio, clima, ano, solo, altura e idade da planta. Considerando o objetivo de armazenar forragens na forma de silagem num sistema de exploração animal, torna-se interessante a escolha por milho ou sorgo, segundo o mesmo autor.

Muitos trabalhos foram conduzidos para comparar cultivares de milho e de sorgo. Na média, observou-se que as cultivares de sorgo foram mais produtivas (Lira et al., 1980; Evangelista, 1986; Wernli, Paratori e Barrales, 1988; Bishnoi, Oka e Fearon, 1993).

Segundo Pizzaro (1978), a escolha de cultivares de sorgo ou milho para silagem é controversa. Normalmente o pecuarista escolhe cultivares de porte alto e tolerantes a acidez do solo, objetivando maior produção de massa verde.

A silagem de sorgo pode ter igual ou maior valor nutricional do que a silagem de milho, que é padrão, quando estas forragens são distribuídas em igual concentração na dieta de fibras (Nichols, Froetschel e Amos, 1998).

2.3 Qualidade da silagem de sorgo

A avaliação da qualidade da silagem é complexa, porém a palavra qualidade normalmente é entendida para mensurar a extensão do processo fermentativo da silagem.

Entretanto, para uma análise mais precisa, o valor nutritivo deve ser referendado através do rendimento animal (Lopes, 1975).

Merry, Mackenna e Raymond (1993) relatam que a essência da ensilagem é a promoção de rápida fermentação láctica, que propiciará a preservação da forragem com um mínimo de perdas de nutrientes.

Faria (1986) verifica que as cultivares que apresentam 40 a 50% de grãos na matéria seca do material ensilado permitem uma silagem de boa qualidade.

Para maximizar a qualidade, o sorgo deve ser ensilado no estágio farináceo duro, cuja silagem terá alta digestibilidade da matéria seca (Morris e Cormic, 1994).

Van Soest (1994) relata que a qualidade da silagem pode ser mensurada sob a ótica simples do nível de matéria seca, sendo desejável teores acima de 35%.

Silagem de melhor qualidade se consegue com 30% de matéria seca, entretanto, quando se colhe mais tarde, além de ocorrer perda da qualidade, 30 a 50% dos grãos ingeridos são desperdiçados através das fezes (Fernandes, 1978).

Entretanto, quando o sorgo ensilado tem um teor de matéria seca inferior a 30% durante o processo de fermentação no silo, ocorrem maiores perdas de matéria seca, principalmente devido à formação de efluentes, acarretando uma silagem de qualidade inferior (Muck, 1988).

A correlação entre teor de matéria seca e o consumo de matéria seca é alta. Portanto, o consumo aumenta com o acréscimo do teor de MS da silagem (Ward et al., 1965; Colovos, Holter e Koes, 1970; Lahr et al., 1983).

Lawton (1971) afirma que uma boa silagem está relacionada à colheita da forragem no estágio de maturação correto e a uma ensilagem rápida. Um atraso neste ponto ótimo de maturação comprometerá a qualidade final.

A qualidade da silagem tem como fator de destaque, além do teor de matéria seca, o teor de carboidratos solúveis (Pereira, 1991).

Vilela (1985) afirma que variedades de sorgo graníferos apresentam maior proporção de grãos em relação à massa verde e são as que possibilitam uma melhor qualidade de silagem, pois além de elevarem o teor de matéria seca nos grãos, destaca-se a parte energética da planta.

Sanderson, Miller e Jones (1994) não encontraram correlações positivas entre a composição morfológica (proporção de folha, colmo e panícula) e a qualidade da forragem, sob o ponto de vista de digestibilidade.

Jonhson Júnior (1989) rejeita a idéia de que a maior quantidade de grãos melhora a qualidade da silagem. A qualidade está mais em função da digestibilidade dos colmos e folhas, caracterizados pela fibra, do que exclusivamente da quantidade de grãos, conclui o autor.

Staples (1994) registra que o cultivar de milho adaptado para a produção de grãos provavelmente também produzirá silagem de boa qualidade. Todavia, pesquisas mais recentes mostram que cultivares com grande digestibilidade de fibra podem ter digestibilidade igual ou superior à aquelas que contêm mais grãos.

Com relação à fibra, Danley e Vetter (1973) encontraram valores entre 50,4 a 70,0 % de FDN e de 29,4 a 50,9 % de FDA na MS de silagem de sorgo, de acordo com as cultivares estudadas.

Sanderson, Miller e Jones (1994) encontraram variabilidade entre 21 híbridos de sorgo forrageiro para FDA, que oscilou de 28,4% a 38,6%, e para proteína bruta, cujos valores variaram de 5,56 a 7,25%.

Determinações convencionais de digestibilidade e valor nutritivo não são suficientes para avaliar a qualidade de uma forragem, é necessário que se conheça seu consumo voluntário (Lavezzo, 1985).

De um modo geral, a silagem de sorgo apresenta em torno de 85% a 90% do valor nutritivo da silagem de milho (Zago, 1991).

Pereira (1991) atestou que o consumo e coeficiente de digestibilidade para MS, MO e PB foram semelhantes para silagem de milho e de sorgo.

Smith e Bolsen (1986) relatam que a resposta ao ensilamento não é igual para os diferentes cultivares de sorgo, o que significa que a qualidade da silagem também é influenciada pela escolha dos cultivares.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Considerações gerais

A primeira fase do experimento foi realizada no Departamento de Agricultura (DAG), Campus da Universidade Federal de Lavras, localizada no sul do estado de Minas Gerais. A cidade de Lavras apresenta latitude de 21°45', longitude de 45°00' e altitude média de 910 m (Castro Neto, Sedyama e Vilela, 1980). Segundo a classificação de Koppen, o clima da região é do tipo Cwa. A precipitação média anual é de 1493 mm e a temperatura média anual é de 19,36° C, com máxima de 26° C e mínima de 14,6° C (Vilela e Ramalho, 1979).

Em 01/12/1997, foram cultivadas 18 cultivares de sorgo (Tabela 1), em um delineamento experimental de blocos casualizados dispostos com três repetições. O solo foi preparado de maneira convencional, usando-se uma aração e duas gradagens. A adubação de plantio foi feita utilizando 350 kg/ha da fórmula 8-28-16 + 0,5 kg/ha de Zn e a cobertura com 70 kg/ha de nitrogênio na forma de uréia, quando as plantas apresentavam entre 5 a 7 folhas. Os tratamentos culturais e combate a pragas foram os normalmente empregados para a cultura na região.

Utilizou-se parcelas de quatro fileiras de 5 m de comprimento, espaçadas de 0,70 m. Após desbastes, foram mantidas 12 plantas por metro linear. As avaliações foram efetuadas nas duas fileiras centrais, nas épocas oportunas.

Quando as plantas atingiram o estágio de maturação leitoso/pastoso, foram imediatamente colhidas a 10 cm da superfície do solo. As plantas das parcelas foram pesadas para estimativa da produção de massa verde.

TABELA 1 - Cultivares de sorgo utilizados no estudo e seu tipo, segundo as especificações do vendedor.

Cultivares	Tipo
ACA-726	Forageiro
AG-2002	Forageiro
AG-2005	Duplo propósito
AGX-202	Forageiro
AGX-213	Forageiro
BR-501	Forageiro
BR-601	Forageiro
BR-700	Forageiro
C-11	Forageiro
C-15	Forageiro
C-51	Granífero
CEPX-9702	Forageiro
CMSXS-755	Forageiro
DK-57	Granífero
MASSA-03	Granífero
P-54037	Forageiro
P-8118	Granífero
XB-1502	Granífero

As seguintes características agrônômicas foram avaliadas para cada cultivar:

- Florescimento (FL): Número de dias decorridos da semeadura até o ponto em que 50% das plantas da parcela estivessem com suas panículas abertas e liberando pólen .
- Altura da planta (AP): A altura média das plantas (cm) da área útil da parcela medida na época da colheita, da superfície do solo à inserção da folha bandeira.

- Porcentagem de matéria seca (%MS): Determinada por meio de secagem em estufa a 105 °C, até peso constante (AOAC, 1970).
- Produtividade de matéria verde (M.V.T./ha): Peso médio estimado em ton./ha, resultante da pesagem de todas as plantas da área útil.
- Produtividade de matéria seca (M.S.T./ha): Peso médio estimado em ton./ha, resultante do cálculo entre o teor de matéria seca e a produtividade de matéria verde.

Imediatamente após a colheita, as plantas foram trituradas em picadeira Pinheiro, PP 47, e reduzidas ao tamanho de aproximadamente 2,5 cm. Em seguida, foram retiradas 2 amostras. A primeira delas (900 g) foi seca em estufa de ventilação forçada, a uma temperatura de 55 °C, até atingir peso constante. Daí, foram moídas em moinho estacionário Thomas-Wiley, com peneira de 5 mm. Posteriormente foi determinado o teor de matéria seca, por meio da secagem em estufa a 105 °C, por 12 horas.

A segunda amostra foi ensilada em 54 silos experimentais de "PVC", sendo um para cada parcela. Estes silos continham válvulas tipo "Bunsen" e foram lacrados com fita crepe. Cem dias após a ensilagem, o material foi retirado dos três silos para cada cultivar e devidamente homogeneizado. Em seguida, foi retirada uma amostra de 900g, que depois foi seca em estufa de ventilação forçada a 55° C até alcançar peso constante (AOAC, 1970). Metade da amostra foi moída em peneira de 5 mm, ficando disponível para a montagem do ensaio de degradabilidade "in situ". O restante foi moído também em moinho tipo Thomas-Wiley, porém com peneira de 1 mm, para a realização das análises química.

As determinações das características químicas da silagem foram efetuadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da

UFLA. Todas as análises foram efetuadas em amostras compostas, obtidas pela mistura das três repetições do campo, sendo realizadas em duplicata por híbrido como segue:

- Fibra em Detergente Neutro (FDN) livre de cinzas: determinada segundo Van Soest, Robertson e Lewis (1991). Para tanto, utilizou-se 0,5 grama de sulfito de sódio e 200 µl de α - amilase, 100 µl adicionado ao becker durante a fervura da amostra em solução detergente neutro e 100 µl quando da filtragem em cadinho com água quente.
- Fibra em Detergente Ácido (FDA): determinada não seqüencialmente à FDN (Van Soest, Robertson e Lewis, 1991).
- Proteína Bruta (PB) e Extrato Etéreo (EE): determinados segundo o AOAC (1970).
- Cinzas: determinadas por incineração do material em mufla a 550 °C por cinco horas.
- Carboidratos não fibrosos (CNF): calculados por meio da fórmula: $100 - (PB + FDN + EE + CINZAS)$.

Para o estudo da degradabilidade "in situ" das silagens, foram utilizadas oito vacas holandesas, não lactantes e fistuladas no rúmen. O período experimental foi de 18 dias, sendo 15 dias de adaptação alimentar, cuja dieta consistiu de silagem de sorgo "ad libitum" mais 2 kg de concentrado à base de milho e farelo de soja por vaca, e três dias de incubação. Cinco gramas de amostra, devidamente homogeneizada e moída em peneira de 5 mm, foram acondicionadas em sacos medindo 7 x 15 cm, confeccionados em náilon faillet, 100% poliéster, adquirido na loja Top's Tecidos e Confecções LTDA., em Lavras - MG (com malhas entre 40 e 60 µ) e lacrados com presilha industrial de plástico.

Sacolas de filó (20 x 35 cm) acondicionando cada conjunto de 18 sacos de náilon (tratamentos) foram alojadas na região ventral do rúmen, em 3 tempos de incubação (12, 24, 72 horas), em ordem reversa. Tais sacolas foram amarradas em um cordão de náilon a aproximadamente 35 cm da fístula e devidamente ancoradas com bolas de chumbo com peso de 0,10 kg cada.

Terminado o período de incubação, as sacolas foram retiradas do rúmen, e os sacos de náilon imediatamente submersos em água com gelo para interromper o processo de degradação, e lavados em máquina com água corrente por 20 minutos. Logo após, foram encaminhados para estufa de circulação forçada de ar a 55° C, na qual foram secos por um período de 72 horas. Os sacos referentes ao tempo zero, para determinar a fração prontamente solúvel, não foram introduzidos no rúmen dos animais.

A degradabilidade efetiva (DEF) da matéria seca foi calculada como segue:

$$DEF = A + B \left(\frac{kd}{kd + kp} \right)$$

onde :

A = Fração A (instantaneamente degradável), sendo o desaparecimento da amostra nos sacos de náilon no tempo 0, sendo o valor médio de 8 amostras lavadas para cada cultivar;

B = Fração B (lentamente degradável), obtida pela expressão $100 - (A + C)$, onde C representa a fração indigestível, obtida através do resíduo dos sacos incubados por 72 horas;

Kd da fração B = Foi calculado pela regressão linear ao longo dos tempos 0, 12 e 24 do logaritmo natural dos resíduos de cada saco após a subtração da fração C;

Kp = Taxa de passagem ruminal, assumida de 4% por hora.

3.2 Análise estatística

Todas as análises de variância foram realizadas pelo procedimento GLM do SAS (1995). Para as características agronômicas (%MS, AP, FL, MV, MS), o seguinte modelo foi utilizado:

$$Y_{ij} = \mu + B_i + C_j + e_{ij}$$

Onde:

μ = Média geral;

B_i = Efeito de bloco (i = 1, 2, 3) ;

C_j = Efeito de cultivar (j = 1 a 18);

e_{ij} = erro residual, assumido independentemente e identicamente distribuído em uma distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

As médias de quadrado mínimo foram geradas para cada cultivar para uso nas análises de correlação e regressão. Outra análise foi realizada comparando a degradabilidade ruminal de híbridos forrageiros (Forrag) (n=12) com a degradabilidade de híbridos graníferos e de duplo propósito (Gran+DP) (n=6) visando avaliar o efeito do tipo de híbrido. Para esta análise, utilizou-se um modelo similar ao anterior, no qual o efeito de cultivar foi substituído pelo efeito de tipo de híbrido (j = Forrag, Gran+DP).

As características químicas (MSSilo, FDN, FDA, PB, EE, Cinzas) das amostras ensiladas e compostas de híbridos forrageiros (Forrag) (n=12) foram comparadas às de híbridos graníferos e de duplo propósito (Gran+DP) (n=6) por modelo similar ao anterior, no qual o efeito de cultivar foi substituído pelo efeito de tipo de híbrido (j = Forrag, Gran+DP) e no qual o efeito de bloco foi excluído.

Os parâmetros de degradação “in situ” (DEF, B, C, Kd) das amostras ensiladas e compostas de cada híbrido foram analisados pelo seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + V_i + C_j + e_{ij}$$

Onde:

μ = Média geral

V_i = Efeito de vaca (i = 1 a 8)

C_j = Efeito de cultivar (j = 1 a 18)

e_{ij} = erro residual, assumido independentemente e identicamente distribuído em uma distribuição normal com média zero e variância σ^2 .

A fração A instantaneamente degradável (A) foi analisada pelo mesmo modelo, mas sem o efeito de vaca, desde que os sacos de náilon para estimativa da degradação no tempo 0 metodologicamente não foram inseridos no rúmen dos animais. A média de quadrado mínimo para cada cultivar foi gerada para a DEF e utilizada nas análises de regressão e correlação.

Outra análise foi realizada comparando a degradabilidade ruminal de híbridos forrageiros (Forrag) (n=12) com a degradabilidade de híbridos

graníferos e de duplo propósito (Gran+DP) (n=6) visando avaliar o efeito do tipo de híbrido. Para esta análise, utilizou-se um modelo similar ao anterior, no qual o efeito de cultivar foi substituído pelo efeito de tipo de híbrido (j = Forrag, Gran+DP). A fração A instantaneamente degradável foi analisada pelo mesmo modelo, mas sem o efeito de vaca, pelos mesmos motivos anteriormente apresentados.

Correlações entre DEF, características agronômicas (AP, FL, MV, MS) e químicas (MSSilo, FDN, FDA, PB, EE, Cinzas) foram realizadas pelo procedimento CORR do SAS (1995). O melhor modelo de predição de DEF foi estimado por regressão do tipo “Stepwise”, tendo as variáveis agronômicas e químicas como variáveis independentes. Desde que as variáveis FDN e FDA são altamente correlacionadas (0,93), apenas a mais correlacionada com a DEF, a FDA, foi utilizada na regressão. Foram incluídos no modelo apenas variáveis independentes com significância abaixo de 0,15.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Características agronômicas dos cultivares

Segundo Brito (1995), a produtividade de matéria seca de sorgo forrageiros parece estar na dependência da variedade, do ciclo e de altura da planta. Cummins, McGulloch e Dobsorn (1970) mostraram relação de altura de plantas com as porcentagens de panícula, folha e colmo de híbridos de sorgo forrageiro. O autor considerou ainda que o potencial de produção de matéria seca aumenta com a altura da planta. No presente trabalho, alguns forrageiros tiveram teor de MS que podem comprometer o padrão de fermentação no silo (Tabela 2); no entanto, o valor médio em torno de 30% da MN é suficiente para a confecção de silagem com fermentação predominantemente láctica e acética. Segundo Zago (1992), a produtividade de matéria seca está diretamente relacionado com a altura das plantas.

Sorgos graníferos tiveram maior porcentagem de MS na planta fresca do que forrageiros (Tabela 3), valores em torno de 35% da MN, semelhantes aos da planta de milho, conforme relatado por Fonseca (2000), estudando diversos híbridos e variedades de milho, obtendo uma variação de 26,9 a 37%, com média de 31%. O mesmo autor relata ainda que, apesar de ter ocorrido esta variação no teor de MS, a maioria das cultivares apresentaram porcentagens de MS entre 28 e 40%. Para o presente trabalho, maior teor de MS dos sorgos graníferos refletiu a maior relação grão/parte vegetativa, reflexo do menor porte da planta (Tabela 3), o que resulta também em silagem com menor % de FDN e FDA (Tabela 5).

TABELA 2 – Médias de quadrado mínimo das características agronômicas de híbridos de sorgo: matéria seca - %MS, altura de plantas - AP (cm), florescimento - FL (dias), produtividade de matéria verde - MV (ton./ha), e produtividade de matéria seca - MS (ton./ha) para os dezoito cultivares de sorgo estudados.

Cultivares	% MS	AP (cm)	FL (dias)	MV (ton./ha)	MS (ton./ha)
ACA – 726	28,4	276	66	39,1	11,0
AG – 2002	26,8	315	82	59,0	15,8
AG – 2005	33,2	193	72	30,3	10,0
AGX – 202	36,5	281	86	39,9	14,4
AGX – 213	34,9	270	90	47,7	16,6
BR – 501	23,7	282	89	65,3	15,4
BR – 601	27,8	276	85	44,6	12,3
BR – 700	34,8	207	72	46,6	16,1
C – 11	29,1	221	73	39,5	11,3
C – 15	27,7	238	67	53,7	14,8
C – 51	35,0	179	72	36,8	12,7
CEPX-9702	31,2	197	73	40,3	12,3
CMSXS-755	34,4	179	80	41,8	14,4
DK – 57	34,4	142	81	31,5	10,8
MASSA-03	38,3	181	72	34,8	13,3
P – 54037	28,3	316	70	47,9	13,7
P – 8118	35,2	139	72	25,2	8,82
XB – 1502	32,7	168	71	31,9	10,4
Média	31,8	231	75	41,9	13,0
Desvio padrão	4,0	57,4	7,5	10,2	2,3
Mínimo	23,7	139	66	25,2	8,8
Máximo	38,3	316	90	65,3	16,6

Cada híbrido foi plantado em triplicata e colhido a 10 cm do solo no estágio leitoso/pastoso.

TABELA 3 – Médias ajustadas das características agronômicas de 12 híbridos de sorgo forrageiro (Forrag) e 6 graníferos e de duplo propósito (Gran+DP): matéria seca - %MS, altura de plantas - AP (cm), florescimento - FL (dias), produtividade de matéria verde - MV (ton./ha), e produtividade de matéria seca - MS (ton./ha).

	Forrag	Gran+DP	EPM*	P para efeito de tipo de híbrido
% MS (% na MN)	30,6	34,8	0,88	<0,01
AP (m)	2,55	1,67	0,08	<0,001
FL (dias)	75,6	73,3	2,67	0,54
MV (ton./ha)	46,8	31,8	1,80	<0,001
MS (ton./ha)	14,1	11,0	0,53	<0,001

* EPM = erro padrão da média

Cada híbrido foi plantado em triplicata e colhido a 10 cm do solo no estágio leitoso/pastoso.

Nota-se, pelas Tabelas 3 e 5, que o teor de MS do material ensilado foi menor do que os das plantas frescas (27,6 vs 30,6 e 30,9 vs 34,8, respectivamente para forrageiros e graníferos + duplo propósito). Esta perda é considerada normal devido ao processo fermentativo e, também, às perdas por lixiviação.

Para Muck (1988), quando o sorgo ensilado tem teor de MS inferior a 30%, durante o processo de fermentação no silo ocorrem maiores perdas de MS, principalmente devido à formação de efluentes, acarretando uma silagem de qualidade inferior.

Analisando os dados das Tabelas 2 e 3, podemos observar que o teor de matéria seca (% MS) do material a ser ensilado teve uma amplitude de 23 a 38%, com média de 31,8%. A cultivar MASSA - 03 se destacou das demais com 38,3%.

Noutro extremo, com 23,7% de matéria seca, situa-se o BR - 501, quase no limite de substrato para silagem de boa qualidade. Johnson e McClure (1968) afirmaram que para se obter silagem de boa qualidade, deve-se ensilar com um mínimo de 22 a 23% de matéria seca. Nesses casos, os baixos teores de MS da forragem propiciarão a ocorrência não apenas de fermentações indesejáveis, como também de perdas por efluentes e redução no consumo (Woolford, 1984).

Parte das cultivares apresentou teor de matéria seca (%MS) abaixo daquilo considerado ideal, 30 a 35% de MS, de acordo com Gordon (1967) e Valente, Silva e Gomide (1984), embora a média de 31,8% de M.S. tenha sido semelhante a encontrada por Esmail, Bolsen e Pfaff (1991).

Melloti e Boin(1969) e Fernandes (1978) afirmam que melhores silagens foram obtidas com matéria seca de 31,6 e 30%, respectivamente, e que os cortes mais tardios (maturidade) resultam em redução do valor nutritivo e, ainda, perdas de 30 a 50% dos grãos ingeridos através da eliminação pelas fezes.

No que se refere à produtividade de matéria seca (MS ton./ha.), nota-se uma variação de 8,8 ton./ha (P-8118) a 16,6 ton./ha (AGX-213) entre as cultivares analisadas, estando em consonância com o registrado por Bruno et al. (1992) entre 9,1 e 18,3 ton./ha. A produtividade média da matéria seca (MS ton./ha) foi de 13,0 ton./ha, estando em acordo com as 14,1 ton./ha obtidas por Andrade e Carvalho (1992).

A menor produtividade de matéria seca (8,8 ton./ha), obtida pela cultivar P-8118, está relacionada com a sua menor altura de planta (139 cm), o que de certa forma condiciona a uma reduzida produtividade, mesmo sendo alto o nível de matéria seca (35,2% MS) da referida cultivar.

As cultivares mais altas, com maiores proporções de colmo, alcançam maiores produtividades de matéria seca, o que também pode comprometer a qualidade do material ensilado. Isto pode ser observado, neste ensaio, com as

cultivares AGX - 213 e AG - 2002, com altas produções de matéria seca e elevadas alturas de plantas, 270 e 315 cm respectivamente.

Já a DK - 57, com apenas 149 cm de altura, se sobressai quanto ao teor de matéria seca devido à elevada proporção de grãos. Porém, é inexpressiva (10,8) sua produtividade de matéria seca. De acordo com Philips e Weller (1979), a grande deposição de amido na planta em culturas com maior proporção de panículas provoca um rápido aumento na porcentagem de matéria seca da planta inteira, em relação a culturas com baixa participação de grãos na MS.

Portanto, as cultivares de sorgo de baixo e médio porte, ou seja, graníferas e duplo propósito, são caracterizadas pela alta participação de grãos e apresentam elevados teores de matéria seca, porém com menores produções de matéria seca por hectare.

As demais cultivares alcançaram produções intermediárias de matéria seca, proporcionais às diferentes alturas, de acordo com os resultados alcançados por Pereira (1991).

No presente trabalho, a altura de plantas variou de 139 cm (P-8118) até 316 cm (P-54037). A altura média foi de 231 cm, devido a maioria de cultivares forrageiras. Obviamente, os cultivares de maior porte foram os forrageiros, os quais estão associados à maior produção de matéria verde e matéria seca por unidade de área.

A altura de plantas pode interferir também na porcentagem de plantas acamadas. Isso fica mais evidente nas cultivares forrageiras. Silva et al. (1996) encontraram uma correlação positiva ($r=0,43$; $P<0,01$) entre a altura e porcentagem de acamamento.

Pereira, Obeid e Barbosa (1989) encontraram um acamamento bastante expressivo quando o espaçamento entre as linhas de plantio foi reduzido, aliado a cultivares altas.

A produtividade de matéria verde variou de 25 ton./ha (P-8118) a 65 ton/há (Br-501), influenciada pelas categorias das cultivares. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Guim et al. (1995), que avaliando três categorias de híbridos de sorgo, forrageiro, duplo propósito e granífero, constataram que o híbrido forrageiro, como se esperava, apresentou a maior produção de matéria verde por unidade de área (57,7 ton./ha). No presente trabalho, a menor produtividade de matéria verde das cultivares graníferas e de duplo propósito foi satisfatoriamente compensada pela maior produtividade de matéria seca (MS ton./ha), uma vez que as altas porcentagens de panículas e grãos aumentaram substancialmente o teor de matéria seca (%MS) das plantas.

Também a produção média de matéria verde por unidade de área foi expressiva (41,9 ton./ha), o que se explica pela maioria de plantas forrageiras de elevadas alturas.

O tempo médio de florescimento foi de 75 dias, sendo a amplitude de 66 a 90 dias. Em destaque encontra-se a AGX-213, com 90 dias, e noutro extremo, a ACA-726, com 60 dias de florescimento.

Observando os dados de porcentagem de matéria seca (%) do material antes da ensilagem (Tabela 2), percebe-se que os valores para todas as cultivares foram superiores aos verificados no material ensilado (Tabela 4). Isso pode ser associado à técnica de amostragem utilizada. Todavia, essa diferença pode ser explicada pela volatilização de compostos orgânicos formados durante o período de secagem.

A correlação da MS do campo e MS da silagem apresentou-se altamente significativa ($P=0,0001$) e positiva ($r= 0,91$). Nota-se que à medida que ocorre um aumento do teor de MS no material a ser ensilado, há um aumento menor, correspondente para a o teor de MS da Silagem (Figura 1).

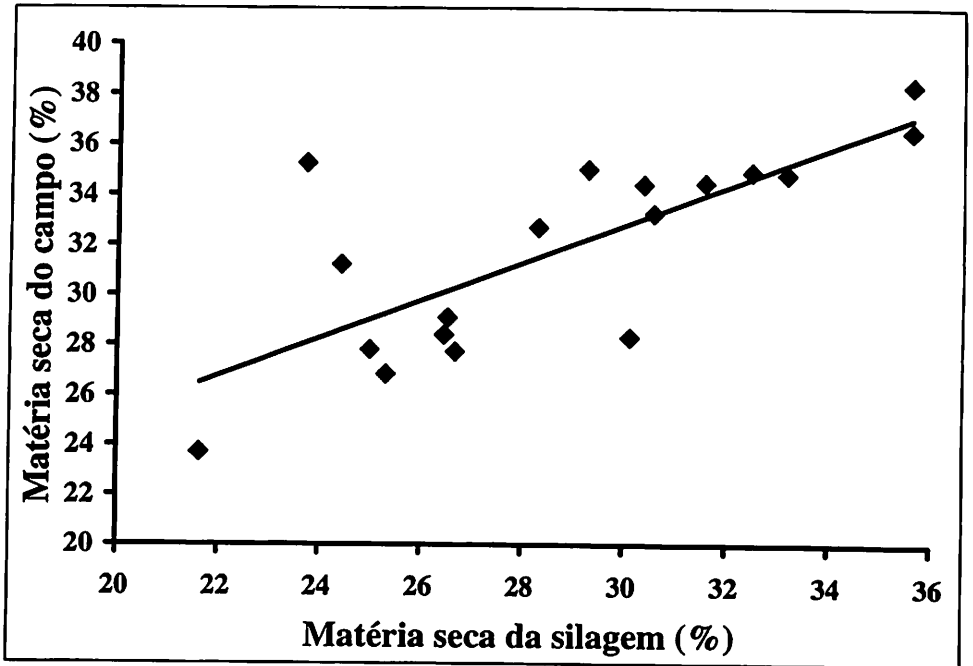


FIGURA 1. Correlação entre o teor de MS no campo e o teor de MS da silagem [Matéria seca do campo (%) = 10,201 + 0,7521 x Matéria seca da silagem (%); $r^2 = 0,5735$].

Waldo (1997) constatou que no processo de secagem de amostras de silagem, consideráveis quantidades de compostos orgânicos voláteis formados durante a fermentação foram sistematicamente perdidos. Constatações semelhantes foram percebidas por Tjandraatmadja, Norton e McRae (1991).

4.2 Características químicas das silagens

A caracterização de forragens quanto ao seu valor nutritivo passa pelas características químicas das mesmas, em especial é fundamentada na determinação das frações fibrosas.

Na Tabela 4 encontram-se os dados médios das características químicas das silagens analisadas no presente estudo, com destaque para os valores FDN. Como se observa, as cultivares graníferas XB-1502 (44,8%) e DK-57 (45,7%) apresentaram menores valores de FDN. Em outro extremo, as cultivares forrageiras P-54037, C-15 e BR-501 mostram maiores valores (60,4%, 56,4%, 53,8%, respectivamente).

TABELA 4 – Médias de quadrado mínimo das características químicas da silagem de 18 híbridos de sorgo: matéria seca da silagem (% MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), cinzas e carboidratos não fibrosos (CNF).

Cultivares	% MS	PB	FDN	FDA	EE	CINZAS	CNF
ACA-726	26,4	6,0	52,3	35,3	4,7	5,0	31,8
AG-2002	25,3	6,1	50,9	33,8	4,3	5,7	32,7
AG-2005	30,6	6,8	47,6	29,8	4,5	4,9	35,9
AGX-202	35,6	6,2	51,3	31,9	3,2	3,8	35,4
AGX-213	32,5	6,6	50,4	31,2	3,0	5,0	34,8
BR-501	21,6	6,0	53,8	33,6	5,0	5,8	29,2
BR-601	25,0	5,9	47,3	29,5	4,2	4,9	37,5
BR-700	33,2	6,6	52,7	33,8	4,1	5,1	31,4
C-11	26,5	6,7	50,1	31,1	3,7	5,3	33,9
C-15	26,6	6,4	56,4	34,9	4,1	5,2	27,7
C-51	29,3	7,6	47,7	30,2	4,8	5,7	33,9
CEPX-9702	24,4	7,2	49,3	32,9	3,4	5,2	34,6
CMSXS-755	30,4	6,8	48,5	29,9	3,4	4,5	36,6
DK-57	31,6	8,1	45,7	27,7	3,8	5,3	36,8
MASSA-03	35,6	7,0	47,4	28,3	4,9	4,8	35,8
P-54037	23,7	6,0	60,4	40,6	3,8	5,0	24,7
P-8118	30,1	7,7	49,3	28,5	3,2	5,8	33,8
XB-1502	28,3	6,9	44,8	26,5	4,0	4,8	39,3
Média	28,7	6,7	50,3	31,6	4,0	5,1	33,6
Desvio padrão	4,0	0,6	3,8	3,3	0,6	0,4	3,6
Mínimo	21,6	5,9	44,8	26,5	3,0	3,8	24,7
Máximo	35,6	8,1	60,4	40,6	5,0	5,8	39,3

Cada híbrido foi plantado em triplicata, colhido a 10 cm do solo no estágio leitoso/pastoso, ensilado por 100 dias em mini-silos de PVC, e uma amostra composta dos 3 silos analisada em duplicata. Valores como % da matéria seca, exceto Mssilo, que é % da matéria natural.

$CNF = 100 - (PB + FDN + EE + CINZAS)$.

Existe uma tendência de associação de níveis de FDN à maior ou menor participação de panículas na massa ensilada, as quais por sua vez, estão ligadas aos diferentes tipos de sorgo (granífero, duplo propósito, forrageiro). Isso se confirma no presente trabalho, corroborando os resultados obtidos por Nogueira (1995), que observou baixos níveis de FDN ao avaliar híbridos de sorgo graníferos. Da mesma forma, os dados acima estão em consonância com os encontrados por Borges (1995) e Gaggioti et al. (1992), que trabalhando com híbridos de porte alto (forrageiros), encontraram altos valores de FDN.

Hart (1990), elevando a altura de corte no momento da colheita, para ensilagem de sorgo, aumentou artificialmente a porcentagem de grãos da silagem e constatou uma redução gradual nos teores de FDN à medida que aumentou a porcentagem de grãos na forragem.

Os dados de FDA das silagens (Tabela 4) mostram um comportamento bastante parecido com aquele de fibra em detergente neutro. Isto pode ser confirmado pela alta correlação ($r=0,93$, $P<1$) entre eles.

Em destaque, com maiores teores de FDA, encontram-se as cultivares forrageiras P-54037, ACA-726 e C-15, com 40,6%, 35,3% e 34,9%, respectivamente.

Os altos níveis de componentes de parede celular apresentados pelo sorgo forrageiro, que aumentam a porção fibrosa da planta, parecem explicar os teores mais elevados de FDA desses materiais. Essa tendência também pode ser verificada por diversos autores (Gomide et al., 1987; Hart, 1990; Tjandraatmadja, Norton e McRae, 1991).

Por outro lado, verificamos que a granífera XB-1502 foi a que apresentou o menor teor de FDA (26,5%), o que referenda a análise anterior. Em seguida, encontram-se as também graníferas MASSA-03 e P-8118, com 28,3 e 28,5%, respectivamente.

Os maiores teores de proteína bruta (%PB) foram obtidos pelas cultivares graníferas DK-57 (8,1%), P-8118 (7,7%) e C-51 (7,6%). Observa-se também que essas cultivares apresentaram maior participação de grãos e maior permanência de folhas verdes inferiores, características que parecem determinantes no maior nível de proteína bruta .

Ruggieri et al. (1995) constataram, também, que a maior quantidade de grãos nos híbridos de sorgo granífero e de duplo propósito permitiu a obtenção de teores mais elevados de proteína bruta, 7,6% e 6,1%, respectivamente. Os menores percentuais de PB, por outro lado, são nitidamente observados nas cultivares forrageiras BR-601 (5,9%), BR-501 (6,0%), e P-54037 (6,0%).

Oliveira (1989) constatou que baixos teores de PB estão associados à elevada estatura de plantas, ao grande volume de colmo e à senescência mais rápida das folhas inferiores das cultivares forrageiras de sorgo.

De acordo com Costa et al. (1995), os teores de proteína bruta inferiores a 7,0 % proporcionam carência de nitrogênio para o desenvolvimento microbiano, reduzindo a atuação nas fibras, diminuindo a taxa de passagem no rúmen e, como consequência, reduzindo o consumo de MS. No presente trabalho, todas as cultivares forrageiras apresentaram esta restrição.

Uma séria limitação das silagens de sorgo e milho é o reduzido teor de proteína bruta, o que aumenta a necessidade de suplementação com concentrados protéicos (Gomide et al., 1987).

Os dados referentes ao extrato etéreo e cinzas das silagens analisadas estão contidos na tabela 4, no qual a cultivar BR-501, com 5,0% e 5,8% de extrato etéreo e cinzas, respectivamente, se destaca com valores mais altos. Por outro lado, a AGX-202 se destaca com teores mais baixos (3,2% e 3,8%) de extrato etéreo e cinzas, respectivamente.

Deve-se ressaltar que forragens com maiores níveis de EE possuem valores mais elevados de nutrientes digestíveis totais, uma vez que a gordura fornece 2,25 vezes mais energia que os carboidratos.

TABELA 5 - Médias ajustadas das características químicas da silagem de 12 híbridos de sorgo forrageiro (Forrag) e 6 graníferos e de duplo propósito (Gran+DP): Fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas e porcentagem de matéria seca (MSsilo), carboidratos não fibrosos (CNF).

	Forrag	Gran+DP	EPM*	P para efeito de tipo de híbrido
MSsilo	27,6	30,9	1,35	0,11
PB	6,4	7,4	0,16	<0,001
EE	4,0	4,3	0,22	0,35
Cinzas	5,1	5,3	0,17	0,47
FDN	52,0	47,1	1,08	<0,01
FDA	33,3	28,5	0,89	<0,01
CNF**	32,6	36,0	1,17	0,06

* EPM = Erro padrão da média.

** CNF = $100 - (PB + FDN + EE + Cinzas)$

Cada híbrido foi plantado em triplicata, colhido a 10 cm do solo no estágio leitoso/pastoso, ensilado por 100 dias em mini-silos de PVC, e uma amostra composta dos 3 silos analisada em duplicata. Valores como % da matéria seca, exceto Mssilo, que é % da matéria natural.

O teor médio de matéria seca (27,6%), Tabela 5, é semelhante aos encontrados por diversos autores (Esmail, Bolsen e Pfaff, 1991; Bruno et al., 1992), que também avaliaram diversos híbridos forrageiros de sorgo. Nos extremos estão a BR-501, com 21,6 %, e a cultivar granífera MASSA- 03, com 35,6%.

A média ajustada de Proteína Bruta para as 12 cultivares forrageiras foi de 6,4%, portanto menor que os 7,4% encontrado para as 6 cultivares graníferas, retratando a menor proporção de grãos, a maior altura de colmo e a senescência mais rápida das folhas inferiores, características relativas às cultivares forrageiras de sorgo, já relatadas anteriormente.

Os teores médios de Cinzas e EE (4,0 e 5,1%, respectivamente), são menores nas cultivares forrageiras, em relação aos 4,3 e 5,3% encontrados nas gramíneas. Estes resultados estão em consonância com os encontrados na literatura, porém são superiores aos encontrados por Chaves (1997).

Na mesma tabela, observamos que a média dos valores FDN das silagens analisadas foi de 52,0%, estando abaixo da média de 68% apresentada pelo NRC (1989) para silagens de sorgo, porém acima dos 41% encontrados por McDonald (1981).

O teor mínimo de 44,8% observado na cultivar granífera XB-1502 (Tabela 4) pode em parte, ser explicado pela alta proporção de grãos e panículas, contrapondo-se ao valor máximo do teor de FDN, 60,4%, encontrado na cultivar forrageira P-54037. Esse último se destaca pela maior altura entre as cultivares estudadas e conseqüentemente, pela reduzida proporção de panícula e grãos na silagem.

Ainda na tabela 4, percebemos que a média para a FDA foi de 31,6%, valores de acordo com os da literatura, e ligeiramente superiores aos encontrados por Hart (1990) e Borges (1995).

O teor médio de extrato etéreo EE das silagens estudadas foi de 4,0% (Tabela 4), com uma amplitude de 3,0 e 5,0% para o AGX-213 e BR-501.

A média no teor de cinzas foi de 5,1%, sendo o valor mínimo de 3,8% para a AGX-202, e o máximo, de 5,8%, nas cultivares P-8118 e BR-501.

4.3 Parâmetros cinéticos de degradabilidade ruminal da matéria seca

O percentual de DEF, verificado na Tabela 6, variou de 44,0 (CMSXS-755) para 54,0% (AG-2005), sendo que as cultivares que se destacaram com maiores valores foram a AG-2005, DK-57, MASSA-03, todas graníferas (Tabela 6). Os mesmos cultivares apresentaram frações A e B elevadas e fração C baixa, em relação às demais cultivares em estudo, o que, possivelmente, este está associado às características agronômicas das mesmas, uma vez que cultivares de duplo propósito e graníferas apresentam uma maior participação de grãos no teor de matéria seca, menores teores de fibra e menor altura de planta. A taxa de degradação verificada para estas cultivares (4,6 %/h) foi semelhante ao valor encontrado por Erasmus, Prinsloo e Botha (1990), em experimento em que se avaliou a degradação ruminal do sorgo em grãos através da técnica "in situ".

TABELA 6 - Médias ajustadas dos parâmetros cinéticos de degradabilidade ruminal da matéria seca de híbridos de sorgo: Degradabilidade efetiva calculada assumindo uma taxa de passagem de 4%/h (DEF), fração A instantaneamente degradável (A), fração B lentamente degradável (B), fração C indigestível (C) e taxa fracional de degradação da fração B (Kd).

Cultivares	DEF	A	B	C	Kd
ACA-726	46,4	30,2	34,9	34,9	3,5
AG-2002	49,6	29,5	39,7	30,6	4,1
AG-2005	54,0	30,9	45,3	23,7	4,2
AGX-202	48,1	23,6	47,4	28,9	4,3
AGX-213	50,2	27,7	45,6	26,9	4,3
BR-501	47,9	27,0	46,4	26,4	3,3
BR-601	50,8	30,1	46,4	23,3	3,4
BR-700	47,8	25,4	45,6	28,9	3,8
C-11	47,1	27,2	44,9	27,7	3,4
C-15	46,6	28,3	39,6	31,9	3,5
C-51	47,9	26,2	44,9	28,8	3,8
CEPX-9702	47,8	25,8	44,1	29,9	3,9
CMSXS-755	44,0	21,3	47,9	30,6	3,6
DK-57	52,6	31,1	42,4	26,4	4,1
MASSA-03	52,8	31,2	47,5	23,4	3,5
P-54037	44,3	25,4	37,8	36,6	4,1
P-8118	51,5	29,7	45,5	25,3	3,7
XB-1502	49,4	26,0	47,6	26,2	4,1
Média	48,8	27,1	44,1	28,4	3,8
Desvio padrão	2,8	2,7	3,7	3,7	0,3
Mínimo	44,0	21,3	34,9	23,3	3,3
Máximo	54,0	31,2	47,9	36,6	4,3

Cada híbrido foi plantado em triplicata, colhido a 10 cm do solo no estágio leitoso/pastoso, ensilado por 100 dias em mini-silos de PVC, e uma amostra composta dos 3 silos incubada "in situ" em 8 vacas com cânula ruminal. Valores como % da matéria seca, exceto Kd, que é % por hora.

$$DEF = A + B (Kd / (Kd + Kp))$$

Os valores da fração A, B e C foram superiores aos encontrados por Rossi Júnior (1994), segundo o qual a degradabilidade ruminal de sorgo foi de 19,2; 53,3 e 26,9%, respectivamente para as mesmas frações, e com taxa de degradação ruminal de 3,7 %/h, resultados também semelhantes aos encontrados no presente trabalho.

Por outro lado, as cultivares forrageiras ACA-726, P-54037 e CMSXS-755 apresentaram, em geral, valores de DEF e frações A e B inferiores, com taxa de degradação semelhantes às das demais cultivares.

Estes resultados estão associados às características das cultivares forrageiras, uma vez que as mesmas apresentam grande volume de colmo e altura de plantas, com rápida senescência das folhas inferiores, o que proporciona um aumento nos teores de fibra (FDN e FDA), ocasionando uma redução na degradabilidade efetiva da matéria seca e, conseqüentemente, aumento na fração indegradável (C).

Zago (1991), avaliando a cultura da sorgo para a produção de silagem de alto valor nutritivo, obteve resultados semelhantes.

Nota-se também (Tabela 7), que as cultivares forrageiras apresentaram DEF inferior às das graníferas e de duplo propósito. Isto possivelmente está associado aos teores de FDA e FDN (Tabela 5) e também às características agronômicas das mesmas, que possuem altura de planta elevada (Tabela 3) e rápida senescências de folhas, o que proporciona um aumento na fração fibrosa, ocasionando a queda da digestibilidade.

TABELA 7 - Médias ajustadas dos parâmetros cinéticos de degradabilidade ruminal da matéria seca de 12 híbridos de sorgo forrageiro (Forrag) e 6 graníferos e de duplo propósito (Gran+DP): DEF calculada assumindo uma taxa de passagem de 4%/h, fração A instantaneamente degradável (A), fração B lentamente degradável (B), fração C indigestível (C) e taxa fracional de degradação da fração B (Kd).

	Forrag	Gran+DP	EPM*	P para efeito de tipo de híbrido
DEF**	47,7	51,3	0,35	<0,001
A	26,8	29,2	0,59	<0,01
B	43,6	45,5	0,63	0,03
C	29,8	25,7	0,60	<0,001
Kd	- 3,83	- 3,97	0,11	0,35

* EPM = Erro padrão da média

** DEF = $A + B (Kd / (Kd + Kp))$

Cada híbrido foi plantado em triplicata, colhido a 10 cm do solo no estágio leitoso/pastoso, ensilado por 100 dias em mini-silos de PVC, e uma amostra composta dos 3 silos incubada “in situ” em 8 vacas com cânula ruminal. Valores como % da matéria seca, exceto Kd, que é % por hora.

Johnson, Faria e McClure (1971) observaram que a digestibilidade de silagens de sorgo, decrescia com o avanço da maturidade. Os mesmo autores relatam ainda, digestibilidade de 59,4% da matéria seca para silagens de sorgo no estágio farinácio duro.

Azevedo (1973) estudando o valor nutritivo das silagens de milho e sorgo verificou, para as mesmas, digestibilidade da ordem de 54,1 e 43,1%, respectivamente. Entretanto, Lloveras (1990), também avaliando as mesmas silagens, observou 68,2 e 57,4% para a digestibilidade “in vitro”, respectivamente para a MS de milho e sorgo.

Pereira (1991), avaliando silagens de milho e sorgo, relatou digestibilidade média da ordem de 54,2 e 54,3%, valores superiores aos encontrados no presente trabalho.

4.4 Correlações entre características avaliadas

O conhecimento do relacionamento entre as características agrônômicas, químicas e a degradabilidade das cultivares de sorgo analisadas permite uma maior abrangência no entendimento do presente estudo. As estimativas das correlações envolvendo as diferentes características avaliadas estão apresentadas na Tabela 8.

TABELA 8. Correlações entre as características agrônômicas, químicas e a degradabilidade no rúmen (DEF) da silagem de 18 híbridos de sorgo.

	PB	FDN	FDA	EE	Cinzas	AP	FL	MV (ton./ha)	MS (ton./ha)	DEF
MS silo	0,39 ^{NS}	-0,38 ^{NS}	-0,47*	-0,25 ^{NS}	-0,51*	-0,51*	0,19 ^{NS}	-0,51*	0,03 ^{NS}	0,39 ^{NS}
PB		-0,58**	-0,62**	-0,19 ^{NS}	0,26 ^{NS}	-0,86**	-0,01 ^{NS}	-0,69**	-0,51*	0,41 ^{NS}
FDN			0,93**	-0,01 ^{NS}	0,06 ^{NS}	0,63**	-0,44 ^{NS}	0,60**	0,46*	-0,61**
FDA				0,05 ^{NS}	0,06 ^{NS}	0,67**	-0,47*	0,61**	0,45*	-0,64**
EE					0,34 ^{NS}	0,21 ^{NS}	-0,11 ^{NS}	0,22 ^{NS}	-0,01 ^{NS}	0,13 ^{NS}
Cinza						0,02 ^{NS}	-0,05 ^{NS}	0,20 ^{NS}	-0,11 ^{NS}	0,12 ^{NS}
AP							0,15 ^{NS}	0,83**	0,58**	
FL								0,23 ^{NS}	0,31 ^{NS}	
MV									0,80**	

PB=Proteína bruta; FDN=Fibra em detergente neutro; FDA=Fibra em detergente ácido; EE=Extrato Etéreo; AP=Altura da planta; FL=Florescimento; MV (ton./ha)=Produção de massa verde por hectare; MS (ton./ha)=Produção de matéria seca por hectare; MS silo= Matéria seca do silo; * $P < 0,05$; ** $P < 0,01$ e NS - Não significativo.

DEF = $A + B (Kd / (Kd + Kp))$.

Analisando os mais destacados valores da tabela acima, percebe-se uma correlação negativa entre a porcentagem de M.S. e AP, indicando que plantas mais altas, que normalmente produzem uma menor quantidade de grãos, resultam em uma diminuição no teor de matéria seca. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Philips e Weller (1979).

A correlação negativa e significativa entre o teor PB e a AP mostra que plantas mais altas estão associadas a baixos teores de proteína, conforme demonstrado por Oliveira (1989)

Também foi verificada uma correlação negativa e altamente significativa entre o teor PB e as porcentagens de FDN e FDA, explicada pelo fato de que plantas com elevada concentração de fibras normalmente apresentam baixos níveis de proteína. Resultados semelhantes foram encontrados por Allen et al. (1991).

A altura de plantas (Figura 2 e 3) apresentou uma correlação positiva e altamente significativa com as porcentagens de FDN e FDA. Portanto plantas mais altas estão associadas com maiores quantidades de fibras. Esses resultados estão em consonância com os encontrados por Borges (1995) e Gaggioti et al. (1992).

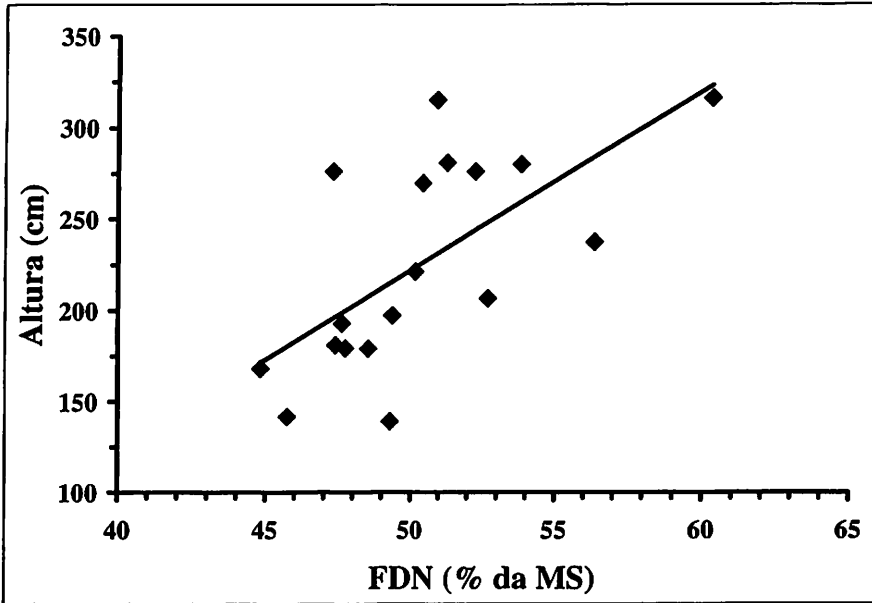


FIGURA 2. Correlação entre FDN e a altura da planta [Altura (cm) = -265,65 + 9,7519 x FDN (% da MS); $r^2 = 0,4245$].

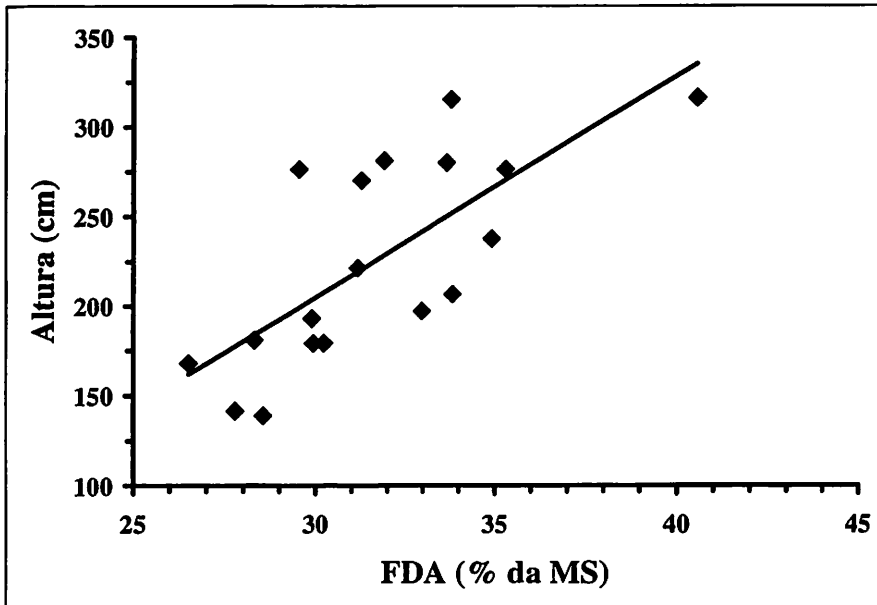


FIGURA 3. Correlação entre FDA e a altura da planta [Altura (cm) = -164,26 + 12,301 x FDA (% da MS); $r^2 = 0,5274$].

Entretanto, a correlação negativa e não significativa entre AP e DEF da MS demonstra que plantas mais altas não são necessariamente menos degradáveis (Figura 1A, ANEXO).

Por outro lado, a correlação negativa e altamente significativa entre as porcentagens de FDN e FDA com a DEF evidencia que a parte menos digestível compromete a degradabilidade dos cultivares. Estes resultados corroboram os obtidos por Minson (1990) e Wolf et al. (1993).

Porém, a correlação positiva entre a porcentagem de FDN com a produtividade de matéria verde (T.M.V/ha) e com a produtividade de matéria seca (T.M.S./ha) e, da mesma forma, a correlação positiva entre porcentagem FDA com T.M.V./ha e de matéria seca T.M.S./ha evidenciam o vasto caminho a ser percorrido em termos de melhoramento do sorgo com relação à qualidade de fibras.

Também foi encontrada uma correlação positiva e altamente significativa entre a T.M.V./ha e T.M.S./ha com a AP, estando em consonância com os resultados obtidos por Correa et al. (1996) .

Como foi verificado, as correlações analisadas evidenciam que os cultivares mais altos apresentam maior teor de fibras, além de maiores produtividades, comprometendo, entretanto, a degradabilidade.

O melhor modelo para explicar a degradabilidade efetiva da matéria seca foi:

$$\text{DEF} = 65,851 - 0,5354 (\% \text{ da MS}) \quad r^2 = 0,4177$$

Portanto, a porcentagem de fibra em detergente ácido foi o melhor preditor da degradabilidade da matéria seca (Figura 4). Estes resultados estão de

acordo com Prada e Silva (1997), segundo os quais a estimativa da FDA foi o melhor parâmetro para prever a degradabilidade da silagem de cultivares de milho.

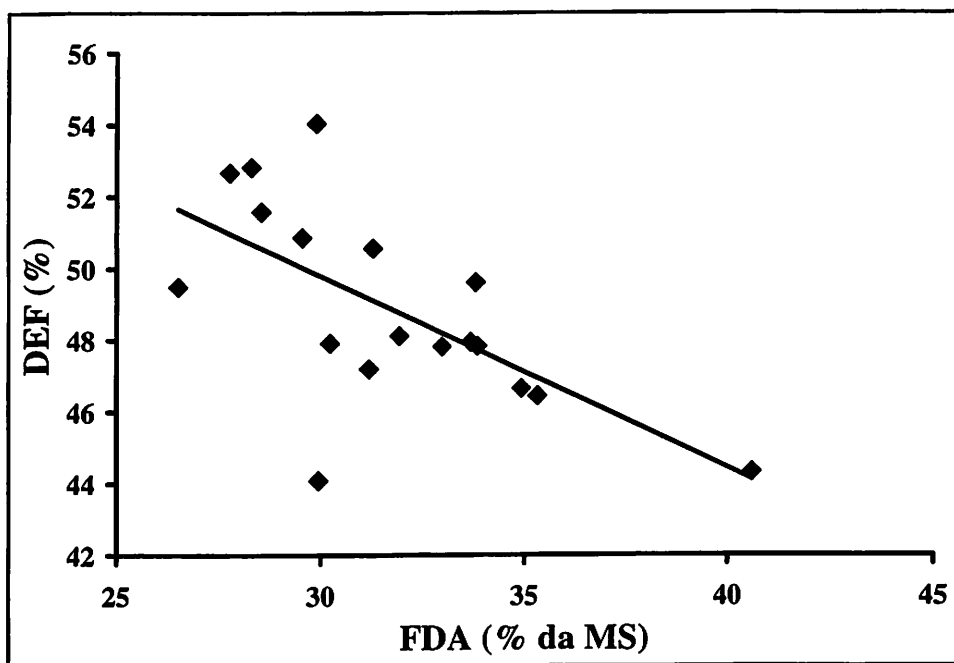


FIGURA 4. Correlação entre FDA e a degradação efetiva (DEF) [DEF (% da MS) = 65,851 - 0,5354 x FDA (% da MS); $r^2 = 0,4177$].

A correlação entre a DEF da MS e a produtividade de MS (ton./ha) apesar de não significativa, foi negativa (Tabela 8). Observa-se que à medida que aumentou a produtividade de MS, ocorreu uma queda na degradabilidade efetiva da MS (Figura 5). A produção de matéria seca por área fica comprometida quando se almejam características nutricionais aliadas à maior

digestibilidade. O ideal seria a obtenção de cultivares com baixos teores de fibra sem penalizar a produção.

Para Tonani (1995), a redução da digestibilidade da matéria seca ocorrida em detrimento da produção está relacionada com a maturação da planta e também com a queda na digestibilidade da parte vegetativa (colmos e folhas). O mesmo autor relata, ainda, que com o avanço da maturação há um aumento na dureza dos grãos de sorgo, deixando-os mais resistentes ao processo de digestão e aumentando suas perdas nas fezes.

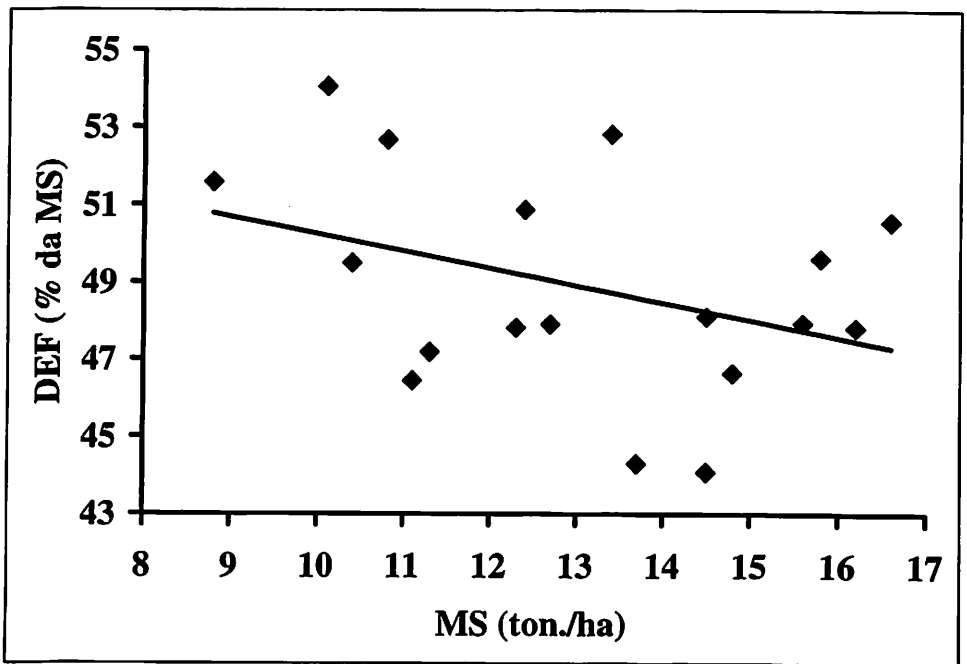


FIGURA 5. Correlação entre a produção de matéria seca por hectare (MS) e a degradabilidade efetiva da matéria seca no rúmen (DEF) [DEF (% da MS) = 54,694 - 0,4449 x MS (ton./ha); $r^2 = 0,1348$].

5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados observados, conclui-se que:

- Sorgos graníferos e de duplo propósito apresentam maior qualidade nutricional e menor produção por área que os forrageiros.
- A seleção de cultivares de alto valor nutritivo deve almejar a redução na porcentagem da fibra da planta.
- Plantas de sorgo com baixa fibra tendem a ser menos produtivas.
- É difícil conciliar qualidade nutricional com produção de matéria seca por área.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M.S.; O'NEIL, K.A.; MAIN, D.G.; BECK, J.F. Relationships among yield and quality traits of corn hybrids for silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, p.221, Aug. 1991. (Supplement, 1).
- ALVARENGA, M.C.V. **Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo (*Sorghum vulgare Pers*) em três momentos de corte e dois tamanhos de partículas, em carneiros**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1994. 82p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- ANDRADE, J.B.; CARVALHO, D.D. Estádio de maturação na produção e qualidade da silagem de sorgo. II - Digestibilidade e consumo da silagem. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.49, n.2, p.101-106, jul./dez. 1992.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analyses of the Association of Official Analytical Chemists**. 11.ed. Washington, 1970. 1015p.
- AZEVEDO, A.R. De. **Estudo da digestibilidade e da correlação entre os nutrientes digestíveis do capim quatemala (*Tripsacum fasciatum*, Trin) e do capim elefante Napier (*Pennisetum purpureum*, Chum) e das silagens de sorgo (*Sorghum vulgare*, Pers) e milho (*Zea mays*, L.)**. Viçosa: UFV, 1973. 50p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).
- BISHNOI, V.R.; OKA, G.M.; FEARON, A.L. Quantity and quality of forage and silage of pearl millet in comparison to sudax, grain, and forage sorghums harvested at different growth stages. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.70, n.2, p.98-102, Apr. 1993.
- BORGES, A.L.C.C. **Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo, e seus padrões de fermentação**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1995. 104p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).

- BRITO, G.Q. **Características agronômicas, composição química, qualidade e consumo das silagens de duas variedades e três híbridos de sorgo forrageiro.** Piracicaba: ESALQ, 1995. 67p. (Dissertação - Mestrado em Agronomia).
- BRUNO, O.A.; ROMERO, L.A.; GAGGIOT, M.C. et al. Cultivares de sorgos forrajeros para silaje. 1. Rendimiento de materia seca y valor nutritivo de la planta. **Revista Argentina Produccion Animal**, Buenos Aires, v.12, n.2, p.157-162, 1992.
- CASTRO NETO, P.; SEDIYAMA, G. C.; VILELA, E. A. de. Probabilidade de ocorrência de períodos secos em Lavras, MG. **Ciência e Prática**, Lavras, v.4, n.1, p.46-65, jan./jun. 1980.
- CHERNEY, D.J.R.; MERTENS, D.R.; MOORE, J.E. Intake and digestibility by weathers as influenced by forage morphology at three levels of forage offering. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, n.12, p.4287-4299, Dec. 1990.
- COLOVOS, N.F.; HOLTER, J.B.; KOES, R.M. et al. Digestibility, nutritive value and intake of ensiled corn plant (*Zea mays*) in cattle and sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.30, n.5, p.819-824, May 1970.
- COMPTON, L.P. **Agronomia del sorgo.** Índia: INCRISAT, 1990. 75p.
- CORRÊA, C.E.S.; RODRIGUES, J.A.S.; GONÇALVES, L.C. et al. **Determinação da produção de matéria seca e das proporções de colmo, e seus padrões de fermentação.** Belo Horizonte : Escola de Veterinária da UFMG, 1996. 104p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- COSTA, N.L.; LEÔNIDAS, F.C.; MAGALHÃES, J.A. et al. Avaliação agronômica de cultivares de sorgo forrageiro em Rondônia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.37-8.
- CUMMINS, D.C.; Mc GULLOGH, M.E.; DOBSORN, J.W. **Evaluation of corn and sorghum hybrids for silage.** Blairville, University of Georgia, 1970. 18 p. (Research Report, 72).

- DANLEY, M.M.; VETTER, R.L. Changes in carbohydrate and nitrogen fraction and digestibility of forages; maturity and ensiling. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.37, n.4, p.994-999, Oct. 1973.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo, 1985-1987**. Sete Lagoas, 1995. 170p.
- ERASMUS, L.J.; PRINSLOO, J.; BOTHA, P.M. Establishment of protein degradability data base for cattle using nylon bag technique. 3. Roughages. **South African Journal of Animal Science**, Pretória, v.20, n.3, p.124-129, 1990.
- ESMAIL, S.H.M.; BOLSEN, K.K.; PFAFF, F. Maturity effects on chemical composition, silage fermentation and digestibility of whole plant grain sorghum and soya-beans silages fed to beef cattle. **Journal of Animal Science and Technology**, Krakow, v.33, n.1/2, p.79-85, 1991.
- EVANGELISTA, A.R. **Consórcio milho-soja, rendimento forrageiro, qualidade e valor nutritivo das silagens**. Viçosa: UFV, 1986. 77p. (Tese – Doutorado em Zootecnia).
- FANCELLI, M.C.V. **Plantas alimentícias: estudos e discussão**. Piracicaba: Departamento de Agricultura da ESALQ, 1986. 13p.
- FARIA, V.P. Técnicas para produção de silagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba : FEALQ, 1986. p.114-9.
- FERNANDES, W. **Produtividade do sorgo “Santa Eliza”(Sorghum vulgare, Pers) em seis idades e valor nutritivo das silagens**. Viçosa, MG.: UFV, 1978. 64 p. (Dissertação – Mestrado em Fitotecnia).
- FERRÃO, G.R. ; MOTTA, A.C.; SANTOS, J.A.C. **Avaliação de cultivares de sorgo granífero no Espírito Santo - ano agrícola 1984/85**. ENCAPA, Cariacica, ES.: ENCAPA, 1986. p1-10. (ENCAPA. n.42)

- FONSECA, A.H. **Características químicas e agronômicas associadas a degradabilidade da silagem de milho.** Lavras: UFLA, 2000. 93p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)
- GAGGIOTTI, M.S.; ROMERO, L.A.; BRUNO, O.A. et al. Cultivares de sorgos forrajeros para silaje. II Características fermentativas y Nutritivas de los silajes. **Revista Argentina de Produccion Animal**, Buenos Aires, v.12, n.2, p.163-167, 1992.
- GOMIDE, J.A.; ZAGO, C.P.; CRUZ, M.E. et al. Milho e sorgo em cultivos puros ou consorciados com soja, para produção de silagens. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.16, n.4, p.308-317, jul./ago. 1987.
- GORDON, C.H. Storage losses in silage as affected by moisture content and structure. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.50, n.3, p.397-403, Mar. 1967.
- GUIM, A.; TONANI, F.; RUGGIERI, A.C. et al. Efeito de híbridos e épocas de corte sobre as características agronômicas do sorgo (*Sorghun bicolor*, L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.100-101.
- HART, S.P. Effects of altering the grain content of sorghum silage on its nutritive value. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, n.11, p.3832-3842, Nov. 1990.
- JOHNSON JUNIOR, J.C. **Current concepts useful in selecting corn varieties for making silage.** Tifton: University of Georgia, Animal Science Department, 1989. 6p.
- JOHNSON, R.R.; FARIA, V.P.; McCLURE, K.E. Effect of maturity on chemical composition and digestibility of bird resistant sorghum plants when fed to sheep as silage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.33, n.5, p.1102-09, Nov. 1971.
- JOHNSON, R.R.; McCLURE, K.E. Corn plant maturity. IV. Effects on digestibility of corn silage in sheep. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.27, n.2, p.535-540, Mar. 1968.

- KRAMER, N.M.; ROSS, W.M. Cultivation of grain sorghum in the United States. In : WALL, J.S.; ROSS, W.M. **Sorghum production and utilization**. Westport: AVI, 1970. p.167-199.
- LAHR, D.A.; OTTERBY, D.E.; JOHNSON, D.G. et al. Effects of moisture content of complete diets on feed intake and milk Production by cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.66, n.8, p.1981-1990, Aug. 1983.
- LAVEZZO, W. Silagem de capim elefante. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.132, p.50-57, dez. 1985.
- LAWTON, J.N. Systems of silage making. **Journal of British Grassland Societa**, Edinburg, v. 26, n. 2, p.111-112, 1971.
- LIRA, M.A.; TAVARES FILLHO, J.J.; SANTOS, J.P.O.; FRANÇA, J.G.E. Duas cultivares de sorgo forrageiro, produção e características. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v.4, p.89-95, 1980. Único.
- LLOVERAS, J. Dry matter and nutritive value of four summer annual crop in north-west Spain (Galicia). **Grass and Forage Science**, Edinburgh, v.45, n.3, p.243-248, Sept. 1990.
- LOPES, J. Valor nutritivo de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 2., 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1975.
- Mc CORMICK, M.E.; MORRIS,D.R.; ACKERSON, B.A.; BLOUIN, D.C. Ratoon cropping forage sorghum for silage : Yeld, fermentation, and nutrition. **Agronomy Journal**, Madison, v.87, n.5, p.952-957, Sept./Oct. 1995.
- Mc DONALD, P. **The biochemistry of silage**. England: Pitman Press Botho, 1981. 208p.
- MELOTTI, L.; BOIN, C. Determinação do valor nutritivo em silagem de sorgo (*Sorghum vulgare* Pers) var. Santa Eliza, em cinco estádios de maturação, através de ensaio de digestibilidade (aparente) com bovinos. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.26, p.315-20, 1969. Único.

- MERRY, R.J.; MACKENNA, C.; RAYMOND, J. Biological silage additives. **Ciência e Investigação Agrária**, Santiago, v.20, n.2, p.372-401, Aug. 1993.
- MINSON, D. J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego, California: Academic press, 1990. 483p.
- MORRIS, D.R.; Mc CORMIC, M.E. Ensiling properties of sweet sorghum. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.25, n.15, p.2583-2595, 1994.
- MUCK, R.E. Factor influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.71, n.11, p.2992-3002, Nov. 1988.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Committee on Animal Nutrition. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6.ed. Washington, DC, 1989. 381p.
- NICHOLS, S.W.; FROETSCHER, M.A.; AMOS, H.E. Effects of fiber from tropical corn and forage sorghum silages on intake, digestion, and performance of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.81, n.9, p.2383-2393, Sept. 1998.
- NOGUEIRA, F.A.S. **Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com e sem teores de taninos e de colmo seco e succulento, e seus padrões de fermentação, em condições de laboratório**. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1995. 78p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- NÚSSIO, L.G. Milho e sorgo para a produção de silagem. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C.; FARIA, V.P. **Volumosos para bovinos**. Piracicaba: FEALC, 1993. p.75-177.
- OLIVEIRA, J.M. **Rendimento, qualidade da forragem e valor nutritivo das silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), forrageiro e granífero, consorciado com soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Viçosa: UFV, 1989. 57p. (Tese – Doutorado em Zootecnia)

- PARODA, R.S.; DANGI, O.P.; GREWAL, R.P.S. Correlation and path analysis in forage sorghum. **Indian Journal Genetics**, New Delhi, v.35, n.1, p.85-89, 1975.
- PEREIRA, J.C.; OBEID, J.A.; BARBOSA, P.D. Influência do espaçamento e da adubação nitrogenada sobre a produção e o teor de proteína bruta do sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.) var. Start). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.18, n.6, p.468-472, nov./dez. 1989.
- PEREIRA, O.P. Produtividade de milho (*Zea mays* L.), do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), da aveia (*Avena sativa*), do milheto (*Pennisetum americanum* L.) e do híbrido (*S. bicolor* x *S. sudanense*) e respectivos valores nutritivos sob a forma de silagem e verde, 1991. 86p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia)
- PHILIPS, R.H.; WELLER, R.F. The development of plants components and their effects on the composition of fresh and ensiled forage maize. 1. The accumulation of dry matter, chemical composition and nutritive value of fresh maize. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.92, n.2, p.471-83, Apr. 1979. Único.
- PIMENTEL, J.J.O. Valor nutritivo das silagens de híbridos de milho e de sorgo, suplementadas ou não com farelo de soja. Viçosa, MG: UFV, 1997. 49 p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- PIZZARO, E.A. Alguns fatores que afetam o valor nutritivo da silagem desorgo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 4, n.47, p.12-19, out. 1978.
- PRADA e SILVA, L.F. Avaliação de características agronômicas e nutricionais de híbridos de milho para silagem. Piracicaba: ESALQ/USP, 1997. 98p. (Dissertação - Mestrado em Ciência Animal e Pastagens).
- RODRIGUES, J.A.S. Progresso genético e potencial de risco do sorgo granífero, (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) no Brasil. Piracicaba: ESALQ, 1990. 170p. (Tese - Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas).

ROSSI JÚNIOR, P. **Degradabilidade ruminal dos componentes da fração nitrogenada e de carboidratos de silagem de milho, farelo de soja e sorgo grão, em bovinos da raça nelore.** Piracicaba: ESALQ, 1994. 100p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia)

RUGGIERI, A.C.; TONANI, F.; GUIM, A. et al. Efeito do estágio de maturação sobre a composição bromatológica da planta e da silagem de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.107-118.

SÁ, J.P.G. Avaliação de sorgo forrageiro e milho em Porecatu - SP. In : REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24., 1987, Brasília. **Anais...**Viçosa: UFV, 1987. p.189.

SANDERSON, M.A.; MILLER, F.R.; JONES, R.M. **Forage quality and agronomic traits of experimental forage sorghum hybrids.** Texas: Agricultural Experimental Station, 1994. 6p.

SAS INSTITUTE. **SAS user`s guide: statistics.** 5.ed. Cary, NC, 1995. 1290p.

SCHMID, A.R.; GOODRICH, R.D.; JORDAN, K.M.; MARTEN, G.C.; MEISK, J.C. Relationships among agronomic characteristics of corn and sorghum cultivars and silage quality. **Agronomy Journal**, Madison, v.68, n.2, p.403-406, Mar./Apr. 1976.

SILVA, F.F.; RODRIGUES, J.A.S.; GONÇALVES, L.C. et al. A influência da altura e do teor de matéria seca do colmo sobre a porcentagem de acamamento de treze híbridos de sorgo. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, REUNIÃO ANUAL, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p.380.

SILVA, J.F.C. da; OBEID, J.A.; FERNANDES, W.; GARCIA, R. Idade de corte do sorgo Santa Elisa (*Sorghum vulgare*, Pers.), para silagem. I. Produção e características das silagens. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.19, n.2, p. 98-105, mar./abr. 1990.

- SMITH, R.L. e BOLSEN, K.K. Effect of processing and stage of maturity at harvest on the digestibility of hybrid grain sorghum silage for growing cattle. **Journal Animal Science**, v.63, n.1, p.287-8, 1986. (Supplement 1 - abstract).
- STAPLES, C.R. Corn silage for dairy cows. In : WEBB, D.W. (coord.). **Dairy science handbook**. Gainesville: University of Florida, 1994. p.61-65.
- STERN, M.D.; BACH, A.; CALSAMIGLIA, S. Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminant. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, n.8, p.2256-2276, Aug. 1997.
- TJANDRAATMADJA, M.; NORTON, B.W.; McRAE, I.C. Fermentating patterns of forage sorghum ensiled under different environmental conditions. **World Journal of Microbiology and Biotechnology**, Oxford, v.7, p.206-218, 1991.
- TONANI, F.L. Valor nutritivo das silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) em diferentes estádios de maturação dos grãos. Viçosa: UFV, 1995. 56p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).
- VALENTE, J. de O.; SILVA, J.F.C.; GOMIDE, J.A. Estudos de duas variedades de milho (*Zea mays*, L.) e de quatro variedades de sorgo para silagem. 1. Produção e composição do material ensilado e das silagens. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.13, n.1, p.67-73, jan./fev. 1984.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597, Oct. 1991.
- VILELA, E.A.; RAMALHO, M.A.P. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, MG. **Ciência e Prática**, Lavras, v.3, n.1, p.71-79, jan./jun.1979.

- VILELLA, O. **Sistema de consorciação de forragem**. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1985. 15p. (Boletim Pesquisa, 11).
- WALDO, D.R. Potential of chemical preservation and improvement of forages. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.60, n.1, p.306-23, Jan. 1997.
- WARD, G.M.; BOREN, F.W.; SMITH, E.F. et al. Relation between dry matter content and dry matter consumption of sorghum silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.49, n.2, p.399-402, Feb.1965.
- WERNLI, K.C.; PARATORI, B.O.; BARRALES, V.L. Rendimiento y características nutricionales de genotipos de maiz (*Zea mays*) y sorgo (*Sorghum* sp.), para ensilaje en la zona central de Chile. **Agricultura Técnica**, Santiago, v.48, n.3, p.277-291, 1988.
- WHITE, J.S.; BOLSEN, K.K.; POSLER, G. et al. Forage sorghum dry matter disappearance as influenced by plant part proportion. **Animal Feed Science Technology**, Amsterdam, v.33, n.3/4, p.313 -322, 1991.
- WOLF, D.P.; COORS, J.G.; ALBRECHT, K.A.; UNDERSANDER, D.J.; CARTER, P.R. Forage quality of maize genotypes selected for extreme fiber concentrations. **Crop Science**, Madison, v.33, n.6, p.1353-1359, Nov./Dec. 1993.
- WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. Hurley: The Grassland Research Institute, 1984. 350p.
- ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In : SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991. p.169-217.
- ZAGO, C.P. Utilização do sorgo na alimentação de ruminantes. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manejo cultural do sorgo para forragem**. Sete Lagoas, 1992. p.9-30. (Circular Técnica, 17).

ANEXO

	Página
ANEXO A	
FIGURA 1A Correlação entre a altura da planta e a degradação efetiva.....	53

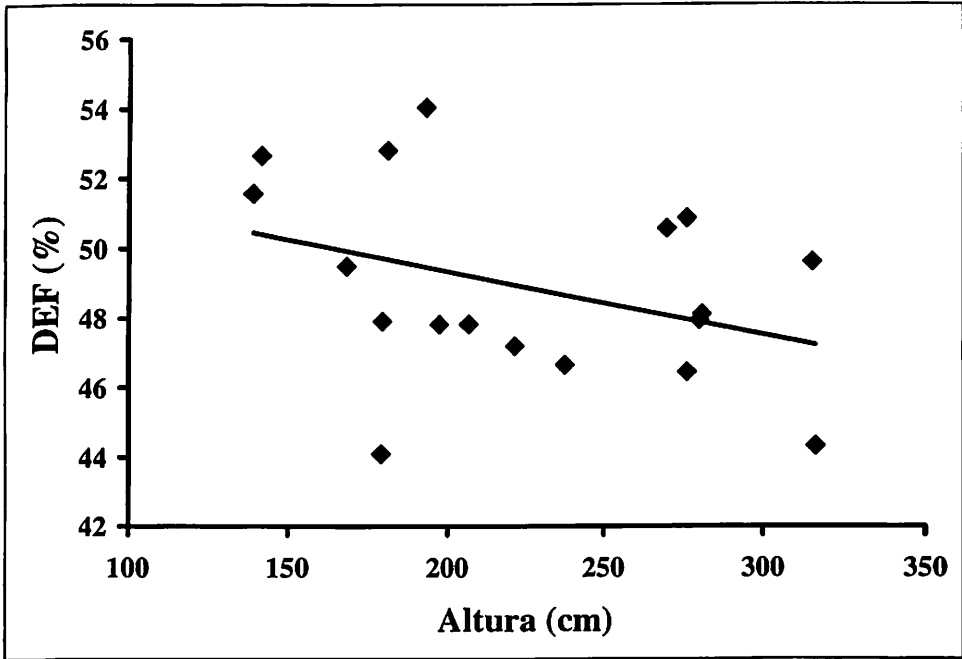


FIGURA 1A. Correlação entre a altura da planta e a degradação efetiva [DEF (%) = 53,011 - 0,0183 x altura (cm); $r^2 = 0,1399$].