

CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS E BROMATOLÓGICAS DE HÍBRIDOS DE SORGO (*SORGHUM BICOLOR* (L.) MOENCH), CULTIVADOS PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM¹

(AGRONOMIC AND NUTRITIONAL CHARACTERISTICS OF SORGHUM HYBRIDS (*SORGHUM BICOLOR* L. MOENCH) CULTIVATED FOR SILAGE PRODUCTION)

(*CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS Y BROMATOLÓGICAS DE HÍBRIDOS DE SORGO (SORGHUM BICOLOR (L.) MOENCH), CULTIVADOS PARA PRODUCCIÓN DE ENSILAJE*)

M. S. PEDREIRA², N.S. GIMENES³, A.L. MOREIRA⁴, R.A. REIS⁵, T.T. BERCHIELLI⁵

RESUMO

O experimento foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as características agronômicas e nutricionais dos híbridos de sorgo: BR-700, AG-2005, MASSA-03, 699005, 699001, 698005, 698007 e 498111, cultivados em duas localidades. A semeadura foi feita em novembro de 1999 em parcelas experimentais com uma densidade de 180.000 plantas por hectare. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos ao acaso com oito tratamentos e três repetições, sendo os resultados analisados separadamente para cada localidade. As médias entre os dois locais das características avaliadas foram utilizadas para determinação dos componentes principais e também análise de agrupamento. Foram determinadas a produção de matéria seca, proporção das frações folha, colmo e panícula, o teor de proteína bruta e os constituintes da parede celular. Os resultados mostraram que os maiores percentuais de proteína bruta ($P < 0,05$) para a planta inteira foram verificados nos híbridos 698005 e AG-2005. O híbrido 699005 foi o que apresentou maior teor ($P < 0,05$) de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e celulose. Os teores de lignina, hemicelulose e nitrogênio insolúvel em detergente ácido não diferiram ($P > 0,05$) na planta inteira em nenhuma das localidades. A maior produção de matéria seca ($P < 0,05$) foi obtida pelo híbrido 698005, que também apresentou o melhor equilíbrio entre as partes constituintes da planta. O híbrido 498111 apresentou altas participações de colmo na matéria seca e baixos teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido. A classificação desses materiais segundo a análise dos componentes principais e também pelo agrupamento indicou a existência de dois grupos de plantas: um deles caracterizado pela proporção de panícula e teor de proteína bruta e o outro pelas variáveis produção de matéria seca, proporção de colmo e fibra em detergente ácido.

PALAVRAS-CHAVE: Agrupamento, componentes principais, frações da planta, produção de matéria seca

SUMMARY

The experiment was conceived to evaluate the agronomic and nutritional characteristics of the BR-700, AG-2005, MASSA-03, 699005, 699001, 698005, 698007, and 498111 sorghum hybrids cultivated in two different localities. The hybrids were sowed in November 1999 at 180.000 plants/ha. The study was conducted in accordance with a randomized block

¹ Projeto financiado pela Zeneca Sementes.

² Pós-graduando da FCAV/Unesp - Campus de Jaboticabal, SP. Bolsista CNPq. Professor UESB/DTRA, Itapetinga, BA.

³ Zootecnista.

⁴ Pós-graduanda FCAV/Unesp - Campus de Jaboticabal, SP Bolsista FAPESP.

⁵ Departamento de Zootecnia - FCAV/Unesp - Campus de Jaboticabal. CEP- 14874-900. Pesquisador do CNPq. E-mail: ttberchi@fcav.unesp.br

design with eight treatments, three replications, and the results were analyzed separately for each locality. The average data among localities were used to determine the main component and cluster analyses. The dry matter yields, stem, leaf and panicle proportion and percentage of crude protein and cell wall components were determined. The results showed highest percentages of whole plant crude protein in 698005 and AG-2005 hybrids. The 699005 hybrid presented highest ($P<0.05$) levels of neutral detergent fiber, acid detergent fiber, and cellulose. There were no differences in the whole plant lignin, hemicellulose, and acid detergent insoluble nitrogen content between different cities. The highest dry matter yield ($P<0.05$) was observed in the 698005 that presented the best proportion of plant components. The 498111 hybrid presented highest stem percentage in the dry matter and lowest levels of neutral detergent fiber and acid detergent fiber. The hybrids classification, according to a principal component and cluster analyses indicated two groups: the first one characterized by panicle proportion and crude protein content, whereas the other one was characterized by dry matter production, stem proportion and acid detergent fiber content.

KEY-WORDS: Cluster analyses. Dry matter production. Morphological composition. Principal component.

RESUMEN

El experimento fue desarrollado con el objetivo de evaluar las características agronómicas y nutricionales de sorgo: BR-700, AG-2005, MASSA-03, 699005, 699001, 698005, 698007 y 498111, cultivados en dos localidades. La siembra fue hecha en noviembre de 1999, en parcelas experimentales con densidad de 180.000 plantas por hectárea. El delineamiento estadístico utilizado fue el de bloques al acaso con ocho tratamientos y tres repeticiones y los resultados fueron analizados separadamente para cada localidad. Las medias de las características evaluadas, para los dos locales, fueron utilizadas para determinar los componentes principales y también para el análisis de agrupamiento. Fueron determinadas las producciones de materia seca, proporciones de las fracciones de hoja, calíz y panículo, los niveles de proteína bruta y los constituyentes de la pared celular. Los resultados mostraron que los mayores porcentajes de proteína bruta ($p<0,05$) para la planta entera fueron verificados en los híbridos 698005 y AG-2005. El híbrido 699005 fue el que presentó mayor concentración ($p<0,05$) de fibra en detergente neutro, fibra en detergente ácido y celulosa. Los niveles de lignina, hemicelulosa y nitrógeno insoluble en detergente ácido no difirieron ($p>0,05$) en la planta entera en ninguna de las localidades. La mayor producción de materia seca ($p<0,05$) fue obtenida por el híbrido 698005, que también mostró el mejor equilibrio entre las partes constituyentes de la planta. El híbrido 498111 presentó altas participaciones de calíz en la materia seca y bajos niveles de fibra en detergente neutro y fibra en detergente ácido. La clasificación de esos materiales, según el análisis de los componentes principales y también por el agrupamiento, indicó la existencia de dos grupos de plantas: uno de ellos caracterizado por la proporción de panículo y nivel de proteína bruta y el otro por las variables producción de materia seca, proporción de calíz y fibra en detergente ácido.

PALABRAS-CLAVE: Agrupamiento. Componentes principales. Fracciones de la planta. Producción de materia seca.

INTRODUÇÃO

O sorgo tem sido considerado, depois do milho, a cultura anual mais importante para produção de silagem, podendo proporcionar desempenho animal, quanto à produção de leite ou ao ganho de peso em ruminantes, semelhante aos obtidos com silagens de bons híbridos de milho (ZAGO, 2000). A cultura de sorgo contribui com aproximadamente 10 a 12% da área total cultivada para silagem no Brasil (ZAGO, 1991) e, de acordo com dados da Associação Paulista de Produtores de Sementes - APPS (2003), a produção de sorgo (grãos), na safra 2002/2003 foi estimada em 2.326.877 de toneladas e a área plantada com sorgo forrageiro em 2003 foi de 250.336 ha.

Diversos fatores favorecem o cultivo do sorgo para produção de silagem em regiões tropicais, dentre eles

destaca-se o alto potencial de produção de massa seca, tolerância à seca, a qual minimiza as perdas de produção durante períodos de estiagens, e adaptabilidade ao plantio após o corte da cultura de verão. Zago (2000) também incluiu como ponto favorável ao desenvolvimento da cultura do sorgo a possibilidade de se cultivar a rebrota, com produção que pode atingir até 60% no primeiro corte, quando submetido a manejo adequado. Oliveira et al. (2002) destacaram a importância da exploração da capacidade de adaptação de genótipos de sorgo a ambientes desfavoráveis, no sentido de indicar cultivares para essas condições. Para tanto, estudos devem ser desenvolvidos para explorar seu potencial de produção.

As proporções entre folha, colmo e panícula podem ser um indicador do valor nutritivo da planta e a variação dessas proporções decorre da grande variabilidade

genética dos materiais (ZAGO, 1999).

Segundo Neumann et al. (2002), é possível caracterizar os diferentes híbridos de sorgo para silagem pela participação percentual das frações da planta e da composição bromatológica dessas partes, definindo um perfil médio da planta para esse processo de conservação. Nussio (1990) definiu a planta de milho ideal para ensilagem aquela que tivesse uma proporção de 16% de folhas, 20-23% de colmo e 60-65% de espigas, a fim de garantir qualidade ao volumoso. Por outro lado, Nussio et al. (2001) ressaltaram que, para a produção de silagem de milho ou de sorgo de boa qualidade, deve-se considerar, além das proporções das partes da planta, o valor nutritivo da porção vegetativa da planta. Vários resultados de pesquisas concluíram que, mesmo em híbridos de sorgo para produção de silagem com maior conteúdo de panícula, os colmos geralmente atingem 50% ou mais do total da forragem (NEUMAN et al., 2002; AZEVEDO et al., 2003), daí a importância da composição química desse componente.

Equilibrar as proporções de folha, colmo e panícula das plantas de sorgo e garantir boa produção de matéria seca tem sido objetivo de vários programas de melhoramento genético. Assim, as avaliações agrônomicas e nutricionais são fundamentais no processo de caracterização de novas cultivares nos diversos ambientes e, em função da grande quantidade de materiais lançados e em fase de avaliação, a análise de agrupamento, bem como a determinação dos componentes principais tornou-se uma ferramenta importante para verificar a similaridade entre os híbridos e selecionar os componentes que melhor caracterizam essas plantas.

Esse trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a produção de matéria seca e proporção das partes constituintes da planta, bem como a composição bromatológica dessas partes e da planta inteira de oito híbridos de sorgo cultivados em dois locais, identificando os componentes principais para análise de agrupamento dos genótipos avaliados.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados oito híbridos de sorgo de duplo propósito com três repetições por tratamento em duas localidades. Foram avaliados os híbridos comerciais BR-700, AG-2005 e MASSA-03 e também os híbridos não comerciais 699005, 699001, 698005, 698007 e 498111, todos disponibilizados pela empresa Zeneca Sementes.

Os híbridos foram cultivados na cidade de Cravinhos (SP) e Álvares Florence (SP), ambas com predominância de clima quente e úmido e solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo.

O estabelecimento das culturas foi feito em 23/11/1999 no município de Cravinhos e em 24/11/99 no município

de Álvares Florence, quando foram aplicados 300 kg/ha de 10-20-20 e, 30 dias depois foi realizada adubação de cobertura 150 kg/ha de uréia. Pela análise de solo realizada, não houve necessidade de calagem. A semeadura foi feita manualmente para se obter uma população de 180.000 plantas por hectare, conforme recomendação das empresas produtoras de sementes. As parcelas experimentais foram constituídas por oito linhas de 5 metros de comprimento cada, com espaçamento de 0,7 metros entre linhas. Foi considerada área útil da parcela as quatro linhas internas, excluindo-se 1 metro em cada extremidade. Durante o período de cultivo foram registradas precipitações de 490 e 379 mm de chuvas nas cidades de Cravinhos e Álvares Florence, respectivamente.

O corte foi feito manualmente, rente ao solo, quando os híbridos se encontravam com os grãos no estágio pastoso a farináceo. As colheitas foram realizadas em 09/03/00 e 14/03/00, nos municípios de Cravinhos e Álvares Florence, respectivamente. Portanto, as idades de corte foram 113 dias em Cravinhos e 95 dias no município de Álvares Florence. Da área útil de cada parcela foram colhidas as plantas de uma linha para avaliação das folhas, caules e panículas e a restante foi utilizada para avaliação da planta inteira. Por ocasião do corte, foram determinadas a produção de matéria seca (PMS) e a proporção das partes das plantas. Após o corte, amostras da planta inteira e dos componentes folhas, colmo e panícula foram pesadas e submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 60°C por 72 horas e, seqüencialmente, moídas em moinho com peneira de malha de 1mm (SILVA, 1998).

Nas amostras pré-secas, determinaram-se os teores de matéria seca em estufa a 105°C, proteína bruta (PB) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) pelo método de combustão de Dumans (ETHERIDGE et al., 1998) e também fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (Lig) pelo método seqüencial (VAN SOEST et al., 1991). Para determinação de fibra em detergente neutro utilizaram-se 2 mL por amostra de uma solução de amilase a 1% (VAN SOEST et al., 1991).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se um delineamento em blocos ao acaso com oito tratamentos e três repetições, separadamente para cada localidade. Os dados de produção de matéria seca, teores de proteína bruta, dos constituintes da parede celular e a proporção dos componentes da planta foram submetidos à análise da variância pelo programa estatístico SAS (1990) e a comparação de médias realizada pelo teste de Tukey, considerando-se 5% de probabilidade.

A partir das médias obtidas, no dois locais, foi realizada análise dos componentes principais e também agrupamento, utilizando o procedimento Cluster (BUSSAB et al., 1990) para verificação da similaridade entre os híbridos de sorgo avaliados. As variáveis obtidas, com exceção

dos teores de matéria seca, celulose e hemicelulose, foram consideradas de interesse para critério de parença (similaridade), determinada pelo método de distâncias médias (MDM).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cravinhos

Os dados de produção de matéria seca, o percentual dos constituintes da planta e os teores de matéria seca, constituintes da parede celular, proteína bruta e nitrogênio ligado à fibra em detergente ácido dos diferentes híbridos de sorgo avaliados na cidade de Cravinhos encontram-se na Tabela 1.

Com relação à produção de matéria seca, o híbrido 699005 foi o mais produtivo, diferindo ($P < 0,05$) dos híbridos BR-700, MASSA-03 e AG-2005. O híbrido 699005 também apresentou uma alta proporção de panícula na matéria seca (45,33%), característica desejada, pois este é o componente da planta que apresenta maior concentração de nutrientes. O híbrido AG-2005 foi o que teve menor PMS (10,80 t/ha) mas, por outro lado, foi um dos híbridos que apresentou maior proporção de panículas.

O híbrido BR-700 apresentou a maior proporção de folhas (29,73%), não diferindo ($P > 0,05$) do híbrido 698007 (24,46%), que, por sua vez, apresentou valores semelhantes ($P > 0,05$) aos demais híbridos.

A proporção de colmo foi maior para os cultivares 699005 e 699001, diferindo ($P < 0,05$) dos híbridos BR-700, MASSA-03 e AG-2005. Essa menor proporção de colmo na matéria seca é um fator importante, pois pode melhorar o valor nutritivo da silagem, uma vez que no colmo

encontram-se altas proporções de parede celular, que são de baixa digestibilidade.

Com relação à proporção de panículas, a maior participação na planta foi observada no híbrido AG-2005 com 55,13%, diferindo ($P < 0,05$) apenas dos híbridos BR-700 e 699005. Estes dois híbridos, em função da baixa participação de panículas nas plantas em relação aos demais híbridos avaliados, apresentaram baixos teores de PB nas plantas, o que evidencia a importância dessa fração para a composição química final das plantas.

Em relação às frações folha, colmo e panícula os dados do presente estudo estão na faixa de valores observados por Zago (1991) e Neumann et al. (2002). É importante salientar que todos os híbridos avaliados apresentaram proporções de panícula variando de 44,6 a 55,1%, dentro da faixa de valores recomendados por Nussio (1992) para produção de silagens de alta qualidade.

Além desses aspectos quantitativos, é importante destacar que a qualidade da porção vegetativa das plantas, tanto de sorgo como de milho, pode influenciar diretamente o valor alimentício das silagens produzidas. Considerando que as frações folha+caule representam em média 50% da planta, entende-se que o perfil dos constituintes da fração fibrosa destas partes é de grande importância para a definição do valor nutritivo das plantas e conseqüentemente das silagens produzidas. Sendo assim, o melhoramento das características nutricionais dessas frações deve ser buscado, principalmente com o objetivo de obtenção de produtos finais de qualidade, o que proporcionará melhor desempenho animal nos diversos sistemas de produção de ruminantes, bem como sua viabilidade econômica.

Tabela 1 - Produção de matéria seca (PMS), proporção das frações e composição químico-bromatológica da planta inteira de híbridos de sorgo cultivados no município de Cravinhos, SP

Características	Híbridos								CV ⁵ (%)
	698007	BR-700	498111	699005	MASSA-03	AG-2005	698005	699001	
PMS (t/ha)	14,56 ^{ab}	14,23 ^{bc}	15,43 ^{ab}	16,03 ^a	12,90 ^c	10,80 ^d	15,52 ^{ab}	14,80 ^{ab}	3,74
Proporção das frações da planta (% da MS)									
Folha	24,46 ^{ab}	29,73 ^a	20,13 ^b	21,46 ^b	23,36 ^b	21,03 ^b	21,13 ^b	20,63 ^b	9,22
Colmo	28,66 ^{ab}	25,63 ^{bc}	27,36 ^{ab}	33,10 ^a	22,86 ^c	23,86 ^c	30,20 ^{ab}	31,70 ^a	7,23
Panícula	46,83 ^{ab}	44,60 ^b	52,50 ^{ab}	45,33 ^b	53,76 ^{ab}	55,13 ^a	48,63 ^{ab}	47,70 ^{ab}	6,89
Composição químico-bromatológica da planta inteira (% da MS)									
MS ¹	33,01	32,00	34,05	31,88	34,80	31,12	33,12	31,80	5,02
PB	7,96	7,28	8,14	7,64	8,02	8,53	8,45	7,33	7,17
FDN ²	53,68	59,740	55,49	57,90	56,91	55,71	53,58	56,04	6,13
FDA ³	30,17 ^{ab}	33,11 ^a	27,19 ^b	32,46 ^a	30,69 ^{ab}	29,69 ^{ab}	29,93 ^{ab}	31,63 ^a	4,37
Celulose	24,69 ^{ab}	26,82 ^a	22,17 ^b	27,44 ^a	25,81 ^{ab}	24,89 ^{ab}	25,66 ^{ab}	27,08 ^a	6,19
Hemicelulose	23,50	26,63	28,30	25,44	26,22	26,01	23,65	24,41	10,12
Lignina	5,47	6,28	5,02	5,01	4,88	4,79	4,27	4,55	16,74
NIDA ⁴	36,58	37,23	36,40	33,09	28,79	25,41	29,73	33,29	22,53

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste Tukey.

¹ Matéria seca, ² Fibra em detergente neutro, ³ Fibra em detergente ácido, ⁴ Nitrogênio insolúvel em detergente ácido, ⁵ coeficiente de variação.

Os teores de matéria seca das plantas no momento do corte variaram de 31,80 a 34,80%, sem diferirem ($P>0,05$) entre si, e estão dentro da faixa estabelecida por Zago (2000), que sugeriu teores de matéria seca nas plantas submetidas à ensilagem entre 30 e 40% para obtenção de silagens de sorgo com alto valor nutritivo.

Para os constituintes da parede celular, foram verificadas diferenças ($P<0,05$) apenas para os teores de FDA e celulose. O maior valor de FDA é observado para o híbrido BR-700 (33,11%) diferindo ($P<0,05$) apenas do híbrido 498111 (27,19%). Esses valores estão próximos aos encontrados por Ruggieri et al. (1995) com o híbrido BR-700.

Verifica-se que, para os teores de celulose, o híbrido 699005 apresentou o maior valor (27,44%), diferindo ($P<0,05$) apenas do híbrido 498111 (22,17%), mas esses dados estão acima daqueles obtidos por Demarchi (1993),

que obteve teor de celulose de 21,05% em híbridos de duplo propósito.

Os teores de FDN, hemicelulose, lignina e proteína bruta não diferiram ($P>0,05$) entre os híbridos.

Os teores de PB não diferiram ($P>0,05$) entre os genótipos avaliados, e a variação de 7,28% do BR-700 a 8,53% do AG-2005 está dentro da faixa estabelecida por Zago (1999) e adequada aos requerimentos mínimos para garantir crescimento microbiano no rúmen (VAN SOEST, 1994).

Os teores de NIDA não apresentaram diferenças significativas entre os híbridos e variaram de 25,41 a 37,23%, valores esses considerados altos, possivelmente pelo efeito do aquecimento durante a pré-secagem das amostras na estufa (VAN SOEST, 1994).

Na Tabela 2 são apresentados os resultados dos constituintes da parede celular, PB e NIDA para as frações

Tabela 2 - Média dos constituintes da parede celular, proteína bruta (PB) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) nas diferentes partes da planta dos diferentes híbridos de sorgo cultivados no município de Cravinhos, SP (em % da MS)

Componentes/híbridos	PB	Componentes da parede celular					NIDA
		FDN ¹	FDA ²	Celulose	Hemicelulose	Lignina	
Folha							
698007	12,52	67,19	36,27	29,26	25,10	7,00	20,08
BR-700	10,45	69,79	39,86	33,57	30,81	6,29	18,11
498111	11,51	66,39	37,55	31,02	28,84	6,52	19,09
699005	12,31	67,06	37,21	29,75	29,84	5,93	19,22
MASSA-03	9,48	69,08	38,72	32,34	30,36	6,38	20,37
AG-2005	10,43	67,09	40,00	33,87	28,45	6,12	22,29
698005	12,65	66,48	36,18	30,05	30,29	6,12	15,09
699001	10,68	65,78	36,79	30,74	28,99	6,04	22,28
CV ³ (%)	11,22	2,22	4,19	6,61	10,51	11,73	13,45
Colmo							
698007	3,19 ^{ab}	81,28	51,31	43,63	29,96	7,67	37,66
BR-700	4,00 ^a	81,79	49,50	43,06	32,29	6,44	35,22
498111	3,22 ^{ab}	74,11	44,94	38,91	29,16	6,03	38,96
699005	2,78 ^{ab}	81,90	52,59	45,90	29,30	6,69	41,84
MASSA-03	3,28 ^{ab}	80,62	48,11	42,40	32,50	5,71	35,39
AG-2005	4,01 ^a	80,77	48,75	44,06	32,01	4,68	35,50
698005	2,80 ^{ab}	74,21	49,35	44,14	24,85	5,21	41,68
699001	2,54 ^b	80,17	50,78	45,17	29,39	5,61	48,88
CV ³ (%)	14,85	4,70	6,83	8,84	11,81	19,43	23,84
Panicula							
698007	8,52 ^b	32,63	13,99	10,33	18,63	3,66 ^{ab}	25,28
BR-700	8,53 ^b	39,40	18,99	12,77	20,40	6,22 ^a	30,47
498111	9,40 ^{ab}	41,83	14,03	10,03	27,79	4,01 ^{ab}	28,56
699005	9,00 ^{ab}	36,13	15,50	12,14	20,63	3,36 ^b	20,88
MASSA-03	9,42 ^{ab}	41,81	19,83	16,37	21,97	3,47 ^{ab}	21,37
AG-2005	9,74 ^{ab}	40,02	17,43	13,19	22,58	4,24 ^{ab}	17,38
698005	10,16 ^a	35,07	15,10	11,67	19,97	3,43 ^{ab}	19,52
699001	9,07 ^{ab}	35,75	16,69	13,48	19,06	3,21 ^b	21,96
CV ³ (%)	4,67	16,25	16,44	18,15	19,08	24,59	25,70

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ($P>0,05$) pelo teste Tukey.

¹ Fibra em detergente neutro; ² Fibra em detergente ácido; ³ coeficiente de variação.

folha, colmo e panícula.

Na fração folha, não houve diferença ($P>0,05$) entre os híbridos para as variáveis estudadas. Já para a fração colmo observou-se diferença nos teores de proteína bruta, sendo registrado os maiores teores para os híbridos BR-700 (4,00%) e AG-2005 (4,01%), que, no entanto, diferiram ($P<0,05$) apenas do híbrido 699001 (2,54%).

Em relação à panícula, os teores de FDN, FDA, celulose, hemicelulose e NIDA foram semelhantes ($P>0,05$) entre os híbridos. Os teores de lignina foram maiores para o híbrido BR-700 (6,22%), diferindo ($P<0,05$) apenas dos híbridos 699005 e 699001. Ainda no componente panícula, o maior teor de proteína foi encontrado no híbrido 698005, com 10,16%, diferindo ($P<0,05$) apenas dos híbridos 698007 e BR-700, com 8,52 e 8,53%, respectivamente.

Álvares Florence

Na Tabela 3 encontram-se os resultados de produção de matéria seca por hectare, o percentual dos constituintes da planta e os teores de matéria seca, PB, constituintes da parede celular e NIDA dos híbridos de sorgo cultivados em Álvares Florense.

O híbrido 698005 foi o que apresentou a maior PMS, e o AG-2005, a menor produção. As produções de matéria seca obtidas nessa localidade foram menores do que aquelas conseguidas no município de Cravinhos que, provavelmente, se deve às menores precipitações ocorridas durante o período de cultivo.

A maior proporção de folha foi observada para o híbrido BR-700, com 33,95%, sendo os demais híbridos estatisticamente semelhantes. O híbrido que apresentou a maior proporção de colmo foi o 498111, não diferindo ($P>0,05$) dos híbridos BR-700, 699005 e 699001, e a menor

proporção de colmo observada para o híbrido MASSA-03, que não diferiu ($P>0,05$) do híbrido AG-2005.

A maior percentagem de grãos na silagem contribui não só para a melhoria do valor nutritivo (SILVA et al., 1999; ALMEIDA, 2000), mas também na elevação da percentagem de matéria seca, como consequência do seu menor conteúdo de água (ZAGO, 1991). O híbrido que apresentou uma das maiores proporções de panícula foi o AG-2005 (52,99%), entretanto, houve diferença ($P<0,05$) apenas dos híbridos BR-700 e 498111. A proporção de panícula na matéria seca dos cultivares desse município encontra-se, para alguns híbridos, abaixo do indicado por Nussio (1992), que é de 40 a 50%. Esses índices foram alcançados somente pelos híbridos MASSA-03, AG-2005 e 698005. Segundo Nussio (1993), silagens com baixa proporção de grãos apresentam consumo reduzido e, quando presentes em dietas para vacas em produção de leite, invariavelmente limitam a produção potencial do animal.

As variações do teor de matéria seca nas plantas (29,89 a 34,05%) estiveram próximas dos valores (30 a 40%) sugeridos por Zago (2000), indicando adequação ao processo de ensilagem. Para essa característica não foi observada diferença ($P>0,05$) entre os híbridos avaliados. Verificaram-se diferenças significativas ($P<0,05$) entre os híbridos avaliados para os teores de FDN, FDA e celulose da planta inteira. Os teores de FDN foram maiores nos híbridos 699005, BR-700, 698005, MASSA-03 e 698007, diferindo estatisticamente ($P<0,05$) do híbrido 498111, que apresentou os menores teores desse constituinte.

Ainda na planta inteira, verificaram-se os maiores valores de FDA para o híbrido BR-700, diferindo ($P<0,05$) apenas dos híbridos 498111 e AG-2005.

Tabela 3 - Produção de matéria seca (PMS), proporção das frações e composição químico-bromatológica da planta inteira de híbridos de sorgo cultivados no município de Álvares Florense, SP

Características	Híbridos								CV ⁵ (%)
	698007	BR-700	498111	699005	MASSA-03	AG-2005	698005	699001	
PMS (t/ha)	17,89 ^{bc}	18,23 ^{bc}	18,80 ^b	17,71 ^c	15,20 ^c	13,67 ^f	20,44 ^a	16,49 ^d	1,89
Proporção das frações da planta (% da MS)									
Folha	23,40 ^b	33,95 ^a	20,43 ^b	21,43 ^b	25,03 ^b	22,95 ^b	22,16 ^b	20,93 ^b	7,58
Colmo	33,53 ^{bc}	39,56 ^{ab}	44,91 ^a	43,01 ^{ab}	22,76 ^d	24,05 ^{cd}	34,66 ^b	42,16 ^{ab}	9,53
Panícula	38,49 ^{abc}	26,05 ^c	34,65 ^{bc}	35,55 ^{abc}	52,26 ^{ab}	52,99 ^a	43,17 ^{abc}	36,91 ^{abc}	15,37
Composição químico-bromatológica da planta inteira (% da MS)									
MS ¹	31,05	30,12	29,89	31,00	32,00	30,45	34,05	33,50	8,08
PB	7,19	7,88	6,96	6,91	7,76	7,81	7,59	6,97	5,69
FDN ²	58,12 ^a	60,30 ^a	48,89 ^b	60,35 ^a	59,40 ^a	55,26 ^{ab}	60,16 ^a	55,48 ^{ab}	4,25
FDA ³	32,11 ^{ab}	35,96 ^a	25,51 ^c	34,27 ^{ab}	30,69 ^{abc}	28,79 ^{bc}	34,62 ^{ab}	32,20 ^{ab}	6,99
Celulose	26,41 ^{ab}	30,37 ^a	20,50 ^b	30,00 ^a	25,52 ^{ab}	24,04 ^{ab}	29,91 ^a	27,39 ^a	8,74
Hemicelulose	26,00	24,34	23,83	26,08	28,70	26,47	25,54	23,20	8,81
Lignina	6,00	6,56	5,29	4,76	5,57	4,74	4,72	5,25	18,68
NIDA ⁴	30,67	26,90	25,21	22,30	31,05	30,50	27,36	27,19	19,49

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si ($P>0,05$) pelo teste Tukey.

¹ Matéria seca, ² Fibra em detergente neutro, ³ Fibra em detergente ácido, ⁴ Nitrogênio insolúvel em detergente ácido, ⁵ coeficiente de variação.

O maior teor de celulose encontrado foi para o híbrido BR-700 (30,37%, que diferiu estatisticamente apenas do híbrido 498111 com 20,50%. Essa variação também foi verificada por Pesce et al. (2000).

Os teores dos constituintes da parede celular, PB e NIDA das frações da planta estão apresentados na Tabela 4.

Pode-se destacar que o híbrido 498111, embora tenha apresentado maior proporção de colmos, foi o que apresentou menores teores dos constituintes da parede celular na planta inteira, ficando evidente a importância da qualidade nutricional da fração colmo para a composição final da planta, devido à grande participação proporcional dessa fração na planta inteira, que para esse híbrido chegou a 44,91% na matéria seca. Entretanto, essa característica

poderá proporcionar menor resistência do material ao acamamento e ao ataque de pragas e doenças.

Esta análise sugere aos programas de melhoramento genético de plantas de sorgo a preocupação não somente com as proporções de panículas, mas também com o valor nutritivo proveniente das porções vegetativas das plantas.

Não houve diferença ($P > 0,05$) significativa na fração folha quanto aos teores de celulose e NIDA. O maior teor de FDN obtido foi para o híbrido MASSA-03, que apresentou teor de 71,87%, e os menores valores foram para os híbridos 699001 e 498111, com teores respectivamente de 64,88 e 64,14%. O teor de FDA da fração folha foi maior para o híbrido BR-700, diferindo ($P < 0,05$) apenas dos híbridos 498111 e 698005. Esses valores,

Tabela 4 - Média dos constituintes da parede celular, proteína bruta (PB) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) nas diferentes partes da planta dos diferentes híbridos de sorgo cultivados no município de Álvares Florence, SP (em % da MS)

Componentes\híbridos	PB	Componentes da parede celular					NIDA
		FDN ¹	FDA ²	Celulose	Hemicelulose	Lignina	
Folha							
698007	9,82 ^{abc}	68,68 ^{abc}	37,53 ^{abc}	29,81	31,15 ^a	7,71 ^a	15,16
BR-700	10,09 ^{ab}	71,02 ^{ab}	41,68 ^a	34,35	29,34 ^{ab}	7,33 ^a	16,71
498111	11,07 ^a	64,14 ^c	35,09 ^c	28,82	29,05 ^{ab}	6,27 ^{ab}	12,39
699005	10,56 ^a	66,13 ^{bc}	36,86 ^{abc}	32,66	29,27 ^{ab}	4,20 ^b	13,46
MASSA-03	8,37 ^c	71,87 ^a	41,08 ^{ab}	34,39	30,79 ^{ab}	6,69 ^{ab}	15,63
AG-2005	8,63 ^{bc}	68,85 ^{abc}	40,20 ^{ab}	33,95	28,64 ^{ab}	6,24 ^{ab}	19,98
698005	11,40 ^a	66,17 ^{bc}	36,57 ^{bc}	31,48	29,60 ^{ab}	5,08 ^{ab}	13,63
699001	10,93 ^a	64,88 ^c	36,62 ^{abc}	29,28	28,26 ^b	7,33 ^a	14,44
CV ³ (%)	5,91	2,57	4,60	7,17	3,03	15,54	21,65
Colmo							
698007	2,55 ^c	75,92 ^{abc}	47,96 ^a	41,09 ^{ab}	27,96 ^{abc}	6,87	38,42 ^a
BR-700	4,05 ^{ab}	65,05 ^c	42,29 ^a	35,65 ^{bc}	22,76 ^{bcd}	6,64	20,32 ^c
498111	2,63 ^c	51,06 ^d	30,51 ^b	24,85 ^c	20,54 ^d	5,66	23,31 ^{bc}
699005	2,65 ^c	71,45 ^{abc}	46,48 ^a	40,42 ^{ab}	24,97 ^{abcd}	6,06	22,71 ^{bc}
MASSA-03	3,33 ^{bc}	79,22 ^a	49,50 ^a	41,85 ^{ab}	29,72 ^{ab}	7,64	36,66 ^{ab}
AG-2005	4,48 ^a	76,63 ^{ab}	44,52 ^a	39,44 ^{ab}	32,10 ^a	5,08	21,52 ^c
698005	2,54 ^c	80,48 ^a	52,99 ^a	47,70 ^a	27,49 ^{abcd}	5,29	32,58 ^{abc}
699001	2,99 ^c	67,64 ^{bc}	45,41 ^a	38,37 ^{ab}	22,23 ^{cd}	7,03	28,74 ^{abc}
CV ³ (%)	11,14	5,37	8,43	10,19	9,86	16,15	18,18
Panicula							
698007	9,88	38,57	17,49	12,43	21,52	4,73	21,57
BR-700	10,63	38,38	17,72	12,99	20,36	5,11	24,74
498111	10,18	37,90	13,91	9,58	23,98	4,33	19,52
699005	9,84	43,74	18,27	14,72	25,47	3,55	15,72
MASSA-03	9,40	44,50	17,34	13,17	27,16	4,17	17,85
AG-2005	10,03	39,75	16,76	12,82	22,98	3,94	21,53
698005	9,68	40,70	18,87	14,81	21,83	4,05	20,16
699001	9,46	39,47	17,97	13,18	21,50	4,78	19,64
CV ³ (%)	6,44	7,48	11,66	14,73	17,38	15,14	20,36

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ($P > 0,05$) pelo teste Tukey.

¹ Fibra em detergente neutro; ² Fibra em detergente ácido; ³ coeficiente de variação.

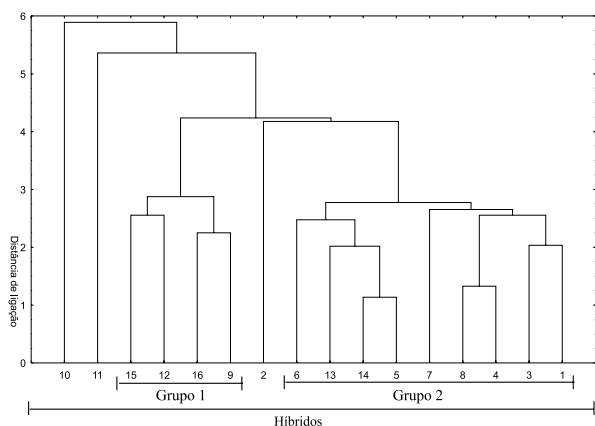


Figura 1 - Dendrograma da análise de agrupamento dos híbridos de sorgo avaliados.
 1-698007; 2-BR-700; 3-498111; 4-699005; 5-MASSA-03; 6-AG2005; 7-698005; 8-699001 (cultivados em Cravinhos).
 9-698007; 10-BR-700; 11-498111; 12-699005; 13-MASSA-03; 14-AG2005; 15-698005; 16-699001 (cultivados em Álvares Florense).

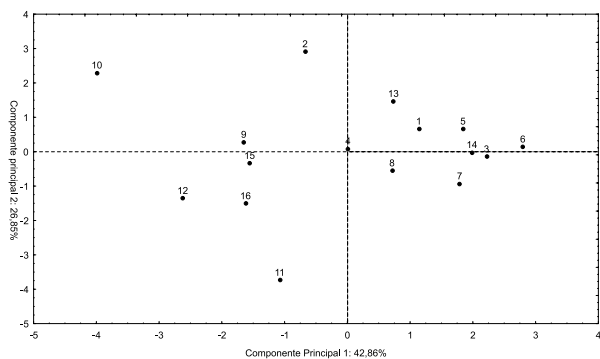


Figura 2 - Projeção dos híbridos de sorgo em plano bidimensional, em função dos componentes principais.
 1-698007; 2-BR-700; 3-498111; 4-699005; 5-MASSA-03; 6-AG2005; 7-698005; 8-699001 (cultivados em Cravinhos).
 9-698007; 10-BR-700; 11-498111; 12-699005; 13-MASSA-03; 14-AG2005; 15-698005; 16-699001 (cultivados em Álvares Florense).

juntamente com a relação de folhas nas plantas de 33,95%, proporcionaram alto nível de FDA na planta inteira (35,96%) para o híbrido BR-700, confirmando a importância da interação da proporção com a composição de cada fração para definir a qualidade final da planta.

Os teores de lignina na folha foram maiores para os híbridos: 698007, BR-700 e 699001; os quais diferiam ($P < 0,05$) apenas do híbrido 699005. Os híbridos 698005, 498111, 699001 e 699005 tiveram os maiores valores de proteína bruta, diferindo ($P < 0,05$) dos híbridos MASSA-03 e AG-2005. Para o teor de hemicelulose da fração folha,

observou-se que o híbrido 698007 apresentou o maior teor, diferindo ($P < 0,05$) apenas do híbrido 699001.

Para a fração colmo, os maiores valores de FDN encontrados foram para os híbridos 698005 e MASSA-03, que diferiram estatisticamente apenas dos híbridos BR-700, 498111 e 69901. Com relação ao teor de FDA, seu menor teor foi para o híbrido 498111, sendo todos os outros estatisticamente iguais. Não houve diferença dos teores de lignina na fração colmo. O maior valor de PB nessa fração foi observado para o híbrido AG-2005, com 4,48%, não diferindo ($P > 0,05$) apenas do híbrido BR-700. Com relação aos teores de NIDA na fração colmo, o híbrido 698007 apresentou o maior conteúdo. Observou-se maior teor de celulose para o híbrido 698005 nessa fração, diferindo ($P < 0,05$) do híbrido 498111. O híbrido AG-2005 apresentou o maior teor de hemicelulose (32,10%), diferindo do 498111, BR-700 e do 699001. Os valores referentes aos teores de PB e de constituintes da parede celular na fração colmo obtidos neste estudo estão de acordo com os dados apresentados por Almeida (2000) e Neumann et al. (2002).

Não houve diferença significativa entre os híbridos ($P > 0,05$) da fração panícula para nenhuma das características químicas analisadas neste estudo.

Análise dos componentes principais e agrupamento

O resultado da análise de agrupamento foi apresentado na forma de dendrograma (Figura 1), considerando a altura euclidiana para formação de conglomerados.

A distribuição encontrada no dendrograma sugere a formação de dois grupos de híbridos. O grupo 1 caracterizado principalmente pelas variáveis panícula e PB e o grupo 2 agrupado em função da PMS, colmo e FDA. Os híbridos BR-700, nas duas cidades, e o híbrido 498111, cultivado na cidade de Álvares Florense, não foram incluídos em nenhum dos grupos pelas características discrepantes dos demais quanto a PMS e proporção de colmo, respectivamente. Essas características indicaram que o melhoramento genético dessas plantas foi feito de forma conflitante entre as características agrônômicas e nutricionais. O grupo que foi caracterizado pela PMS também apresentou interferência relevante das variáveis proporção de colmo e teor de FDA, como foi constatado pela análise dos componentes principais. Por outro lado, os híbridos agrupados em função da variável proporção de panícula e teor de PB não se correlacionaram com a PMS, evidenciando a necessidade de se agrupar, dentro dos programas de melhoramento de sorgo, as características produtivas e nutritivas. Objetiva-se com isso a obtenção de híbridos que satisfaçam uma maior proporção das exigências nutricionais dos bovinos, produtores de carne e leite.

Os híbridos MASSA-03 e AG-2005, cultivados nas duas cidades, foram agrupados num mesmo conglomerado, indicando comportamento semelhante independente do

local. Para Oliveira et al. (2002), esse é um aspecto importante para a seleção de genótipos, pois está relacionado com a adaptabilidade das plantas às variações ambientais.

Pedreira et al. (2003) trabalharam com agrupamento dos híbridos de sorgo e encontraram similaridade entre os genótipos MASSA-03, 498111, 698005 e 699005, cultivados no período de entressafra. Os autores destacaram que o híbrido BR-700 também não se agrupou com nenhum dos híbridos avaliados.

Com relação à análise dos componentes principais, os autovalores 1, 2 e 3 contém uma quantidade de informação relevante, pois foram superiores a 1. Porém, para a representação no plano cartesiano, foram utilizados os dois primeiros componentes principais, pois são formados pelos dois maiores autovalores e, nesse caso, conseguiram reter em conjunto 69,7% da variabilidade contida nas variáveis originais.

No plano cartesiano (Figura 2), o eixo x é representado pelo primeiro componente (CP1) e o eixo y representado pelo segundo componente principal (CP2). Dessa variabilidade, 42,8% ficaram retidas no primeiro componente e 26,8%, no segundo componente.

A avaliação da correlação de cada variável com cada componente principal indicou que para CP1 as variáveis mais discrepantes foram proporção de panícula, PMS, proporção de colmo, e teores de PB e FDA, enquanto que para o CP2 foram proporção de folha, teores de FDN, proporção de colmo e teor de lignina.

O grupo 1 (G1), localizado mais à direita em relação ao CP1, está relacionado com as variáveis proporção de panícula e teor de PB (correlação positiva), enquanto o grupo 2 (G2), localizado à esquerda de CP1, está relacionado com as variáveis PMS, proporção de colmo e teor de FDA (correlação negativa). Essas correlações indicam que essas variáveis são importantes e devem ser utilizadas nos programas de avaliação de híbridos de sorgo.

Em relação a CP2, o híbrido BR-700 localizado na parte superior, está relacionado às variáveis proporção de folha, teores de FDN e lignina, indicando que as características nutritivas da fração folha devem ser melhoradas. Já o híbrido 498111, cultivado em Álvares Florense, localizado na parte inferior, está relacionado com a variável proporção de colmo.

O posicionamento dos híbridos no plano cartesiano confirma a formação dos grupos no dendrograma apresentado na Figura 1.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido o experimento, pôde-se observar uma variação entre os híbridos quanto à produção de matéria seca, participação percentual das frações da planta e composição

bromatológica dessas partes. Pela análise de agrupamento, verificou-se que os híbridos avaliados possuem características conflitantes entre as variáveis agrônomicas e nutricionais.

Pela análise dos componentes principais, constatou-se que os híbridos foram caracterizados principalmente pelas variáveis proporção de panícula e de colmo, teores de PB e de FDA e PMS, indicando características importantes a serem analisadas nos programas de avaliação de híbridos de sorgo.

O híbrido que apresentou resultados mais satisfatórios, quanto à produção de matéria seca e ao equilíbrio entre as frações da planta, foi o 698005, sendo recomendável a continuidade das avaliações, com o intuito de sua liberação para a comercialização de sementes.

ARTIGO RECEBIDO: Dezembro/2003
APROVADO: Março/2004

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J.C.C. **Avaliação das características agrônomicas e das silagens de milho e de sorgo cultivadas em quatro densidades de semeadura.** Jaboticabal, SP. 2000. 96p. Tese (Doutorado Zootecnia) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

ASSOCIAÇÃO PAULISTA DOS PRODUTORES DE SEMENTE – APPS. Evolução da área e produção de sorgo no Brasil. Disponível em: <http://www.apps.agr.br/Files/D_Estat/ev_área_prod_sorgobra.Htm>. Acesso em: 20 nov. 2003.

AZEVEDO, E.B., NÖMBERG, J.L., MENEGAZ, A.L., SILVA, S. P. DA, COSTA, L. P. D., CHIELLE, Z. G. Avaliação bromatológica dos componentes da planta de híbridos de sorgo e milho cultivados na Depressão Central-RS. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria, 2003. **Anais...** CD-ROM. Forragicultura.

BUSSAB, W.O., MIAZAKI, E.S., ANDRADE, D.F. Introdução à análise de agrupamento. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 9., São Paulo, SP, 1990. **Anais...** p. 105.

DEMARCHI, J.J.A.A. **Produção, valor nutritivo e características do sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench.), colhido em cinco estádios de maturação e de suas silagens.** Piracicaba, SP. 1993. 230p. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

- ETHERIDGE, R.D., PESTI, G.M., FOSTER, E.H. A comparison of nitrogen values obtained utilizing the Kjeldahl nitrogen and Dumas combustion methodologies (Leco CNS 2000) on samples typical of an animal nutrition analytical laboratory. **Animal Feed Science and Technology**, v.73, n. 1, p. 21-28, 1998.
- NEUMANN, M., RESTLE, J., ALVES FILHO, D.C. BERNARDES, R. A. C., ARBOITTE, M. Z., RUDNIK, L., PEIXOTO, L. A. O. Avaliação de diferentes híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] quanto aos componentes da planta e silagens produzidas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.302-312, 2002. (Suplemento).
- NUSSIO, L.G. Milho e sorgo para produção de silagem. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P (Ed). **Produção de alimentos volumosos para Bovinos**. Piracicaba: FEALQ, p.89-205. 1990.
- NUSSIO, L.G. Produção de silagem de sorgo. In: MANEJO CULTURAL DO SORGO PARA FORRAGEM. Sete Lagoas: EMBRAPA, p.53-55. 1992.(Circular técnico, 17).
- NUSSIO, L.G. Milho e sorgo para produção de silagem. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P (Ed). **Volumosos para bovinos**. Piracicaba: FEALQ, p.75-177. 1993.
- NUSSIO, L.G., CAMPOS, F.P., DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; DAMASCENO, J.C.; SANTOS, G.T. (Ed.). **Produção e utilização de forragens conservadas**. Maringá. UEM, p. 127-145. 2001.
- OLIVEIRA, J.S., FERREIRA, R.P., CRUZ, C.D., PEREIRA, A. V., BOTREL, M. A., VONPINHO, R. G., RODRIGUES, J. A. S., LOPES, F. C. F., MIRANDA, J. E. C. Adaptabilidade e estabilidade em cultivares de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.883-889, 2002 (suplemento).
- PEDREIRA, M.S., REIS, R.A., BERCHIELLI, T.T., MOREIRA, A. L., COAN, R. M. Características agrônomicas e composição química de oito híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1083-1092, 2003.
- PESCE, D.M.C., GONÇALVES, L.C., RODRIGUES, J.A.S., RODRIGUES, N. M.; BORGES, I. Análise de vinte genótipos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de porte médio e alto, pertencente ao ensaio nacional. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.978-987, 2000.
- RUGGIERI, A.C., TONANI, F., GUIM, A., ANDRADE, P., SILVA, A., CUSTÓDIO, J. C., GUIDELLI, C. 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. Brasília, DF, 1995. **Anais...** p.107-108.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT: user's guide**, versão 6.4. Cary, 1990. 846p.
- SILVA, D.J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1998. 166p.
- SILVA, F.F., GONÇALVES, L.C., RODRIGUES, J.A.S., CORREA, C. E. S., RODRIGUES, N. M., BRITO, A. F., MOURÃO, G. B. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo+folha/panícula 2. Avaliação do valor nutritivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 1, p. 21-29, 1999.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J. ROBERTSON, J. B. LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- ZAGO, C.P. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4., Piracicaba, SP, 1991. **Anais...** p.169-217.
- ZAGO, C.P. Silagem de sorgo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7. Piracicaba, SP, 1995. **Anais...** p.47-68.
- ZAGO, C.P. Silagem de sorgo de alto valor nutritivo. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 23., Uberlândia, MG, 2000., **Anais...** CD-ROM.