

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação**

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E NUTRICIONAL DE TRÊS HÍBRIDOS DE
SORGO [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] E DE SUAS SILAGENS EM TRÊS
ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO**

FERNANDA SAMARINI MACHADO

**Belo Horizonte – Minas Gerais
Escola de Veterinária – UFMG
2009**

FERNANDA SAMARINI MACHADO

**AVALIAÇÃO AGRONÔMICA E NUTRICIONAL DE TRÊS HÍBRIDOS DE
SORGO [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] E DE SUAS SILAGENS EM TRÊS
ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO**

**Dissertação apresentada ao Departamento de
Zootecnia da Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais, como
requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia. Área de Concentração:
Nutrição Animal**

Orientador: Prof. Norberto Mario Rodríguez

**Belo Horizonte – Minas Gerais
Escola de Veterinária – UFMG
2009**

Dissertação defendida e aprovada em 24/07/2009 pela comissão examinadora constituída por:

Prof. Norberto Mario Rodríguez
(Orientador)

Dr. José Avelino Santos Rodrigues

Dr. Roberto Guimarães Júnior

MENSAGEM

Venham para a beira, disse ele.
Eles disseram: Temos medo.
Venham para a beira, disse ele.
Eles foram.
Ele os empurrou... e eles voaram.

Guillaume Apollinaire

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais, Kátia e José Luiz, por toda compreensão e apoio na luta por esta conquista.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo amor e compreensão durante esse período de estudo, por todo apoio nos momentos decisivos e por serem meu porto seguro e exemplos de vida.

A minha querida família pela presença constante em minha vida.

Ao meu irmão Bruno, pelo carinho e paciência.

Ao Marcelo por toda compreensão, amor e companheirismo, e por tornar meus dias mais felizes.

Ao Professor Lúcio Carlos Gonçalves por todas as oportunidades concedidas, pela amizade e conselhos e pelo grande incentivo à realização desse curso.

Ao Professor Norberto Mario Rodríguez, exemplo de gentileza e profissionalismo, por estar sempre disposto a ajudar e a esclarecer minhas dúvidas e pelo convívio agradável.

Ao Dr. José Avelino dos Santos Rodrigues pela amizade, ensinamentos e apoio fundamental à realização desse trabalho. E à equipe da Embrapa Milho e Sorgo pela boa vontade em ajudar na fase de campo.

Ao Dr. Roberto Guimarães Júnior por todo apoio e colaboração na etapa final desse trabalho.

Às grandes amigas Flávia, Mari e Teane pela presença marcante nos momentos felizes e apoio nos momentos difíceis.

Ao grupo de pesquisa: Alex, Bizil, Danado, Diego, Fernando (Baby), Flávia, Fred, Gabriel, Isabela, Marcelo, Mérieth, Pedro, Wilson, Luciano e Guilherme pelo coleguismo e disponibilidade em ajudar.

Aos “irmãos mais velhos” Diogo, Cristiano, Robertinho e Daniel, pelo grande apoio e incentivo desde a Iniciação Científica.

Aos colegas de mestrado pela amizade e conhecimentos compartilhados.

Aos professores do Departamento de Zootecnia, especialmente Profa. Sandra, Profa. Ana Luiza, Prof. Helton e Prof. Iran, pelos ensinamentos e oportunidades de convívio.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal pela amizade e disponibilidade em ajudar durante as análises.

Aos membros do colegiado de Pós-Graduação, em especial a Heloisa, pela presteza.

Aos amigos da Copiadora pela simpatia e disponibilidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq -, pelo financiamento do projeto de pesquisa.

À Universidade Federal de Minas Gerais e ao Departamento de Zootecnia por proporcionarem meu desenvolvimento profissional. A CAPES pela bolsa de estudos concedida.

Obrigada a todos que torceram por mim!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	13
RESUMO	19
ABSTRACT	20
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA	21
1. INTRODUÇÃO GERAL	21
2. REVISÃO DE LITERATURA	22
2.1 A CULTURA DO SORGO.....	22
2.1.1 Aspectos agrostológicos da cultura do sorgo	22
2.1.2 Características agronômicas e valor nutritivo da cultura de sorgo.....	24
2.1.3 Momento de colheita.....	25
2.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ENSILAGEM	26
2.2.1 Processo de ensilagem	26
2.2.2 Influência do teor de matéria seca no processo de ensilagem	28
2.2.3 Alterações bioquímicas no processo de ensilagem	29
2.2.4 Classificação das silagens segundo Tomich <i>et al</i> (2003)	32
2.3 TANINOS	33
2.3.1 Considerações gerais.....	33
2.3.2 Interação tanino-proteína.....	34
2.3.3 Efeitos do tanino sobre a digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca.....	35
2.4 DIGESTIBILIDADE <i>IN VITRO</i> DE SILAGEM DE SORGO.....	35
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	37
CAPÍTULO II - CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DOS HÍBRIDOS DE SORGO BRS 610, BR 700 E BRS 655 EM TRÊS ESTÁIOS DE MATURAÇÃO.....	42
RESUMO	42
ABSTRACTV	42
1. INTRODUÇÃO	43
2. MATERIAL E MÉTODOS	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4. CONCLUSÃO	53
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

CAPÍTULO III - VALOR NUTRICIONAL DA PLANTA INTEIRA, FOLHA, COLMO E PANÍCULA DOS HÍBRIDOS DE SORGO BRS 610, BR 700, BRS 655 EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO56

RESUMO	56
ABSTRACT	56
1. INTRODUÇÃO	57
2. MATERIAL E MÉTODOS	57
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
3.1 Teores de matéria seca (MS)	58
3.2 Teores de proteína bruta (PB)	63
3.3 Fibra insolúvel em detergente neutro (FDN).....	66
3.4 Fibra insolúvel em detergente ácido (FDA)	69
3.5 Celulose	71
3.6 Hemiceluloses	74
3.7 Lignina	76
3.8 Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS).....	79
4. CONCLUSÃO	84
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

CAPÍTULO IV - QUALIDADE DAS SILAGENS DOS HÍBRIDOS DE SORGO EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO.....87

RESUMO	87
ABSTRACT	87
1. INTRODUÇÃO	88
2. MATERIAL E MÉTODOS	88
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	89
4. CONCLUSÃO	102
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102

CAPÍTULO V – CONCLUSÕES GERAIS 106

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1.1 - Qualificação da fermentação da silagem em relação ao valor de pH associado ao conteúdo de matéria seca (MS)	32
Tabela 1.2 - Qualificação da fermentação da silagem em relação ao conteúdo de nitrogênio amoniacal sobre o nitrogênio total (N-NH ₃ /NT)	33
Tabela 1.3 - Qualificação da silagem em relação aos conteúdos de ácido butírico e de ácido acético	33
Tabela 1.4 - Proposta de qualificação da fermentação das silagens	33

CAPÍTULO II - CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DOS HÍBRIDOS DE SORGO BRS 610, BR 700 E BRS 655 EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

Tabela 2.1 - Idades de corte (dias após o plantio) dos híbridos de sorgo em cada estágio de maturação avaliado	44
Tabela 2.2 - Estande (mil plantas por hectare) dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)	46
Tabela 2.3 - Altura das plantas (metros) dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)	47
Tabela 2.4 - Porcentagens de folha, colmo e panícula na matéria seca dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)	48
Tabela 2.5 - Produção de matéria verde (PMV) em toneladas por hectare dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....	50
Tabela 2.6 - Produção de matéria seca (PMS) em toneladas por hectare dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....	51
Tabela 2.7 - Produção de matéria seca digestível (PMSD) em toneladas por hectare dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)	52

CAPÍTULO III - VALOR NUTRICIONAL DA PLANTA INTEIRA, FOLHA, COLMO E PANÍCULA DOS HÍBRIDOS DE SORGO BRS 610, BR 700, BRS 655 EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

Tabela 3.1.1 - Teores de matéria seca da planta inteira dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)59

Tabela 3.1.2 - Teores de matéria seca das folhas dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)60

Tabela 3.1.3 - Teores de matéria seca do colmo dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)61

Tabela 3.1.4 - Teores de matéria seca da panícula dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)62

Tabela 3.2.1 - Teores de proteína bruta da planta inteira dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)63

Tabela 3.2.2 - Teores de proteína bruta das folhas dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)64

Tabela 3.2.3 - Teores de proteína bruta do colmo dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)64

Tabela 3.2.4 - Teores de proteína bruta da panícula dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)65

Tabela 3.3.1 - Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (% na MS) da planta inteira dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)66

Tabela 3.3.2 - Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (% na MS) das folhas dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)67

Tabela 3.3.3 - Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (% na MS) do colmo dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)67

Tabela 3.3.4 - Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (% na MS) da panícula dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....68

Tabela 3.4.1 - Teores de fibra insolúvel em detergente ácido (% na MS) da planta inteira dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)69

Tabela 3.4.2 - Teores de fibra insolúvel em detergente ácido (% na MS) das folhas dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)	70
Tabela 3.4.3 - Teores de fibra insolúvel em detergente ácido (% na MS) do colmo dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)	70
Tabela 3.4.4 - Teores de fibra insolúvel em detergente ácido (% na MS) da panícula dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....	71
Tabela 3.5.1 - Teores de celulose (% na MS) da planta inteira dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)	72
Tabela 3.5.2 - Teores de celulose (% na MS) das folhas dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)	72
Tabela 3.5.3 - Teores de celulose (% na MS) do colmo dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)	73
Tabela 3.5.4 - Teores de celulose (% na MS) da panícula dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....	74
Tabela 3.6.1 - Teores de hemiceluloses (% na MS) da planta inteira dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....	74
Tabela 3.6.2 - Teores de hemiceluloses (% na MS) das folhas dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....	75
Tabela 3.6.3 - Teores de hemiceluloses (% na MS) do colmo dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....	75
Tabela 3.6.4 - Teores de hemiceluloses (% na MS) da panícula dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....	76
Tabela 3.7.1 - Teores de lignina (% na MS) da planta inteira dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)	77
Tabela 3.7.2 - Teores de lignina (% na MS) das folhas dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)	77
Tabela 3.7.3 - Teores de lignina (% na MS) do colmo dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)	78

Tabela 3.7.4 - Teores de lignina (% na MS) da panícula dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....79

Tabela 3.8.1 - Teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca da planta inteira dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)80

Tabela 3.8.2 - Teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca das folhas dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....81

Tabela 3.8.3 - Teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca do colmo dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....81

Tabela 3.8.4 - Teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca da panícula dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....82

CAPÍTULO IV: QUALIDADE DAS SILAGENS DOS HÍBRIDOS DE SORGO BRS 610, BR 700 E BRS 655 EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

Tabela 4.1 - Teores de matéria seca das silagens dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)90

Tabela 4.2 - Valores de pH das silagens dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)92

Tabela 4.3 - Valores de nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total (N-NH₃/NT) das silagens dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....92

Tabela 4.4 - Teores de ácidos orgânicos: ácido acético, butírico e láctico das silagens dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....93

Tabela 4.5 - Pontuação e classificação das silagens dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)95

Tabela 4.6 - Teores de proteína bruta das silagens dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)96

Tabela 4.7 - Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (% na MS) das silagens dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....97

Tabela 4.8 - Teores de fibra insolúvel em detergente ácido (% na MS) das silagens dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....98

Tabela 4.9 - Teores de hemiceluloses (% na MS) das silagens dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)99

Tabela 4.10 - Teores de celulose (% na MS) das silagens dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....100

Tabela 4.11 - Teores de lignina (% na MS) das silagens dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)100

Tabela 4.12 - Digestibilidade in vitro da matéria seca das silagens dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).....101

ANEXOS

Anexo I – Correlações entre os parâmetros107

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar as características agronômicas, a composição bromatológica e a digestibilidade *in vitro* das plantas e das suas frações (folhas, colmo e panícula), bem como os parâmetros de qualidade das silagens dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 colhidos em três estádios de maturação dos grãos: leitoso, pastoso e farináceo. E a partir da análise desses dados, estabelecer uma comparação entre os três híbridos e determinar o momento de ensilagem ideal para cada um deles. O estande variou de 73 a 105 mil plantas ha⁻¹ e o BRS 655 apresentou menor população de plantas que os demais híbridos no primeiro e no terceiro cortes. O BR 700 apresentou a menor altura, sendo o BRS 610 e BRS 655 de mesmo porte. Houve diluição na participação da fração colmo pelo aumento da porcentagem da panícula com o avanço da maturidade da planta sendo a correlação ($p < 0,05$) entre essas variáveis de -0,94. O BR 700 apresentou menor porcentagem de colmo que os demais híbridos em todos os cortes e maior porcentagem de panícula nos estádios pastoso e farináceo. As produções de matéria verde (PMV) variaram entre idades de corte, com valores entre 31,10 e 68,71 t MV ha⁻¹. As produções de matéria seca (PMS) e de matéria seca digestível (PMSD) foram de 11,65 a 17,70 t ha⁻¹ e 6,52 a 9,84 t ha⁻¹, respectivamente, e não variaram entre estádios de maturação para os híbridos BR 700 e BRS 655, mas apresentaram redução no terceiro corte para o BRS 610. Os teores de matéria seca (MS) das plantas variaram de 25,73% a 43,96% e aumentaram com a maturidade. A porcentagem de MS dos colmos foi mais alta para o BR 700 e não variou entre os estádios de maturação. As panículas mostraram valores crescentes de MS com o avanço da maturidade, enquanto que para as folhas esse aumento ocorreu de forma diferente entre os híbridos. A porcentagem de proteína bruta (PB) da planta manteve-se estatisticamente inalterada entre as idades de corte para todos os híbridos e apresentou variação de 5,21% a 6,26%. Os teores de PB das partes da planta variaram com o avanço da idade de corte de forma diferente entre os híbridos. Os valores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), celulose e lignina das plantas não foram influenciados pelos estádios de maturação. Os valores de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) das plantas do BRS 610 não variaram com a maturidade, mas apresentaram redução entre o estágio leitoso e farináceo para o BR 700 e BR 655. As frações fibrosas e os coeficientes de DIVMS das partes das plantas variaram de forma diferente entre híbridos e períodos de colheita. Todas as silagens foram classificadas como excelentes, quanto aos parâmetros fermentativos (MS, pH, nitrogênio amoniacal e ácidos orgânicos). Os teores de matéria seca das silagens foram influenciados pelo estágio de maturação e apresentaram variação de 22,86% a 41,27%. Os teores de FDN, FDA e celulose das silagens foram inferiores no estágio farináceo em relação ao leitoso, mas os valores de hemiceluloses e lignina não variaram entre períodos de corte. Os coeficientes de digestibilidade das silagens variaram de 50,73% a 55,55% e comportaram-se de forma diferente com a maturidade para cada híbrido. No estágio leitoso a silagem do BRS 610 apresentou o menor valor de DIVMS, enquanto no estágio farináceo foi superior aos demais híbridos.

Palavras-chave: digestibilidade, estágio de maturação, qualidade, sorgo, valor nutritivo.

ABSTRACT

The aim of this work was to study the agronomic characteristics, chemical composition and the *in vitro* digestibility of the plants and their fractions (leaves, stem and panicle), and the quality parameters of the silages of the hybrids BRS 610, BR 700 and BRS 655 harvested at three maturation stages of the grains: milk, soft dough and floury. And from the analyses of this data, establish a comparison between the three hybrids and determine the ideal moment of ensilage for each one. The stand varied from 73 to 105 thousand plants per hectare and the BRS 655 presented lower stand than the others hybrids at the first and third cuts. The BR 700 had the smallest size at all maturation stages, and the BRS 610 and BRS 655 had the same height. There was dilution of the participation of the stem by the increasing percentage of panicle with the advance of maturity of the plant and the correlation ($p < 0.05$) among these variables was -0.94 . The BR 700 presented minor percentage of stem than the other hybrids at all cuts and major percentage of panicle at soft dough and floury stages. The production of green matter (GMP) was affected by the maturation stages, with variation from 31.10 to 68.71 t GM ha⁻¹. The Dry Matter and Digestible Dry Matter productions varied from 11.65 to 17.70 t ha⁻¹ and from 6.52 to 9.84 t ha⁻¹, respectively, and didn't change among maturation stages, for the hybrids BR 700 and BRS 655, but decreased in the third cut for the BRS 610. The dry matter contents of the plants varied from 25.73% to 43.96% and increased with maturity. The percentage of dry matter of the stems were higher for BR 700 and did not change among maturation stages. The panicles showed increasing values of dry matter with the advanced of maturity, while for the leaves the growth of dry matter was different among hybrids. The percentage of crude protein (CP) of the plant remained constant among cuts for all the hybrids and varied from 5.21% to 6.26%. The levels of CP of the parts of the plant varied differently among hybrids with the advancement of age. The values of neutral detergent fiber, acid detergent fiber, cellulose and lignin of the plants were not affected by maturation stages. The *in vitro* dry matter digestibility of the plants of BRS 610 didn't change with the maturity, but decreased between milk and floury stages for BR 700 and BRS 655. The fibrous fractions and the values of the *in vitro* dry matter digestibility of the parts of the plants behaved differently among hybrids and harvest periods. All the silages were classified as excellent fermentation quality according to the fermentative parameters (DM, pH, ammoniac nitrogen and organic acids). Dry matter value was influenced by maturation stage and varied from 22.86% to 41.27%. The contents of NDF, ADF and cellulose of the silages were lower in the floury stage in relation to milk, but the values of hemiceluloses and lignin didn't change between harvest periods. The digestibility of the silages varied from 50.73% to 55.55% and behaved differently with the maturity for each hybrid. In the milk stage the BRS 610 showed the minor value of digestibility, while in floury stage it was better than the others.

Key words: digestibility, maturation stage, nutritive value, quality, sorghum.

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO E REVISÃO DE LITERATURA

1. INTRODUÇÃO GERAL

Atualmente o Brasil apresenta o segundo maior rebanho de bovinos do mundo e é o segundo maior produtor de carne. Neste cenário, o agronegócio foi responsável por 26,46 % do produto interno bruto (PIB) nacional no ano de 2008 (CEPEA, 2009). Em 2006 o País assumiu a liderança mundial na exportação de carne bovina, mesmo não tendo acesso a importantes mercados importadores. Em 2007, o Brasil vendeu carne a 129 países, obtendo uma receita recorde de 4,3 bilhões de dólares (IBGE, 2007). Até o início da década, nosso país era um dos maiores importadores de leite do mundo, mas atualmente caminha para se tornar um importante exportador, com produção de 26,1 bilhões de litros em 2007. Nesse ano, a venda de produtos lácteos para o exterior gerou 346 milhões de dólares, 81% superior ao ano anterior (IBGE, 2007).

Devido ao predomínio dos sistemas de criação extensiva em pastagens, o regime sazonal de chuvas estabelece anualmente uma safra e uma entressafra na produção pecuária, com reflexos econômicos negativos na exploração da atividade. Dessa forma, para transpor a estacionalidade na disponibilidade e qualidade das pastagens, torna-se necessária a conservação de forragem durante os meses de abundância para seu uso no período de escassez de alimentos.

Esta conservação de forragem pode ser realizada com a formação de capineiras ou canaviais, diferimento de pastagens, produção de feno ou de silagem. A decisão entre essas opções deve-se basear no padrão produtivo dos animais, características edafoclimáticas da propriedade,

disponibilidade de mão-de-obra, capital para investimento em infra-estrutura e maquinários.

A produção de silagem de boa qualidade é um dos processos mais difundidos entre os produtores que buscam a intensificação dos sistemas de produção de leite ou carne, através da maximização da expressão do potencial genético dos animais. As forrageiras destinadas à ensilagem devem apresentar elevado potencial de produção, adequação à mecanização, ser boa fonte de energia para os ruminantes, além de possuir características que permitam uma fermentação adequada dentro do silo, como conteúdo de carboidratos solúveis, teores de matéria seca adequados e baixo poder tampão. As culturas de milho e sorgo são as mais indicadas, pois produzem silagens de boa qualidade sem a necessidade de práticas como a pré-murcha e uso de aditivos.

O sorgo é uma espécie que apresenta grande flexibilidade para ser utilizada em diferentes sistemas de produção de forragem: apresentam maior amplitude de época de plantio, menor custo de produção, possibilidade de aproveitamento da rebrota e, por ser mais resistente ao déficit hídrico e às altas temperaturas, pode ser cultivado com vantagens, em locais marginais ou impróprios para o cultivo do milho.

De acordo com o Grupo Pró-Sorgo, na safra 2007/2008 foram plantados no Brasil cerca de 400.000 hectares de sorgo destinados à produção de silagem. A produção estimada gira em torno de 18.000.000 de toneladas de silagem, e tem uma importância estratégica no abastecimento de forragem no Brasil, contribuindo com o crescimento sustentado da pecuária.

A qualidade e o valor nutritivo de uma silagem dependem, fundamentalmente, da cultivar utilizada, do estágio de maturação no momento do corte e da natureza do processo fermentativo, o que refletirá diretamente na composição química e, conseqüentemente, no desempenho animal (Vilela, 1985). Por isso, novos materiais genéticos, que são lançados freqüentemente no mercado, precisam ser avaliados pelas instituições de pesquisa para que os produtores e técnicos possam ser orientados na escolha do material mais adequado para ensilagem bem como o seu ponto ótimo de colheita.

Além disso, pesquisas de comparação entre híbridos são fundamentais para o avanço dos programas de melhoramento genético. Objetiva-se selecionar as melhores variedades para produção de silagem, com base no potencial agrônômico, composição química e digestibilidade da planta como um todo e de suas frações (folhas, colmo e panícula), o que influencia na qualidade final da silagem, tanto nos aspectos nutricionais quanto nos fermentativos.

Este trabalho teve como objetivo comparar o potencial agrônômico e o valor nutritivo dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 e determinar o momento ideal de colheita de cada um deles.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DO SORGO

2.1.1. Aspectos agrostológicos da cultura de sorgo

O sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] é uma gramínea tropical, de ciclo anual e tem como origem a África e parte da Ásia. Apesar de ser uma cultura muito antiga, somente a partir do final do século passado é que teve grande desenvolvimento em muitas

regiões agrícolas do mundo (Veiga, 1986). A introdução do sorgo no Brasil é relativamente recente, e ainda é uma cultura em expansão, sendo o seu uso difundido apenas para a alimentação animal, na forma de silagem, corte verde e pastejo, além da produção de grãos, que podem ser utilizados na alimentação de ruminantes e monogástricos.

Em função da região de origem e seleção natural, o sorgo apresenta resistência a seca e requer menor quantidade de água para se desenvolver, quando comparado a outras culturas. O sorgo é muito resistente à desidratação devido ao seu sistema radicular fibroso e muito extenso (podendo atingir 1,5 metro de profundidade), ao ritmo de transpiração eficaz (retardamento do crescimento) e a características foliares que minimizam a perda de água, como a cerosidade, ausência de pilosidade, menor superfície foliar e presença de células que fecham os estômatos e que permitem à folha enrolar-se em condições de estresse hídrico (Dogget, 1970). Desta forma, em regiões áridas e semi-áridas, o sorgo tem sido cultivado como primeira cultura, já em regiões com melhor distribuição de chuvas, essa cultura vem apresentando boa adaptação ao cultivo de safrinha (Dermachi *et al.*, 1995, Pedreira *et al.*, 2003)

Outra característica peculiar do sorgo é a sua capacidade de rebrota após a colheita, o que possibilita produção de até 60% daquela obtida no primeiro corte (Zago, 1991), podendo ser manejada para fornecer corte verde, pastejo ou silagem suplementar. Além disso, o sorgo tem sido recomendado para cultivo próximo a centros urbanos, onde a cultura de milho está sujeita à retirada de espigas, acarretando enormes prejuízos à produtividade da cultura.

Os cultivares de sorgo disponíveis no mercado podem ser classificados em três principais categorias: sorgos graníferos, forrageiros e de duplo propósito. A diferença

entre eles está na altura e proporção de colmo, folhas e panícula, o que reflete na produtividade, na composição bromatológica e no valor nutritivo da planta. Os híbridos graníferos são cultivados com a finalidade de produção de grãos e a estatura geralmente não ultrapassa 1,50 metros, sendo esta característica selecionada para facilitar a colheita mecanizada. Quando utilizados para a produção de silagem, a produção de massa verde é muito baixa, geralmente inferior a 30 t ha⁻¹, mas com elevada qualidade devido à grande proporção de grãos na matéria seca. Entretanto, o uso do sorgo granífero para produção de silagem deve ser adotado com reservas e apenas por produtores cujos animais apresentam alta produção leiteira. Os sorgos do tipo forrageiro apresentam altura entre 2 e 3 metros, sendo adaptados à produção de silagem e ao corte verde. Ao utilizar tais cultivares o produtor deve considerar que as mesmas, por seu porte elevado, são propensas ao acamamento, dificultando a colheita mecanizada. Além disso, a qualidade da silagem é inferior, devido à reduzida produção de grãos, não devendo ser indicada para animais de elevada produção leiteira, porque haverá a necessidade de suplementar a dieta com maior quantidade de ração concentrada. Na produção de silagem com qualidade comparável à do milho, podem ser utilizadas variedades de duplo propósito (produção de grãos e de forragem). São híbridos de porte médio, com altura variando de 2,0 a 2,5 metros, produção de matéria verde entre 40 e 55 t ha⁻¹ no primeiro corte, e produção de grãos entre 4 e 6 t ha⁻¹, o que confere alta qualidade à silagem. As plantas ainda diferem dentro de cada categoria, de acordo com a suculência do colmo (colmo seco ou succulento), presença ou ausência de taninos, e outras características.

Cada tipo de sorgo deve ser cultivado em determinado espaçamento e densidade de plantio, de modo a maximizar a produção de matéria seca por unidade de área e obter boa

porcentagem de grãos em relação à massa seca total. Para cultivares forrageiros de porte alto adotam-se maiores espaçamentos entre linhas (0,90 a 1,0 m) e menor densidade e plantio (90.000 a 110.000 plantas/ha); para cultivares de porte médio e de duplo propósito, recomendam-se espaçamentos menores (0,70 a 0,80 m) e densidade de 120.000 a 140.000 plantas/ha; para variedades graníferas, adotam-se espaçamentos menores ainda (0,50 a 0,70m) e maiores densidades, de 170.000 a 200.000 plantas/ha (Viana *et al.*, 2001).

Devido ao tamanho reduzido de suas sementes, o plantio deve ser realizado a uma profundidade de 3 a 5 cm, em solo bem preparado e destorroado, para facilitar a emergência das plântulas e o estabelecimento de um bom estande de plantas. A época de plantio depende das características climáticas de cada região e de acordo com Viana *et al.* (2001), na Região Sudeste e Centro-Oeste, o plantio de verão compreende os meses de setembro a dezembro e o plantio de sucessão (safrinha), até a primeira quinzena de março. O sorgo é uma espécie de dias curtos (a planta floresce quando as noites são longas) e quando o plantio é realizado tardiamente, pode haver efeito de fotoperiodismo, reduzindo o porte da planta e a produção de matéria seca.

Por ser uma espécie tipicamente tropical, o sorgo é sensível a baixas temperaturas, sendo a temperatura ótima de crescimento por volta de 33-34°C. Acima de 38°C e abaixo de 16°C, a produtividade decresce.

O ciclo da planta varia de 90 a 190 dias e requer pluviosidade de 450 mm anuais para crescimento completo. Entretanto, com o desenvolvimento de híbridos de maturação precoce (ciclo de 80 dias), é necessário cerca de 380 mm de chuva. Apesar da resistência à seca o sorgo tem dois períodos críticos de dependência hídrica, que ocorrem em torno de 20-25 dias após germinação e aos 50-60 dias, período próximo ao florescimento.

No Brasil existem vários grupos ligados ao melhoramento genético do sorgo, que ao longo dos anos vem mudando o perfil dos materiais comercializados e utilizados na alimentação animal. Os programas de melhoramento genético têm como objetivo a seleção de materiais que melhor representem ganhos quanto ao valor nutritivo e econômico. Os critérios de julgamento de cultivares para a produção de silagem consideram, além das características agronômicas, as interações entre genótipo e ambiente, visando o desenvolvimento de cultivares específicas para determinadas regiões (Oliveira *et al.*, 2002).

A seleção de híbridos de sorgo para produção de silagem tem-se baseado principalmente na altura da planta, produtividade de matéria seca, produção de grãos, equilíbrio entre as partes da planta (folhas, colmo e panícula), resistência ao acamamento, melhor digestibilidade das partes vegetativas, tolerância a seca, resistência a pragas e doenças, bem como a qualidade fermentativa das silagens (Brito *et al.*, 2000; Faria Jr., 2008).

2.1.2. Características agronômicas e valor nutritivo da cultura de sorgo

2.1.2.1 Potencial produtivo

O comportamento produtivo de uma forrageira destinada à produção de silagem é uma das principais características a serem utilizadas na avaliação econômica da atividade. Segundo Valente (1992), produções de matéria verde inferiores a 40 toneladas por hectare tornariam a atividade economicamente inviável. Devido aos mais variados tipos de sorgo e de cultivares disponíveis, associado à grande variedade de condições climáticas e de fertilidade do solo, a literatura apresenta uma ampla variação nos dados de produtividade. Pereira *et al.* (1993) obtiveram produções de matéria seca de 18,0; 16,6 e 14,6 toneladas por hectare

para cultivares de sorgo de porte alto, médio e baixo, respectivamente. Já Rocha Jr. *et al.* (2000a) encontraram produtividade de matéria seca variando de 3,3 a 5,5 toneladas por hectare para híbridos de porte baixo, e de 9,3 a 12,2 para híbridos de porte médio e alto. O baixo rendimento encontrado por esses autores se justifica pela época de corte a que foram submetidos os híbridos, quando as plantas se encontravam em estágio de grãos leitoso-pastoso. De acordo com Corrêa (1996) as produções de matéria seca de híbridos de duplo propósito e de um híbrido forrageiro aumentaram com o avanço do estágio de maturação, sendo os maiores valores observados nos estádios de grão pastoso e farináceo

2.1.2.2 Interação entre características agronômicas e valor nutritivo

Realizar a ensilagem quando ocorre a maior produção de matéria seca da cultura do sorgo não garante o maior retorno econômico dos animais alimentados com as silagens. Portanto, é necessário conhecer a participação percentual de cada parte da planta, as características e a composição de cada uma, visando minimizar as perdas no campo e nos silos e conseguir uma silagem que resulte em melhor desempenho dos animais.

Pode-se subdividir as plantas em três frações: colmo, folhas e panículas. Essas três frações diferem não apenas em composição química, mas também na sua participação relativa na produção de matéria seca total, tendo grande influência sobre a composição e o valor nutritivo da silagem (Zago, 2001).

O potencial de produção de matéria seca, geralmente, está correlacionado com a altura da planta. A porcentagem de panícula decresce com o aumento da altura da planta, sendo este decréscimo a uma taxa menor nos híbridos de porte baixo e médio e a uma taxa maior nos cultivares de porte alto. O inverso ocorre em relação à porcentagem de colmo.

Já a porcentagem de folhas decresce com a elevação da altura, porém a uma taxa menor e constante (Zago, 1991).

A digestibilidade das partes da planta tem marcada influência sobre a digestibilidade da planta total. A digestibilidade das panículas é sempre maior que das folhas e, geralmente, os colmos são as partes da planta de menor digestibilidade (Cummins e Dobson, 1972). Entretanto, existe uma acentuada variação dentro de cada parte entre diferentes híbridos, o que sugere a possibilidade de melhoria no valor nutritivo através da seleção de genótipos com melhor equilíbrio colmo, folha e panícula, bem como pela seleção de linhagens de maior digestibilidade das partes da planta.

Durante muitos anos, os cultivares de sorgo para ensilagem foram indicados com base apenas na produção de matéria verde por hectare, no intuito de reduzir o custo da tonelada de matéria verde produzida, sem considerar a qualidade desse material. Os cultivares usados há 20 ou 25 anos caracterizavam-se por porte alto, ciclo longo e baixa produção de grãos. Com a utilização de animais mais exigentes, passou-se a dar maior importância à presença de grãos no material, sendo este o critério que tem prevalecido nos últimos anos (Silva, 1997).

A proporção de grãos é um importante fator relacionado à qualidade das silagens, porque neles encontra-se a maior fração energética disponível da planta e porque são responsáveis pela elevação do teor de matéria seca da massa ensilada, em função do menor teor de água da panícula. Segundo Nussio (1992), 40 a 50% da MS da planta deve ser composta de grãos no momento da ensilagem, com o objetivo de garantir qualidade e consumo ao material ensilado.

A porcentagem de grãos é um fator importante na qualidade e consumo da silagem produzida, sendo que sempre se deve procurar aumentar a sua porcentagem a

valores próximos de 40%. A partir desse ponto, os incrementos de qualidade seriam menores, sendo que o valor nutritivo das hastes e folhas assumiria papel igualmente importante. Essa característica, normalmente não apresentada nos trabalhos que avaliaram o consumo e qualidade de silagens, deveria ser cuidadosamente repensada (Demarchi *et al.*, 1995).

2.1.3. Momento de colheita

Com o avanço do estágio de maturação, ocorre aumento do teor de amido na planta de sorgo, decorrente da conversão de carboidratos solúveis, armazenados temporariamente no colmo, em amido, depositado nos grãos. A redução do conteúdo de carboidratos solúveis no colmo é acompanhada por um aumento nos teores de FDN, FDA e lignina.

Desta forma, no estágio de grão leitoso, a fração fibrosa é mais digestível do que no estágio de grão farináceo. Entretanto, no estágio de grão farináceo, o acúmulo de matéria seca nos grãos pode compensar a redução de matéria seca digestível do colmo. Dependendo da participação de grãos na planta total, os teores de FDN e FDA da planta total estabilizam-se ou podem decrescer à medida que a planta evolui para o estágio de maturação fisiológica.

Segundo Carvalho *et al.* (1992), com a maturidade, a planta do sorgo apresentava uma redução nas proporções de colmo na planta, tendência de aumentar a proporção de folhas e um aumento significativo nas proporções de panícula.

Maior digestibilidade *in vitro* da matéria seca do colmo é observada quando a proporção e produção de grãos na planta é baixa, devido à menor translocação de carboidratos não estruturais para a formação de grãos (Russel, 1989). Como consequência, em cultivares de baixa produção de grãos, a maior digestibilidade

do colmo tende a compensar, em parte, a redução da digestibilidade da planta total pela ausência de grãos, que possuem alta digestibilidade.

Demarchi *et al.* (1995) recomendam que os sorgos com altas porcentagens de grãos sejam colhidos entre os estádios leitoso e pastoso; sorgos com porcentagens médias, entre os estádios pastoso e farináceo; e sorgos com baixa porcentagem de grãos, nos estádios de grão duro. Segundo Tonani (1995), a ensilagem do sorgo deveria ser realizada quando os grãos da planta estivessem no estádio leitoso a pastoso, pois com o avanço da maturidade há redução na digestibilidade da matéria seca das frações fibrosas. No entanto, Zago (1991) considera que a elevação da porcentagem de panícula e, conseqüentemente de amido altamente digestível que ocorre com o avanço da maturidade, compensa a diminuição da digestibilidade da fração fibrosa, mantendo inalterada a digestibilidade da matéria seca.

A contribuição da panícula à qualidade da silagem não é função apenas do seu melhor valor nutritivo, mas também por sua grande participação na elevação do teor de matéria seca da massa ensilada. Zago (1991) encontrou correlação de 0,76 e 0,83 entre a porcentagem de panícula e o teor de matéria seca do material original e da silagem produzida, respectivamente. Já a correlação entre a porcentagem de colmo e matéria seca do material original e das silagens foram de -0,66 e -0,59, respectivamente. A taxa de aumento da porcentagem de matéria seca da panícula em função do número de dias após o florescimento é maior do que nas demais partes da planta, colmo e folhas, evidenciando a importância da participação da panícula na elevação da porcentagem de matéria seca da planta (Zago, 1991).

Das frações da planta, o colmo é a que menos contribui para a elevação do teor de matéria seca. Os híbridos de colmo suculento tendem a ter menores teores de

matéria seca, mas isso pode ser compensado pela elevação do teor de matéria seca dos grãos, se houver elevada proporção dos mesmos. Híbridos de sorgo de colmo seco geralmente elevam o teor de matéria seca mais precocemente com o avanço do estágio de maturação, podendo contribuir para menores perdas no processo de ensilagem e melhor consumo voluntário pelos animais (Carvalho *et al.*, 1992). Entretanto, segundo Borges (1995), os teores de suculência do colmo não influenciam os padrões de fermentação das silagens, sendo que os híbridos de colmo seco avaliados não apresentaram maiores teores de matéria seca como esperado.

2.2. CONSIDERAÇÕES SOBRE A ENSILAGEM

2.2.1 Processo de ensilagem

A conservação dos alimentos pelo processo de ensilagem consiste na conversão dos carboidratos solúveis da forragem em ácidos, principalmente láctico e acético, realizada pelas bactérias ácido lácticas, sob condições anaeróbicas. A fermentação ácida promove a queda do pH da massa ensilada, garantindo a preservação da mesma, pela inibição de microrganismos indesejáveis. O processo de ensilagem se divide em quatro estágios (Elferink *et al.*, 1999):

- 1- Fase aeróbica: Tem a duração normalmente de poucas horas, sendo o oxigênio atmosférico consumido, devido à respiração do material ensilado, juntamente com a ação de microrganismos aeróbicos ou aeróbicos facultativos (fungos, leveduras e bactérias). Também estão em ação as proteases e carboidratases da planta, devido ao pH estar ainda próximo ao pH normal da planta fresca (6,5-6,0). Nessa etapa, além do oxigênio, há consumo de carboidratos solúveis, com produção de água, dióxido de carbono e calor.

2- Fase de fermentação: Começa quando o material passa ao estado de anaerobiose, e continua por alguns dias ou semanas, dependendo das características do material ensilado e das condições de ensilagem. Ocorre o desenvolvimento de bactérias lácticas, as quais tornam-se predominantes nessa fase. Devido à produção de ácido láctico ocorre então a queda do pH para 3,8-5,0.

3- Fase de estabilidade: Caso não ocorra a entrada de ar no silo, o material não sofrerá mudanças significativas nesta fase. Os microrganismos da fase anterior têm a população diminuída devido aos ácidos orgânicos produzidos e o baixo pH. Alguns microrganismos ácido-tolerantes sobrevivem a esta fase em estado de inatividade ou como esporos.

4- Fase de degradação aeróbica: Passa a ocorrer logo que o silo é aberto e o material entra em contato com o ar. A deterioração do material começa com a degradação dos ácidos orgânicos por leveduras e ocasionalmente por bactérias acéticas. O pH torna-se elevado, associando-se ao aumento da temperatura, e a ação de microrganismos putrefatores como os bacilos. O último estágio inclui a atividade de outros microrganismos aeróbicos (facultativos) como fungos e enterobactérias.

A microflora presente na silagem é determinante no processo de conservação do material ensilado e, de modo geral, se divide em dois grupos: microrganismos desejáveis (bactérias ácido-lácticas) e indesejáveis (leveduras, bacilos, listeria, fungos aeróbicos, clostrídias e enterobactérias).

As bactérias ácido-lácticas regularmente presentes nas silagens pertencem aos gêneros *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus* e *Streptococcus*. Quando se estabelecem condições de anaerobiose e há liberação do conteúdo celular, as bactérias ácido-lácticas

proliferam-se rapidamente, promovendo a redução do pH e inibição de microrganismos competidores. Considera-se o número de aproximadamente 10^8 bactérias lácticas por grama de material ensilado como suficiente para garantir uma fermentação apropriada à conservação da silagem (Muck, 1988). As bactérias lácticas podem ser homofermentativas, que produzem apenas ácido láctico, ou heterofermentativas, que além do ácido láctico, produzem também ácido acético, etanol e CO_2 . Conseqüentemente, a produção de ácido láctico é maximizada quando a fermentação é dominada pelas bactérias lácticas homofermentativas, fato que pode determinar uma variação no número requerido de bactérias lácticas sobre a forragem para a promoção de uma fermentação eficiente (Tomich *et al.*, 2003).

Entre os microrganismos indesejáveis, o clostrídio é o principal responsável pelo comprometimento da qualidade da silagem. Seu desenvolvimento é favorecido em condições de alta umidade, baixo teor de carboidratos solúveis, baixa população de bactérias ácido-lácticas, alta capacidade tamponante, alta temperatura e elevado pH. Os clostrídeos se subdividem em sacarolíticos e proteolíticos. Os primeiros fermentam carboidratos e ácidos orgânicos, com conseqüente produção de ácido butírico, dióxido de carbono e hidrogênio. E os proteolíticos fermentam aminoácidos, resultando em uma variedade de ácidos orgânicos, dióxido de carbono, amônia e aminas. Silagens com predomínio de fermentação clostridiana possuem pH elevado ($>5,0$), grande produção de ácido butírico ($>0,59\%$ mg) e amônia ($>15,0\%$), o que resulta em redução do consumo animal.

No processo de ensilagem é desejável que o pH seja reduzido a menos de 4,2. Não apenas o valor final do pH é importante, mas também a velocidade com que ocorre a queda do pH (McDonald *et al.*, 1991). Tal evento requer ambiente anaeróbico,

população suficiente de bactérias produtoras de ácido lático e nível adequado de substrato na forma de carboidratos solúveis (Leibensperger e Pitt, 1987; Muck, 1988; McDonald *et al.*, 1991). De modo geral, as silagens de sorgo já nas primeiras 24 horas de fermentação apresentam valores de pH capazes de minimizar a atividade proteolítica das enzimas e bactérias e tendem a estabilizar antes de 10 dias (McDonald *et al.*, 1991; Borges *et al.*, 1997, Brito *et al.*, 2000 e Rocha Jr. *et al.*, 2000b), com valores entre 3,6 e 4,3.

2.2.2. Influência do teor de matéria seca no processo de ensilagem

O teor de matéria seca da forragem no momento da ensilagem é um dos principais determinantes do processo fermentativo e, conseqüentemente, da qualidade da silagem produzida. A ensilagem de forrageiras com baixo teor de matéria seca promove perdas, tanto pela multiplicação de bactérias indesejáveis, como pela produção de efluentes. Bactérias do gênero *Clostridium sp* são mais sensíveis a baixa atividade de água do que as bactérias lácticas e o valor de pH necessário para inibir o desenvolvimento clostridiano varia diretamente com a umidade do material ensilado. Desta forma, materiais com alto teor de umidade requerem níveis excessivamente altos de carboidratos solúveis para garantir rápida queda nos valores de pH. Além disso, mesmo que os níveis de carboidratos solúveis sejam suficientes para promover fermentação láctica, silagens muito úmidas podem ser pouco desejáveis devido ao seu menor consumo voluntário e ao maior custo de transporte. Outra desvantagem da ensilagem de forrageiras com baixo teor de matéria seca é a produção de efluentes, levando a perdas de nutrientes solúveis de alta digestibilidade. O líquido perdido contém açúcares, ácidos orgânicos e outras substâncias importantes para a fermentação (Muck, 1988), causando aumento proporcional nos constituintes da parede

celular (Van Soest, 1994). A produção de efluentes reduz com o aumento do teor de matéria seca, estando ausente quando o teor de matéria seca alcança 30%.

Assim como a alta umidade prejudica a obtenção de silagem de qualidade, altos teores de matéria seca também não são desejáveis. Silagens com teores de matéria seca acima de 45% apresentam dificuldade de compactação e expulsão do oxigênio, levando ao aumento da fase aeróbica no processo de ensilagem, com perdas na qualidade ocasionada pela deterioração por fungos, leveduras e enterobactérias. A presença de oxigênio na massa ensilada gera calor pela oxidação dos carboidratos solúveis, aumentando a formação de produtos de Maillard, incluído o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (Muck, 1988). Além disso, o material mais seco, por ter maior calor específico, sofre maior aumento de temperatura com a mesma quantidade de calor produzida pela fermentação, e por isso as perdas pelo calor são maiores em materiais com menor umidade (Van Soest, 1994). Ocorre também redução da mobilidade da fase aquosa da massa ensilada e os produtos da fermentação se difundem mais lentamente, não ocorrendo redução eficaz do pH para inibir a ação das enzimas da planta, enquanto que próximo às colônias de bactérias, o meio torna-se tão ácido que a fermentação é inibida (Moisio e Heikonen, 1994).

Segundo McDonald *et al.* (1991) as silagens devem apresentar teores de matéria seca superiores a 25% para evitar maiores perdas por efluentes e fermentações indesejáveis. Contudo, silagens de sorgo de boa qualidade podem ser obtidas com teores de matéria seca variando de 20 a 35% (Meeskee *et al.*, 1993, Bernadino *et al.*, 1997, Brito *et al.*, 2000, Rocha Jr. *et al.*, 2000a, Pires *et al.*, 2006).

Existe uma estreita relação entre a extensão de queda de pH necessária para boa

conservação da silagem e o teor de MS da mesma. Quando a forragem apresenta teor de MS superior a 35%, o valor de pH tem menor importância do que em silagens com maior umidade, pois os microrganismos são inibidos pela alta pressão osmótica e ausência de água. Conseqüentemente, as silagens com alto teor de MS podem apresentar-se bem preservadas apesar do pH não estar baixo, o que não se aplica a silagens com baixo teor de MS (Muck, 1988; Van Soest, 1994; Silva, 1997).

2.2.3. Alterações bioquímicas no processo de ensilagem

Carboidratos

A boa preservação do material ensilado depende da produção de ácido láctico para o estabelecimento de um baixo pH. Dessa forma, torna-se necessário o suprimento adequado de açúcares para que a fermentação ácida seja capaz de superar a capacidade tamponante da forragem, representada pelas bases inorgânicas de potássio e cálcio, proteína e aminoácidos livres. Os carboidratos solúveis em água presentes nas plantas representam a fração mais rapidamente digestível do grupo dos carboidratos não estruturais, que são formados pelos açúcares solúveis e carboidratos de reserva (amido). Os carboidratos solúveis são armazenados principalmente nos colmos e consistem primariamente de sacarose, frutose, glicose e pequenas quantidades de manose e galactose. Em sorgos doces estão em torno de 21% na matéria seca, e nos graníferos comuns, este teor varia entre 5 e 6% (Zago, 1991). Bruno *et al.* (1992) obtiveram valores médios de 10,2% de carboidratos solúveis em água na matéria seca do material fresco de cultivares de sorgo forrageiro, sendo que esta concentração permitiu boa fermentação homoláctica e rápida queda do pH. Fatores como clima, variações do fotoperíodo e níveis de fertilização também são apontados como causadores de variações na

concentração de carboidratos solúveis (McDonald *et al.*, 1991). Gourley e Lusk (1977) afirmaram que teores mínimos de 6% a 8% de carboidratos solúveis na MS são requeridos para uma adequada fermentação. Os carboidratos solúveis são rapidamente fermentados pelas bactérias ácido-láticas porque estão prontamente disponíveis. Tem sido sugerido que a taxa de difusão destes componentes, das células intactas para a fase aquosa, após o rompimento celular, é mais importante do que as quantidades absolutas presentes na planta (McDonald *et al.*, 1991). A quantidade de carboidratos solúveis requerida para uma fermentação eficiente depende da quantidade de ácido que será necessária para a redução do pH aos níveis apropriados à conservação, o que varia com a capacidade de tamponamento da forrageira. Desta forma, o conteúdo de carboidratos solúveis não pode ser tomado como parâmetro isolado para determinar a adequação de uma forrageira à ensilagem, mas deve ser associado à sua capacidade de tamponamento (Tomich *et al.*, 2003).

O amido, armazenado principalmente nos grãos, é geralmente estável na ensilagem, já que a maior parte das bactérias ácido lácticas não tem habilidade de fermentá-lo diretamente (McDonald *et al.*, 1991). Desta forma, o aproveitamento do amido depende, inicialmente, de sua degradação em carboidratos solúveis, o que pode ser realizado por outras bactérias, que não as ácido-láticas, ou enzimas da planta (Muck, 1988; Van Soest, 1994).

Em condições de baixo teor de carboidratos solúveis, parte dos carboidratos estruturais, como as hemiceluloses, pode fornecer substrato energético adicional para fermentação, podendo ocorrer consumo de até 40% desta fração durante o processo de ensilagem. A pectina e as hemiceluloses não são degradadas por microrganismos produtores de ácido láctico, mas poderão ser por outras bactérias. As enzimas da planta podem desdobrar hemiceluloses em

pentoses, que servem de fonte extra de energia para as bactérias ácido-láticas (Muck, 1988; Van Soest, 1994). As perdas de hemiceluloses com a ensilagem também são explicadas pela hidrólise ácida de algumas frações destas e não somente pela ação das enzimas (principalmente hemicelulases) das plantas e dos microrganismos (Morrison, 1979). Com a hidrólise ácida, há secreção de pentoses livres, principalmente galactose e arabinose para o meio, sendo convertidas em ácido láctico (Morrison, 1979; McDonald *et al.*, 1991). A celulose e a lignina são relativamente estáveis em silagens (Van Soest, 1994).

Normalmente, os constituintes da parede celular aumentam após o período de armazenamento no silo, e isso se deve ao consumo dos carboidratos solúveis pela microflora e às perdas de matéria seca, através dos efluentes e gases da fermentação (Gourley e Lusk, 1977). Bruno *et al.* (1992) e Gaggiotti *et al.* (1992) observaram essa tendência para os parâmetros de FDN e FDA, ao estudar sorgos forrageiros.

Fração protéica

A planta de sorgo é relativamente pobre em proteína bruta, com teores entre 7 e 10 % na matéria seca, ocorrendo mudanças na composição desta fração durante a ensilagem (Zago, 2001). Nas forragens frescas, o nitrogênio protéico representa 75 a 90% do nitrogênio total, o restante consiste principalmente de aminoácidos livres, peptídeos, aminas, nucleotídeos e nitratos. A quantidade de amônia livre é usualmente inferior a 1% (McDonald *et al.*, 1991). Depois de ensilada, a proteína é rapidamente degradada por enzimas da planta e pela ação de bactérias lácticas, entéricas e por clostrídios (Van Soest, 1994). Silagem de sorgo geralmente contém ao redor de 50% de nitrogênio protéico, dependendo do conteúdo de matéria seca no momento da ensilagem. A outra fração é composta por

peptídeos, aminas e uma fração de nitrogênio amoniacal, que raramente ultrapassa 10% (Wilkinson, 1983).

A quebra dos compostos nitrogenados da silagem pode ocorrer como resultado da solubilização ácida e por ação de enzimas das plantas e das bactérias. De acordo, com McDonald *et al.* (1991) as perdas de proteína bruta geradas pela solubilização ácida em silagens com pH adequado são mínimas, entretanto, transformações consideráveis ocorrem por ação das proteases da planta. A proteólise inicia-se logo após o corte da forrageira, sendo mais extensa nas primeiras 12 a 24 horas do processo fermentativo, fase na qual 40% da proteína pode ser solubilizada na forma de nitrogênio não protéico. O pH ideal para ação das proteases da planta encontra-se entre 5,0 e 6,0 (Oshima e McDonald, 1978). Para prevenir a extensa degradação protéica, é necessário promover rápida queda do pH para 4,0 (Muck, 1988).

A ação das bactérias sobre a proteína da silagem geralmente é associada a fermentações secundárias, que ocorrem em condições de alta umidade e alto poder tampão, dificultando a queda do pH. Nessas silagens a degradação proteolítica por microrganismos indesejáveis envolve o consumo de ácido láctico e acético para produção de ácido butírico e a deaminação de aminoácidos com formação de diaminas, como histamina, cadaverina e putrescina. Desta forma, a degradação proteolítica resulta em perda de energia fermentável e valor nutritivo da silagem, o que irá reduzir o consumo e predispor a saúde do animal a riscos (Van Soest, 1994).

O teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) é uma indicação do grau de degradação dos aminoácidos e conseqüentemente do desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, sendo que em silagens bem preservadas esse valor é inferior a 10% do nitrogênio total (Oshima e McDonald,

1978). Portanto, em silagens bem conservadas, os aminoácidos constituem a maior parte da fração de NNP e a amônia está presente em baixas concentrações (Van Soest, 1994). Muitos pesquisadores consideram a produção de amônia como indicador de proteólise, mas esta é uma concepção errônea, já que ela indica apenas que houve quebra de aminoácidos, sendo possível ocorrer intensa proteólise sem o aumento de nitrogênio amoniacal (McDonald *et al.*, 1991).

Ácidos orgânicos

Vários ácidos orgânicos são produzidos durante a fermentação de silagens (lático, acético, butírico, isobutírico, propiônico, valérico, isovalérico, succínico, fórmico) (McDonald *et al.*, 1991), mas para a avaliação da qualidade do processo fermentativo, os mais comumente utilizados são os ácidos lático, butírico e acético.

A taxa de produção de ácido lático é um fator importante na inibição do crescimento de bactérias indesejáveis, promovendo uma redução de perdas fermentativas. A maior contribuição do ácido lático para a redução do pH da silagem se deve a sua maior constante de dissociação (Kd), sendo responsável pela redução do pH a valores inferiores a 4,2. Sua produção depende tanto da população inicial de bactérias ácido lácticas no material ensilado quanto da disponibilidade de substrato para essas bactérias (McDonald *et al.*, 1991). A quantidade de ácido lático necessária para reduzir o pH inibindo a deterioração do material ensilado altera-se com a capacidade tamponante da forrageira e conteúdo de umidade da silagem. Portanto, não existe um valor de referência de conteúdo desse ácido que reflita a conservação eficiente da forragem, impedindo o estabelecimento desse parâmetro para avaliação do processo fermentativo (Tomich *et al.* 2003).

O teor de ácido butírico reflete a extensão da atividade dos clostrídios sobre a forragem ensilada e está relacionado a menores taxas de decréscimo e maiores valores finais de pH e de nitrogênio amoniacal nas silagens (McDonald *et al.*, 1991). O conteúdo deste ácido é um dos principais indicadores negativos da qualidade do processo fermentativo, correspondendo a perdas acentuadas de matéria seca e energia da forragem original. Além disso, está relacionado positivamente à redução da palatabilidade e consumo da forragem. Em silagens bem preservadas os teores desse ácido são inferiores a 0,3% na MS (Tomich *et al.* 2003).

O teor de ácido acético também está relacionado a menores taxas de decréscimo e maiores valores finais de pH nas silagens. Corresponde à ação prolongada de enterobactérias e bactérias lácticas heterofermentativas e também pode ser produzido por clostrídios. Além de prejudicar a queda do pH, as fermentações deste tipo podem levar a maiores perdas de matéria seca e energia no material ensilado (McDonald *et al.*, 1991). Silagens bem conservadas apresentam valores inferiores a 2,5% na MS de ácido acético (Tomich *et al.* 2003).

O ácido propiônico apresenta pouca importância para a queda do pH da silagem, no entanto, tem recebido atenção pelas suas propriedades antimicóticas em condições de anaerobiose e baixo pH. Sua produção é resultado da fermentação por clostrídias e bactérias ácido propiônicas, sendo essas últimas as principais responsáveis pela sua presença nas silagens (Merry e Davies, 1999).

Quando se utiliza silagem na alimentação animal, é importante considerar a possibilidade de falta de substratos fermentáveis para os microrganismos ruminais, já que houve fermentação prévia no silo. O ácido lático retém alguma energia

fermentável para os microrganismos, enquanto que os ácidos acético, propiônico e butírico representam produtos de excreção da microflora ruminal e não oferecem nenhuma energia fermentável, sendo fonte de energia para o metabolismo aeróbico do animal (Church, 1988).

2.2.3. Classificação das silagens segundo Tomich *et al.* (2003)

Na qualificação do processo fermentativo devem ser considerados as características químicas das silagens, que abrangem os valores de pH, teores de MS, nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total e os ácidos orgânicos. Tomich *et al.* (2003) propõem a qualificação do processo fermentativo das silagens em relação ao pH associado ao conteúdo de matéria seca (Tabela 1.1), ao conteúdo de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT) (Tabela 1.2) e em relação aos conteúdos de ácido butírico e de ácido acético (Tabela 1.3). Para qualificar o processo fermentativo, deve-se somar as pontuações obtidas pela silagem para todos esses parâmetros e relacionar a pontuação total obtida com a proposta de qualificação da fermentação apresentada na Tabela 1.4.

A fermentação com qualificação excelente corresponde àquela que ocorreu com perdas insignificantes de matéria seca e de energia e

manteve a qualidade da fração protéica da forragem original durante a armazenagem. A qualificação de boa fermentação indica perdas mínimas de matéria seca e/ou de energia e/ou pequena alteração na qualidade da fração protéica, sem prejuízo significativo no valor nutritivo da forragem, na sua forma conservada. A qualificação de fermentação regular designa silagens que apresentam alguma perda de matéria seca e/ou de energia e/ou alteração no valor da fração protéica, de forma a comprometer o valor nutritivo da silagem em relação à forragem original. A qualificação de fermentação ruim é apresentada por silagens que tiveram considerável alteração no valor nutritivo da forrageira original, representada por perdas significativas de matéria seca e/ou energia e redução no valor nutritivo da fração protéica, podendo ter o seu consumo comprometido. A qualificação de fermentação péssima corresponde às silagens que apresentaram processo fermentativo totalmente inadequado à conservação da forragem, além de baixo valor nutritivo, provavelmente, uma silagem que não será consumida pelos animais (Tomich *et al.*, 2003).

Tabela 1.1. Qualificação da fermentação da silagem em relação ao valor de pH associado ao conteúdo de matéria seca (MS).

	Valor de pH associado ao conteúdo de MS				Pontuação
	Conteúdo de MS (%)				
	< 20	20 - 30	30 - 40	> 40	
Valor de pH	≤ 4,0	≤ 4,2	≤ 4,4	≤ 4,6	25
	> 4,0 - 4,2	> 4,2 - 4,4	> 4,4 - 4,6	> 4,6 - 4,8	20
	> 4,2 - 4,4	> 4,4 - 4,6	> 4,6 - 4,8	> 4,8 - 5,0	15
	> 4,4 - 4,6	> 4,6 - 4,8	> 4,8 - 5,0	> 5,0 - 5,2	10
	> 4,6 - 4,8	> 4,8 - 5,0	> 5,0 - 5,2	> 5,2 - 5,4	5
	> 4,8	> 5,0	> 5,2	> 5,4	0

(Compilado de Tomich *et al.*, 2003)

Tabela 1.2. Qualificação da fermentação da silagem em relação ao conteúdo de nitrogênio amoniacal sobre o nitrogênio total (N-NH₃/NT).

N-NH ₃ /NT (%)	Pontuação
< 10,0	25
10,0 – 13,0	20
> 13,0 – 17,0	15
> 17,0 – 21,0	10
> 21,0 – 25,0	5
> 25,0	0

(Compilado de Tomich *et al.*, 2003)

Tabela 1.3. Qualificação da silagem em relação aos conteúdos de ácido butírico e de ácido acético.

Conteúdo de ácido butírico (% da MS)	Pontuação
0,0 – 0,1	50
> 0,1 – 0,3	40
> 0,3 – 0,5	30
> 0,5 – 0,7	20
> 0,7 – 0,9	10
> 0,9	0
Conteúdo de ácido acético (% da MS)	Pontuação
≤ 2,5	0
> 2,5 – 4,0	-5
> 4,0 – 5,5	-10
> 5,5 – 7,0	-15
> 7,0 – 8,5	-20
> 8,5	-25

(Compilado de Tomich *et al.*, 2003)

Tabela 1.4. Proposta de qualificação da fermentação das silagens.

Pontuação total	Qualificação
90 – 100	Excelente
70 – 89	Boa
50 – 69	Regular
30 – 49	Ruim
< 30	Péssima

(Compilado de Tomich *et al.*, 2003)

2.3. TANINOS

2.3.1. Considerações gerais

Os taninos são compostos fenólicos de alto peso molecular (500 a 3.000 daltons) e caracterizam-se por possuir efeito inibitório em sistemas biológicos, pela interferência em sistemas enzimáticos ou pela formação de complexos insolúveis com várias substâncias orgânicas, particularmente com as proteínas, tornando-as indisponíveis (Marinho, 1984). Segundo Van Soest (1994)

e Reed (1995), os taninos são quaisquer compostos fenólicos, com alto peso molecular e suficientes grupos hidroxifenólicos para formarem efetivos e fortes complexos com proteínas e outras macromoléculas (celulose, amido, minerais), sob determinadas condições ambientais.

Os taninos têm sido classificados, de acordo com suas estruturas e reatividades a agentes hidrolíticos, em taninos condensados (mistura de polímeros flavonóides) ou taninos hidrolisáveis (presença de

carboidrato central com ligações de ácidos fenólicos carboxílicos). O ácido tânico constitui o exemplo típico dos taninos hidrolisáveis e a sua hidrólise, espontânea ou enzimática, libera glicose e ácido gálico. Os taninos condensados são resistentes a degradação enzimática, sendo constituídos, principalmente, de proantocianidinas, assim chamadas por originarem, sob tratamento ácido, antocianidinas (Strumeyer e Malin, 1975).

A maior parte do tanino presente na planta de sorgo encontra-se no grão, sob a forma de proantocianidinas, estando concentrado na testa da semente. A testa é um tecido altamente pigmentado, localizado logo abaixo do pericarpo, e sua existência é fator determinante da presença de tanino no sorgo. Não há evidência de grandes quantidades de tanino hidrolisável no sorgo (Watterson e Butler, 1983; Magalhães *et al.*, 1997). A presença do tanino no grão de sorgo depende da constituição genética do material, sendo que os genótipos que apresentam os genes dominantes B₁ e B₂ são considerados sorgo com presença de tanino. No passado, era comum a classificação de híbridos de sorgo em grupos com baixo, médio e alto teores de tanino. Atualmente considera-se que o tanino está presente (níveis acima de 0,7%) ou ausente (níveis abaixo de 0,7%) no grão (Magalhães *et al.*, 1997), quando utiliza-se o método Azul da Prússia para quantificar este composto.

Os taninos compreendem metabólitos secundários das plantas superiores, protegendo-as contra predadores naturais (Jean-Blain, 1998). Devido ao fato de não apresentar proteção para as sementes, como a palha de milho ou as glumas do trigo e cevada, a planta de sorgo produz vários compostos fenólicos, os quais servem como uma defesa química contra pássaros, patógenos e outros competidores.

Sob o ponto de vista agrônomico, as principais vantagens do tanino são:

resistência a pássaros, devido ao efeito adstringente; resistência aos fungos causadores da podridão dos grãos; redução na germinação de grãos na panícula e resistência a insetos no período inicial de crescimento do sorgo. Desta forma, o tanino no sorgo tem causado controvérsias uma vez que, apesar de algumas vantagens agrônomicas, ele causa reduções na palatabilidade e digestibilidade, por formar complexos com proteínas (Magalhães, 1997).

2.3.2. Interação tanino-proteína

A habilidade dos taninos em formar complexos fortes com as proteínas é o aspecto mais importante relacionado aos seus efeitos tóxicos e antinutricionais. Quatro tipos de ligações têm sido sugeridos na formação do complexo tanino-proteína: pontes de hidrogênio, ligações iônicas, ligações covalentes e interações hidrofóbicas. Quando pontes de hidrogênio e interações hidrofóbicas participam da formação do complexo, este é reversível. Entretanto a associação é irreversível sob condições em que os polifenóis são oxidados em quinonas, com subsequente condensação com um grupo nucleofílico da proteína (Kumar e Singh, 1984; Reed, 1995).

A especificidade a reação tanino-proteína é função do tamanho, conformação e mudanças da molécula de proteína. Proteínas ricas em prolina têm alta afinidade por taninos, devido à sua conformação aberta e capacidade de formar fortes pontes de hidrogênio (Van Hove e Furstenburg, 1992).

Os efeitos dos taninos condensados na digestão protéica normalmente são mais negativos do que o dos hidrolisáveis, já que estes últimos, apesar da maior capacidade de complexação, são mais susceptíveis à degradação que os primeiros (Marinho, 1984).

Altas concentrações de taninos reduzem a digestibilidade da proteína e dos carboidratos, e conseqüentemente o desempenho animal (Reed, 1995). McLeod (1974) atribuiu as reduções da digestibilidade da fibra e da proteína à inibição as enzimas pelos taninos. Essa inibição pode ser provocada pela formação de complexos substrato-tanino ou enzima-tanino (Marinho, 1984).

O efeito dos taninos sobre os microrganismos ruminais é extremamente variável, sendo alguns altamente susceptíveis e outros resistentes e capazes de degradá-los (Marinho, 1984). Scalbert (1991) identificou três mecanismos de toxicidade do tanino aos microrganismos ruminais: inibição enzimática e de privação de substrato, ação sobre as membranas e de privação de íons metálicos. Os taninos induziriam mudanças morfológicas em várias espécies de bactérias ruminais ao ligarem-se a polímeros da parede celular, sendo identificada redução na divisão e crescimento celular de *Streptococcus bovis* e *Butyrvibrio fibrisolvens* (Reed, 1995). Marinho (1984) sugeriu que a parede celular constituiria o principal alvo da ação dos taninos e que as bactérias gram negativas seriam menos susceptíveis em relação às gram positivas.

2.3.3. Efeitos do tanino sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca

Cummins (1971) estudou a influência do teor de taninos sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca de híbridos de sorgo granífero de alto e baixo tanino, verificando que o efeito depressivo dos taninos nos grãos diminuiu com o processo de ensilagem, mas nas outras partes da planta esse efeito não foi significativo. Segundo Nogueira (1995) esse resultado poderia ser explicado pela diferente constituição os taninos presentes nas folhas e colmos (leucoantocianidinas) nos grãos (proantocianidinas). Borges (1995),

avaliando híbridos de sorgo forrageiro com alta e baixa concentração de taninos, observou redução significativa dos teores desses compostos com a ensilagem, sendo esse efeito mais pronunciado nos híbridos com alto teor de taninos. Entretanto, a autora não encontrou aumento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca com a redução do teor de taninos. Nogueira (1995), estudando silagens de sorgo granífero, também encontrou redução nos teores de taninos com a ensilagem, sem, contudo, ocorrer aumento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Diversos autores (Strumeyer e Malin, 1975; Kumar e Singh, 1984; Marinho, 1984; Malossini *et al.*, 1988) observaram alta correlação negativa entre os teores de taninos e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Entretanto, Borges (1995) não observou diferença na digestibilidade *in vitro* da matéria seca entre híbridos com alto e baixo teor de tanino.

2.4. DIGESTIBILIDADE *IN VITRO* DE SILAGENS DE SORGO

A digestibilidade das forrageiras é um importante parâmetro que determina qual é o aproveitamento dos nutrientes, devendo ser considerado na formulação de dietas para ruminantes. A determinação deste parâmetro utilizando técnicas *in vivo*, apesar de ser mais precisa em prever o valor nutricional dos alimentos, é extremamente laboriosa e tem elevado custo, pois requer o uso de animais, grande quantidade de alimento e mão de obra, sendo, portanto, incompatível com uma grande escala de análises. Desta forma, as limitações dos ensaios *in vivo* levaram ao desenvolvimento de técnicas biológicas e químicas para estimar a digestibilidade dos alimentos.

As técnicas *in vitro* utilizam microrganismos e/ou enzimas que reproduzam as condições do trato digestivo dos ruminantes e, pela simplicidade de execução, baixo custo, acurácia e alta correlação com dados obtidos

in vivo, têm se tornado cada vez mais populares (Williams, 2000).

O primeiro relato da determinação da digestibilidade de alimentos utilizando-se a incubação em conteúdo ruminal é datado de 1919 por Waenting e Gierisch, sendo os resultados muito aquém dos valores obtidos pelas técnicas *in vivo*. O maior avanço da técnica de digestibilidade *in vitro* ocorreu quando McDougall (1948) descreveu a composição da saliva de ovinos e desenvolveu o sistema de tamponamento, que simula a saliva, até hoje utilizado em sistema de incubação em conteúdo ruminal.

Em 1963, Tilley e Terry desenvolveram a técnica de dois estágios, que apresenta duas fases distintas, sendo uma biológica (incubação com inóculo ruminal em solução tampão) e outra química (digestão pela pepsina em meio ácido), ambas em sistema fechado.

Devido à necessidade de uma técnica mais rápida e precisa para a análise de rotina de forrageiras, a técnica de Tilley e Terry (1963) sofreu algumas modificações.

Holden (1999) adaptou a técnica de dois estágios para um simulador de rúmen Daisy^{II} Ankon[®], que permite a avaliação simultânea de grande número de amostras. Segundo este autor e Mabeesh *et al.* (2000), o simulador de rúmen Daisy^{II} Ankon[®] estima com acurácia os valores de digestibilidade *in vitro* da MS em comparação ao método tradicional e de referência proposto por Tilley e Terry (1963), sendo menos laborioso e mais rápido.

Existem fontes de variação na técnica de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, como fatores relacionados ao preparo das amostras e do líquido ruminal, porosidade dos saquinhos, manutenção da anaerobiose, mistura de tampões, pH e temperatura (Holden, 1999; Mabeesh, 2000).

Durante o preparo da amostra a temperatura de secagem pode influenciar a degradabilidade da matéria seca, sendo que acima de 60% ocorre redução de até 17% da degradabilidade (Weiss, 1994). O tamanho da partícula e a homogeneização da amostra influencia de forma marcante os resultados obtidos, principalmente em forrageiras como o sorgo, pela diferença na densidade e valor nutritivo das partes da planta (colmo, folhas e panícula), sendo recomendado a moagem a 1 mm para reduzir estas variações (Faria Jr., 2008).

A principal fonte de variação em ensaios de digestibilidade *in vitro* que visam simular o ambiente ruminal é a qualidade do inóculo ruminal (Rymer *et al.*, 1999). Existe uma dificuldade de amostragem significativa e representativa das partes sólida e líquida presentes nos diferentes compartimentos do rúmen. As bactérias celulolíticas tendem a permanecer aderidas na fase sólida, e estas são fundamentais para degradação de materiais fibrosos. Além disso, a população microbiana presente no rúmen e no líquido ruminal varia de acordo com o manejo nutricional e espécie do doador (Bueno *et al.*, 2005; Pell e Schofiel, 1993; Cone *et al.*, 1996).

A manutenção da anaerobiose é determinante na manutenção da atividade dos microrganismos ruminantes. Em ambientes onde a anaerobiose não é mantida existe uma redução de bactérias e protozoários ciliados no líquido ruminal (Coleman, 1985). A maioria dos meios fazem o uso do CO₂ como agente redutor e o bicarbonato e o fosfato para neutralizar os ácidos da fermentação, mantendo o pH entre 6,8 e 7,0. O fluxo contínuo de CO₂ durante a preparação do meio e do inóculo é fundamental para manter a viabilidade dos microrganismos. Variações de temperatura também levam a decréscimos na atividade e número de microrganismos viáveis no inóculo ruminal devendo ser mantida entre 38,5 °C a 39,5°C.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERNADINO, M. L. A., RODRIGUEZ, N. M., SANTANA, A. A. C. et al. Silagem de sorgo de porte médio com diferentes teores de tanino e suculência no colmo. I. Nitrogênio amoniacal, pH e perdas de matéria seca. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.49, n.2, p.213-223, 1997.

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*. 1995. 104p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.

BORGES, A. L. C. C., GONÇALVES, L. C., RODRIGUEZ, N. M., et al. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores e umidade no colmo. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.49, n.4, p.441-452, 1997.

BRITO, A. F., GONÇALVES, L. C., RODRIGUES, J. A. S. et al. Avaliação da silagem de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) II. Padrão de fermentação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.52, n.4, p.491-497. 2000.

BRUNO, O. A., ROMERO, L. A., GAGGIOTTI, M. C. et al. Cultivares de sorgo forrajeros para silaje. 1. Rendimento de matéria seca y valor nutritivo da La planta. *Rev. Argent. Prod. Anim.*, v.12, n.2, p.157-162, 1992.

BUENO, I. C. S., CABRAL FILHO, S. L. S., GOBBO, S. P. et al. Influence of inoculum source in a gas production method. *Anim. Feed Sci. Technol.* 124-124, 95-105, 2005.

CARVALHO, D. D., ANDRADE, J. B., BIONDI, P. et al. Estádio de maturação na produção e qualidade do sorgo. I. Produção

de matéria seca e de proteína bruta. *Bol. Ind. Anim.*, v.49, n.2, p.91-99, 1992

CEPEA. PIB do Agronegócio 1994 a 2008. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>>. Acesso em: 30 de Junho de 2009.

CHURCH, D. C. The ruminant animal digestive physiology and nutrition. Prentice Hall: New Jersey, 1988, 564p.

COLEMAN, G. S. Possible cause of the high death rate of ciliated protozoa in the rumen. *J. Agric. Sci. Camb.*, v.105, p.39-43, 1985.

CONE, J. W., VAN GELDER, A. H., VISSCHER, G. J. W. et al. Influence of rumen fluid and substrate concentration on fermentation kinetics measured with a fully automated time related gas production apparatus. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.61, p. 13-128, 1996.

CORRÊA, C. E. S. *Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo (Sorghum bicolor L.) em diferentes estádios de maturação*. 1996, 121p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.

CUMMINS, D. G. Relationships between tannin content and forage digestibility in sorghum. *Agronomy J.* v.63, n.3, p.500-502, 1971.

CUMMINS, D. G., DOBSON JR, J. W. Digestibility of bloom and bloomless sorghum leaves as determined by a modified *in vitro* technique. *Agronomy J.* v.64, n.5, p.682-683, 1972.

DEMARCHI, J.J.A.A., BOIN, C., BRAUN, G. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagens de alta qualidade. *Zootecnia*, Nova Odessa v.33, n.3, p.111-136, 1995.

- DOGGET, H. Sorghum. Longmans Green and Co, Ltd. London, 1970
- ELFERINK, S.J.W.H.O., DRIEHUIS, F., GOTTSCHAL, J.C., SPOELSTRA, S.F. Silage fermentation processes and their manipulation. IN: FAO – DAIRYNG IN SOUTHWEST PACIFIC: ELETRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, 1999. *Anais...* 1999. CD-ROM
- FARIA JÚNIOR, W. G. Avaliação agronômica e nutricional do híbrido de sorgo BRS 610 [Sorghum bicolor (L.) Moench] em oito idades de corte. 2008. 91p. *Dissertação* (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte.
- GAGGIOTTI, M.C., ROMERO, L. A., BRUNO, O. A., QUAINO, O. R. Cultivares de sorgo forrajero pra silaje. II. Características fermentativas y nutritivas de las silajes. *Rev. Argent. Prod. Anim.*, v.12, n.2,p.163-167, 1992
- GOURLEY, L. M., LUSK, J. W. Sorghum silage quality as affected by soluble carbohydrate, tannins and other factors. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 32., 1977, Mississipi. *Proceedings...* Mississipi: Mississipi State Univertsity. 1977. p. 157-170.
- HOLDEN, L. A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. *J. Dairy Sci.*, v.82, n.8, p.1791-1794, 1999.
- IBGE. Confronto das Safras de 2006 e 2007 – Brasil. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 30de Junho de 2009.
- JEAN-BLAIN, C. aspects nutritinnals et toxicologiques des tannins. *Revue Médecine Vétérinaire.*, v.49, n.10, p.911-920, 1998.
- KUMAR, R. SINGH, M. Tannins: their adverse hole in ruminant nutrition. *J. Agricultural and Food Chemistry*. V.32, n.3, p.447-453, 1984.
- LEIBENSPERGER, R. Y., PITT, R. E. A model of clostridial dominance in ensilage. *Grass Forage Sci.*, v.42, n.3, p.297-317, 1987.
- MABJEESH, S. J., COHEN, M., ARIELL, A. In vitro methods for measuring the dry matter digestibility of ruminants feedstuffs: comparison of methods and inoculum source. *J. Dairy Sci*. Champaign, 83(10): 2289-2294, 2000
- MAGALHÃES, P. C., RODRIGUES, W. A., DURÃES, F. O. M. *Tanino no grão de sorgo: bases fisiológicas e métodos de determinação*. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1997. 26p. (Circular Técnica 27).
- MALLOSSINI, F., PACE, V., SETTINERI, D. Effetto dei tannini e delle frazioni fibrose sulla digeribilità della granella di sorgo. *Zootecnia e Nutrizione Animale*, v.14, n.3, p.199-206, 1988.
- MARINHO, A. A. M. Influência dos taninos no comportamento dos microrganismos e suas implicações nas transformações microbianas no trato gastrointestinal dos ruminantes. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*. V.79, n.469, p.5-21, 1984
- McDonald, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. *The biochemistry of silage*. 2 ed. Marlow: Chalcombe Publicatios, 1991. 340 p.
- McDOUGALL, E. J. Studies on ruminat saliva. 1. The composition and output of sheep's saliva. *Biochem. J.*, v. 43, p.99-109. 1948
- McLEOD, M. N. Plant tannins – their role in forage quality. *Nutrition Abstracts and Rewies*. v.44, n.11, p.803-815, 1974.

- MEESKE, R.; A. ASHBELL, G.; WEINBERG, Z. G. et al. Ensiling forage sorghum at two stages of maturity with the addition of lactic acid bacterial inoculants. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.43, n.3-4, p. 165-175, 1993.
- MERRY, R. J., DAVIES, D. R. Propionibacteria and their role in the biological control of aerobic spoilage in silage. *Lait.*, v.79, n.1, p.149-164, 1999
- MOISIO, T., HEIKONEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.47, p.107-124, 1994.
- MORRISON, I. M. Changes in the cell wall components of laboratory silages and the effect of various additives on these changes. *J. Agric. Sci.*, v.93, n.3, p.581-586, 1979
- MUCK, R. E. Factors influencing silage quality and their implications for management. *J. Dairy Sci.*, v.71, n.11, p.2992-3002, 1988.
- NOGUEIRA, F. A. S. *Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com e sem teores de tanino e de colmo seco e succulento, e seus padrões de fermentação em condições de laboratório.* 1995, 34 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.
- NUSSIO, L. G. Produção de silagem de sorgo. IN: MANEJO CULTURAL DO SORGO PARA FORRAGEM. *Circular técnica, EMBRAPA-CNCPS*, n.17, p.53-55, 1992.
- OLIVEIRA, M. A., REIS, R. B., PEREIRA, L. G. R., et al. Efeito da parbolização sobre a degradação ruminal do farelo e da casca de arroz avaliada pela técnica in vitro semi-automática de produção de gases In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. *Anais...* Recife: SBZ, 2002 (CD-ROOM).
- OSHIMA, M., McDONALD, P. A review of changes in nitrogenous compounds in herbage during ensiling. *J. Sci. Food Agric.*, v.29, p.497-505, 1978.
- PEDREIRA, M. S.; REIS, R. A.; BERTI, T. T. et al. Características agronômicas e composição química de oito híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, n.5, 2003
- PELL, A. N., SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion in vitro. *J. Dairy Sci.* v.76, p.1063-1073, 1993.
- PEREIRA, O.G., OBEID, J. A., GOMIDE, J. A. et al. Produtividade de uma variedade de milho (*Zea mays* L.) e de três variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e o valor nutritivo de suas silagens. *Rev. Bras. Zootec.*, v.22, n.1, p.31-38, 1993.
- PIRES, D. A. A.; GUIMARAES JR., R., JAYME, D. G. et al. Qualidade e valor nutritivo das silagens de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) colhidos em diferentes estádios de maturação. *Rev. Bras. Milho e Sorgo*, v.5, n.2, p.241-256, 2006
- REED, J. D. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. *J. Ani. Sci.*, v.73, n.5, p. 1516-1528, 1995.
- ROCHA JR., V. R., GONÇALVES, L. C., RODRIGUES, J. A. S. et al. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. I. Características agronômicas. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.52, n.5, p.506-511, 2000a.
- ROCHA JR., V. R., GONÇALVES, L. C., RODRIGUES, J. A. S. et al. Avaliação de

- sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. II. Padrão de fermentação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.52, n.5, p.512-520, 2000b.
- RUSSEL, R. W., LOLLEY, J.R. Deactivation of tannin in high tannin milo by treatment with urea. *J. Dairy Sci.*, v.72, n.9, p.2127-2730, 1989.
- RYMER, C., HUNTINGTON, J.A., GIVENS, D. I. Effects of inoculum preparation method and concentration method of inoculation and pre-soaking the substrate on the gas production profile of high temperature dried grass. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v. 78, p.199-213. 1999.
- SCALBERT, A. Antimicrobial properties of tannins. *Phytochemistry*, v.30, p.387,1991.
- SILVA, F. F. Qualidade de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo+folha/panícula. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1997. 94p. *Dissertação* (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.
- STRUMEYER, D. H., MALIN, M. J. Condensed tannins in grain sorghum: isolation, fractionation, and characterization. *J. Agric. Food Chem.*, v.23, n.5, p.909-914, 1975.
- TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C. et al. Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: Documento n.57, Embrapa Pantanal, 2003.
- TONANI, F. L. Valor nutritivo das silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em diferentes estádios de maturação de grãos. Viçosa: UFV, 1995, 56p. *Dissertação* (Mestrado em Zootecnia).
- VALENTE, J. O. Introdução. In: MANEJO CULTURAL DO SORGO PARA FORRAGEM. *Circular técnica 17*. Embrapa Milho e Sorgo, p. 5-7, 1992.
- VAN HOVEN, W., FURSTENBURG, D. The use of purified condensed tannin as a referente in determining its influence on rumen fermentation. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v.101, n.2, p.381-385, 1992.
- VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2 ed. Ithaca. New York: Cornell University Press. 1994. 476p.
- VEIGA, A. C. Aspectos econômicos da cultura do sorgo. *Informe Agropecuário*, n.114, p.3-5, 1986
- VIANA, A. C., RIBAS, P. M., MIRANDA, J. E.C. Manejo cultural do sorgo forrageiro. In: CRUZ, J.C., PEREIRA FILHO, I. A., RODRIGUES, J. A. S. et al. *Produção e utilização de silagem de milho e sorgo*. Embrapa Milho e Sorgo Sete Lagoas, MG, 2001, p.263-287.
- VILELA, O. *O sistema de consorciação de forragem*. Coronel Pacheco, Embrapa – CNPGL, 1985. 15p. (Boletim de Pesquisa, 11).
- WATTERSON, J.J., BUTLER, L.G. Occurrence of an unusual leucoanthocyanidin and absence of proanthocyanidins in sorghum leaves. *J. Agric. Food Chem.*, v.31, n.1, p.41-45, 1983.
- WEISS, W. P. Estimation of digestibility of forages by laboratory methods. In: FAHEY JR., G. C., COLLINS, M., MERTENS, D. R. et al. *Forage quality, evaluation and utilization*. Nebraska: American Soc. Agronomy, 1994. Cap.16, p.644-681.
- WILKINSON, J. M. Silages made from tropical and temperate crops. 1. The ensiling

process and its influence on feed value. *World Anim. Rev.*, v.45, n.46, p.36-42, 1983.

WILLIAMS, B. A. Cumulative gás-production techniques for forage evaluation. In: GIVENS, D. I., OWEN, E., OMED, H. M. et al. (eds). *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. Wallingford: CAB International. 2000. 475 p.

ZAGO, C. P. Cultura do 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. Silagem de sorgo de alto valor nutritivo. In: CRUZ, J. C., PEREIRA FILHO, I. A. RODRIGUES, J. A. S., FERREIRA, J. J. *Produção e utilização de silagem de milho e sorgo*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2001. p.519-544.

CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DOS HÍBRIDOS DE SORGO BRS 610, BR 700 E BRS 655 EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

RESUMO: Avaliou-se o número de plantas por hectare (estande), a altura, as proporções de folha, colmo e panícula na matéria na matéria seca da planta e as produções de matéria verde (PMV), de matéria seca (PMS) e de matéria seca digestível (PMSD), em toneladas por hectare, de três híbridos de sorgo (BRS 610, BR 700 e BRS 655) colhidos em três estádios de maturação dos grãos (leitoso, pastoso e farináceo). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em arranjo fatorial 3 x 3 (híbridos x estádios de maturação), com quatro repetições por tratamento, sendo as médias comparadas pelo teste SNK ($P < 0,05$). O estande variou de 73 a 105 mil plantas ha^{-1} e o BRS 655 apresentou menor estande que os demais híbridos no primeiro e no terceiro cortes. O BR 700 apresentou o menor porte em todos os estádios de maturação, sendo o BRS 610 e o BRS 655 com alturas semelhantes. A proporção folhas:colmo:panícula nos estádios leitoso, pastoso e farináceo, respectivamente, foram: 21:54:25, 18:45:37 e 18:39:43 para o BRS 610; 22:48:30, 22:37:41 e 16:34:50 para o BR 700; e 16:57:27, 16:49:35 e 15:41:44 para o BRS 655. O BR 700 apresentou menor porcentagem de colmo que os demais híbridos em todos os cortes e maior porcentagem de panícula nos estádios pastoso e farináceo. As produções de matéria verde (PMV) foram influenciadas pelos estádios de maturação, com variação de 31,10 a 68,71 t MV ha^{-1} . A PMS e a PMSD apresentaram valores de 11,65 a 17,70 t ha^{-1} e 6,52 a 9,84 t ha^{-1} , respectivamente, e não variaram entre estádios de maturação para os híbridos BR 700 e BRS 655. O BRS 610 apresentou maior produtividade que os demais no estádio leitoso, entretanto nos cortes posteriores todos os híbridos apresentaram PMS e PMSD semelhantes.

Palavras-chave: colmo, folha, momento de colheita, panícula, produção.

CHAPTER II: AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF THE HYBRIDS OF SORGHUM BRS 610, BR 700 E BRS 655 IN THREE STAGES OF MATURATION

ABSTRACT: The stand, the height, the percentage of stem, leaves and panicles, and productions of green matter (PGM), dry matter (PDM) and digestible dry matter (PDDM), in tons per hectare, of three hybrids of sorghum (BRS-610, BR-700 and BRS-655) harvested at three grain maturation stages (milk, soft dough and floury) were evaluated. A complete randomized design was used in a factorial arrangement 3 x 3 (hybrids x maturation stages), with four repetitions per treatment, and the means were compared by SNK test ($P < 0.05$). The stand varied from 73 to 105 thousand plants per hectare and the BRS 655 presented lower stand than the others hybrids at the first and third cuts. The BR 700 had the smallest size at all maturation stages, and the BRS 610 and BRS 655 had the same height. The proportion leaves:stem:panicle at milk, soft dough and floury stages were, respectively: 21:54:25, 18:45:37 e 18:39:43 for BRS 610; 22:48:30, 22:37:41 e 16:34:50 for BR 700; e 16:57:27, 16:49:35 e 15:41:44 for BRS 655. The BR 700 presented lower percentage of stem than the other hybrids at all cuts and highest percentage of panicle at soft dough and floury stages. The PGM were affected by the maturation stages, with variation from 31.10 to 68.71 t GM ha^{-1} . The PDM and PDDM varied from 11.65 to 17.70 t ha^{-1} and from 6.52 to 9.84 t ha^{-1} , respectively, and didn't change between maturation stages for the hybrids BR 700 and BRS 655. The BRS 610 presented highest productions of green and dry matter than the others at milk stage, but at later cuts all the hybrids had similar PDM and PDDM.

Key Words: leaf, moment of harvest, panicle, production, stem.

1. INTRODUÇÃO

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) vem sendo largamente utilizado na alimentação animal sob diversas formas em todo o mundo. Os grãos são consumidos por monogástricos e ruminantes, além do uso na alimentação humana. A planta inteira é utilizada sob a forma de silagem ou corte verde, contribuindo para minimizar os problemas decorrentes da estacionalidade de produção de forragem no Brasil.

O uso de sorgo para silagem começou com a introdução de variedades de porte alto, com alta produtividade de massa e, normalmente, com altos teores de açúcar. O desenvolvimento de sistemas de macho esterilidade no sorgo permitiu a síntese de híbridos comerciais graníferos de porte baixo e híbridos mais apropriados para produção de silagem de alto valor nutritivo, com alta produtividade de forragem (Zago, 1991).

Programas de melhoramento de forrageiras para produção de silagem têm como objetivo determinar características herdáveis da forrageira que estejam relacionadas com o processo fermentativo anaeróbico, além de características relacionadas com a digestibilidade, consumo e desempenho dos animais. Os programas de melhoramento genético para seleção de cultivares de sorgo destinados à produção de silagem adotam como critérios: a produtividade da planta, altura, produção de grãos, relação colmo/folha/panícula, resistência a pragas e doenças, tolerância a seca, entre outras.

A produção de matéria seca por hectare de uma forrageira destinada à produção de silagem é uma característica importante a ser considerada na avaliação econômica do sistema de produção de volumosos.

Híbridos de sorgo de porte alto geralmente apresentam maior produção de matéria verde e de matéria seca. Entretanto, a altura correlaciona-se positivamente com a porcentagem de colmo na planta, que se torna mais susceptível ao acamamento e apresenta menor valor nutritivo.

Na tentativa de aliar boa produtividade de matéria seca a um bom valor nutritivo, tem-se procurado desenvolver híbridos de sorgo que tenham bom equilíbrio entre colmo, folha e panícula. A proporção de grãos na planta, além de contribuir significativamente para o maior valor nutritivo da silagem, também contribui para o aumento do teor de matéria seca, à medida que os grãos são formados, já que a taxa de secagem dos mesmos é maior que a da fração vegetativa.

É importante conhecer se os ganhos pela maior participação da panícula na planta são maiores que as perdas simultâneas, resultantes da redução da digestibilidade da parede celular com o avanço do estágio de maturação. Para se estabelecer o momento ideal de corte para ensilagem, uma característica importante é o ponto de máximo acúmulo de matéria seca digestível, o qual considera não somente a produção, mas também a digestibilidade da matéria seca da planta total.

O objetivo deste experimento foi avaliar as características agrônomicas dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação dos grãos (leitoso, pastoso e farináceo).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Considerações gerais

O experimento foi conduzido na EMBRAPA Milho e Sorgo, localizada no

município de Sete Lagoas – MG, no ano agrícola 2006/2007. Foram avaliados três híbridos de sorgo (BRS 610, BR 700 e BRS 655) em três idades de corte com diferentes estádios de maturação dos grãos: leitoso, pastoso e farináceo.

O material foi semeado em canteiros, constituídos por 4 fileiras com 5 metros de comprimento e 70 centímetros de espaçamento entre linhas. Para cada híbrido foram utilizados 4 canteiros por estágio de maturação, sendo o corte realizado nas duas linhas centrais, descartando-se dois metros nas extremidades dos canteiros.

A semeadura foi realizada em 9 de dezembro de 2006, utilizando-se 350 kg ha⁻¹ da fórmula do adubo N-P-K 08-28-16 e realizou-se adubação de cobertura com 100 kg ha⁻¹ de uréia, de acordo com as análises de solo. Foi utilizado o herbicida Atrazina para controle de plantas invasoras como gramíneas e dicotiledôneas anuais.

Para determinação dos estádios de maturação, avaliaram-se os grãos localizados no meio da panícula, sendo os cortes de cada híbrido realizados de acordo com a Tabela 2.1.

Tabela 2.1. Idades de corte (dias após o plantio) dos híbridos de sorgo em cada estágio de maturação avaliado

Híbridos	Estádio de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	100 dias	108 dias	114 dias
BR 700	100 dias	108 dias	114 dias
BRS 655	94 dias	100 dias	108 dias

2.2 Descrição dos híbridos

Os híbridos utilizados no experimento pertencem ao programa de melhoramento genético do Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo da EMBRAPA.

O BRS 610, obtido do cruzamento dos materiais CMSXS 232 A x CMSXS 234 R, é um híbrido de porte alto, colmo seco, panícula semi-aberta, grãos vermelhos, endosperma semiduro e sem tanino. Destaca-se pela resistência à helmintosporiose e ao acamamento

O BR 700 é um híbrido de porte alto, colmo seco, panícula semi-aberta, grãos de coloração castanha, endosperma semiduro, com tanino. É um material resistente ao acamamento, com a alta sanidade de folhas e de grãos e apresenta resistência a cercosporiose, helmintosporiose e mancha zonada.

O BRS 655, obtido do cruzamento dos materiais CMSXS 222 A x CMSXS 235 R, é um híbrido de porte alto, colmo seco, panícula semi-aberta, grãos marrons, endosperma semiduro, com tanino. Outras características importantes são a resistência ao acamamento, a alta sanidade foliar e a resistência ao míldio (*Peronosclerospora sorghi*).

2.3 Procedimento experimental

Foram avaliadas as seguintes características agrônômicas: estande de plantas, altura das plantas, participação de colmo, folhas e panícula na matéria seca da planta e produtividade de matéria verde, de matéria seca e de matéria seca digestível.

O estande de plantas foi obtido através da contagem das plantas presentes na área útil de cada parcela. Esse dado foi convertido

em mil plantas por hectare através da multiplicação pelo fator de conversão 1,43 = [10/(2 linhas * 5 m * 0,7 m de espaçamento entre linhas)]. A altura das plantas foi determinada através da medida do nível do solo à extremidade superior da panícula, em 20% das plantas de cada parcela.

As plantas existentes em cada canteiro foram cortadas manualmente, rente ao solo, e todo o material foi pesado, sendo o resultado utilizado para cálculo de produção de matéria verde e de matéria seca. Para estimativa da produção por hectare multiplicou-se a produção do canteiro pelo fator de conversão 1,43. Desse material, dez plantas foram fracionadas e suas partes pesadas, para determinação da proporção de colmo, folha e panícula. Amostras da planta inteira e de suas frações foram picadas em picadeira estacionária, homogeneizadas, amostradas em sacos plásticos e identificadas. Essas amostras foram imediatamente transportadas para o Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG, onde foram submetidas à pesagem e pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Após esse período, o material retirado da estufa foi deixado à temperatura ambiente por 2 horas para estabilização do peso e então se determinou a porcentagem de matéria pré-seca. As amostras pré-secas foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 1 milímetro (30 mesh), e armazenadas em recipientes de polietileno. Determinou-se então o teor de matéria seca em estufa à 105°C (AOAC, 2000). Os resultados obtidos foram utilizados para avaliação da produção de matéria seca e contribuição das frações folha, colmo e panícula na matéria seca da planta de sorgo. As amostras da planta inteira foram submetidas à análise de digestibilidade *in vitro* da matéria seca, segundo procedimento descrito por Tilley e Terry (1963), adaptado por Holden (1990), para

determinação da produção de matéria seca digestível por hectare.

2.4 Procedimento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em desenho fatorial 3x3, sendo três híbridos e três estádios de maturação (idades de corte) e quatro canteiros (repetições), utilizando-se o seguinte esquema de análise de variância:

Fontes de variação	Graus de liberdade
Total	35
Híbridos (H)	2
Estádios de maturação (E)	2
H x E	4
Erro	27

Modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + H_i + C_j + (H*C)_{ij} + e_{ij}$$

em que,

Y_{ij} = observação da variável resposta do híbrido “i” no estádio de maturação “j”

μ = média geral

H_i = efeito do híbrido; i= BRS 610, BR 700 e BRS 655

C_j = efeito do estádio de maturação; j= leitoso, pastoso e farináceo

$(H*C)_{ij}$ = efeito da interação híbrido x estádio de maturação

e_{ij} = erro aleatório do híbrido “i” no estádio de maturação “j”

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote estatístico SAEG (2007) e as médias comparadas pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Número de plantas por hectare

Na Tabela 2.2 encontra-se o estande (número de plantas colhidas, convertido em mil plantas por hectare) dos híbridos BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação dos grãos: leitoso, pastoso e farináceo. O estande não variou com o avanço da maturidade das plantas para todos os híbridos. Entre híbridos, o BRS 610 e o BR 700 apresentaram valores semelhantes entre si e superiores ao encontrado para o BRS 655 no estádio leitoso. No estádio pastoso todos os híbridos foram semelhantes entre si. Já no estádio farináceo o BRS 610 e o BRS 655 apresentaram o maior e o menor estande, respectivamente. A menor população de plantas apresentada pelo BRS 655 em relação aos demais poderia ser explicada pelo valor cultural da semente ou menor capacidade de adaptação, mas não é possível estabelecer uma causa conclusiva. Entretanto, todos os híbridos apresentaram densidades de plantas abaixo das recomendadas pela Embrapa, de 120 mil plantas/ha para o BRS 610 (Rodrigues *et al.*, 2004), 140 a 170 mil plantas/ha para o BR 700 (Embrapa, 2009) e 120 mil plantas/ha para o BRS 655 (Rodrigues *et al.*, 2008). Os valores obtidos para os híbridos estudados foram muito inferiores ao valor médio encontrado por Faria Júnior

(2008) de 155 mil plantas/ha para o BRS 610, colhido em oito estádios de maturação, ao obtido por Ferreira (2005) de 161 mil plantas/ha para o mesmo híbrido colhido no estádio leitoso-pastoso e ao encontrado por Pinho *et al.* (2006) de 127,6 mil plantas/ha para híbridos de sorgo forrageiro. Entretanto, os números de plantas encontrados foram semelhantes aos obtidos por Araújo (2002), de 95 mil plantas/ha e por Molina (2000), de 98 mil plantas/ha para o BR 700. As variações encontradas na literatura e no presente estudo podem ser explicadas pelas diferenças nos tratos culturais e nas condições edafoclimáticas das regiões e épocas de cultivo.

Altura

Na tabela 2.3 está descrita a altura das plantas, em metros, dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação dos grãos (leitoso, pastoso e farináceo). A altura das plantas manteve-se constante entre os períodos de colheita para todos os híbridos. Em todos os cortes o BR 700 apresentou menor porte que os demais, que foram semelhantes entre si. As alturas descritas pela Embrapa para os híbridos estudados são de 2,5 m para o BRS 610 e BRS 655 (Rodrigues *et al.*, 2004 e Rodrigues *et al.*, 2008) e 2,2 a 2,5 m para o BR 700 (Embrapa, 2009), sendo os mesmos classificados como forrageiros.

Tabela 2.2. Estande (mil plantas por hectare) dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	99,03 ^{Aa}	99,39 ^{Aa}	104,75 ^{Aa}
BR 700	96,17 ^{Aa}	94,38 ^{Aa}	89,02 ^{Ba}
BRS 655	75,08 ^{Ba}	88,66 ^{Aa}	72,93 ^{Ca}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 11,84%

Tabela 2.3. Altura das plantas (metros) dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	2,24 ^A	2,26 ^A	2,20 ^A
BR 700	2,05 ^B	2,10 ^B	1,94 ^B
BRS 655	2,34 ^A	2,33 ^A	2,32 ^A
Média	2,21	2,23	2,15

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna (entre híbridos) e minúsculas na linha (entre estádios de maturação) diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK; CV= 5,00%

Faria Júnior (2008) obteve altura média de 2,43 m para o BRS 610, avaliado em oito idades de corte. Pinho *et al.* (2006), avaliando diferentes categorias de sorgo, obteve alturas de 1,46; 1,79 e 2,66 metros para híbridos de sorgo granífero, de duplo-propósito e forrageiro, respectivamente. As alturas observadas para o BR 700 foram superiores aos valores obtidos por Molina (2000) e Araújo (2006) de 1,80 metro.

Porcentagens de folha, colmo e panícula

Na Tabela 2.4 encontram-se as porcentagens de folha, colmo e panícula, com base na matéria seca, dos híbridos BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três idades de corte. Estas frações comportaram-se de modo diferente com o avanço do estágio de maturação da planta e entre híbridos.

Folha

Para a fração folhas foram encontrados valores entre 15,99 % e 22,11 %, sendo que não houve variação com o estágio de maturação para os híbridos BRS 610 e BRS 655. Já para o BR 700, o estágio farináceo apresentou redução desta fração em relação aos outros cortes. Corrêa (1996) observou queda gradativa da porcentagem de folhas com o avanço do estágio de maturação para dois híbridos de porte médio, o que era esperado pelo autor em virtude do aumento

da participação das panículas. Faria Júnior (2008) encontrou redução significativa e progressiva da fração folhas do BRS 610, variando de 27,2 % (enchimento de grãos) a 8,65 % (grãos secos). Além do efeito diluidor da panícula, a perda de folhas mortas também pode ter colaborado para a redução na porcentagem de folhas com a maturidade nestes experimentos. Já Araújo (2002) não observou variação significativa da proporção de folhas para o BR 700 com o avanço da maturidade da planta, estando os valores entre 16,85 % e 23,51 %, próximos aos observados neste experimento.

Comparando-se os híbridos dentro de uma mesma época, o BRS 610 e BR 700 foram semelhantes e apresentaram maior porcentagem de folhas que o BRS 655 no estágio leitoso. No estágio pastoso, o BR 700 foi superior aos demais híbridos, que não diferiram entre si ($P > 0,05$). Já no estágio farináceo BRS 610 apresentou maior porcentagem de folhas do que os outros híbridos, que foram semelhantes entre si. Brito (1999), avaliando genótipos de sorgo de porte alto e baixo obtiveram uma correlação negativa entre a proporção de folhas e altura (-0,85), estando evidente no seu trabalho que os híbridos de porte baixo apresentaram maiores porcentagens de folha (17,67% a 32,64%) do que os de porte alto (7,25% a 12,02%).

Tabela 2.4. Porcentagens de folha, colmo e panícula na matéria seca dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

% de Folhas ¹			
Híbrido	Estádio de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	20,81 ^{Aa}	18,31 ^{Ba}	18,37 ^{Aa}
BR 700	22,11 ^{Aa}	21,92 ^{Aa}	16,16 ^{Bb}
BRS 655	15,99 ^{Ba}	16,48 ^{Ba}	14,68 ^{Ba}

% de Colmo ²			
Híbrido	Estádio de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	54,39 ^{Aa}	45,27 ^{Ab}	39,19 ^{Ac}
BR 700	47,63 ^{Ba}	36,97 ^{Bb}	33,61 ^{Bb}
BRS 655	56,74 ^{Aa}	48,87 ^{Ab}	41,50 ^{Ac}

% de Panícula ³			
Híbrido	Estádio de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	24,79 ^B	36,43 ^B	42,45 ^B
BR 700	30,27 ^A	41,14 ^A	50,22 ^A
BRS 655	27,27 ^{AB}	34,65 ^B	43,82 ^B
Média	27,44 ^c	37,40 ^b	45,50 ^a

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK para cada fração da planta; ¹CV = 8,14%, ²CV = 7,07%, ³CV = 8,33%

Colmo

Com relação ao colmo, a sua participação na MS da planta variou de 33,61% a 56,74%. Observa-se uma redução de sua porcentagem entre cortes sucessivos para o BRS 610 e BRS 655. Já o BR 700 apresentou valor superior no estágio leitoso em relação aos outros cortes, que foram semelhantes entre si. De modo geral, houve diluição na participação da fração colmo pelo aumento da porcentagem da panícula com o avanço da maturidade da planta sendo a correlação ($P < 0,05$) entre essas variáveis de -0,94. Corrêa (1996) observou redução significativa na porcentagem de colmo entre o florescimento e a formação dos grãos, com uma tendência de queda com o avanço da idade de corte. Araújo (2002) não encontrou variação significativa da proporção de colmo com a maturidade da planta e verificou apenas uma tendência numérica de queda dos valores. Faria Júnior (2008) observou efeito quadrático da porcentagem de colmo

em relação à idade de corte e correlação entre essas variáveis de -0,42.

Comparando-se os híbridos em um mesmo corte, o BR 700 apresenta menor porcentagem de colmo que os demais em todos os estádios de maturação. Segundo Zago (1992), a porcentagem de colmo tem estreita relação com a altura das plantas, e como esta é a fração que apresenta menores coeficientes de digestibilidade, pode haver um comprometimento do valor nutritivo de híbridos mais altos. No presente trabalho houve correlação significativa ($P < 0,05$) entre a altura e porcentagem de colmo ($r = 0,47$), o que está de acordo com a menor porcentagem de colmo encontrada para o BR 700, híbrido de menor porte em relação aos demais avaliados. Brito (1999) observou variações na porcentagem de colmo na MS de 67,82% a 79,05% para híbridos de porte alto, e de 41,38% a 54,70% para híbridos de porte baixo.

Segundo Cummins (1981), o potencial de melhoramento da qualidade de híbridos de sorgo para silagem está relacionado à obtenção de linhagens que mantenham valores próximos a 50% do componente colmo em relação às folhas e panículas. O BR 700 enquadra-se nesta recomendação em todos os estádios de maturação e o BRS 610 e BRS 655 apresentaram porcentagens de colmo inferior a 50% a partir do segundo corte.

Araújo (2002) encontrou valor médio de 39,84% de colmo para o BR 700 avaliado em cinco idades de corte. Ferreira (2005) observou 25,93% de colmo para o BRS 610 cortado no estádio leitoso-pastoso, valor inferior ao observado neste trabalho. Já Faria Júnior (2008) obteve variação de 45,5% a 59,39% para o mesmo híbrido avaliado em oito estádios de maturação. As porcentagens de colmo na planta de sorgo forrageiro são muito variáveis em função da amplitude de cultivares, condições de manejo, adubação e épocas de plantio, dentre outras variáveis (Hart, 1990).

Panícula

A participação da panícula na matéria seca (MS) da planta variou de 24,79% a 50,22% e aumentou de forma significativa ($P < 0,05$) com o avanço da maturidade para todos os híbridos. O aumento na proporção de panícula com o avanço do estádio de maturação do sorgo era esperado, uma vez que há intensa translocação de nutrientes das partes vegetativas para a formação completa dos grãos (Araújo, 2002). Aumentos na participação da panícula são desejáveis, pois esta é a fração de melhor valor nutritivo e representa um dos principais fatores que influenciam na velocidade de elevação da matéria seca na planta (Zago, 1992). Corrêa (1996) encontrou alta correlação ($r = 0,83$, $P < 0,01$) entre a porcentagem de panículas e o teor de matéria seca da silagem. Este autor também observou aumento na porcentagem média desta fração com o avanço do estádio

de maturação, de 27,0% no estádio leitoso a 43,97% no estádio farináceo, valores próximos aos encontrados no presente trabalho. Faria Júnior (2008), avaliando o híbrido BRS 610 em oito idades de corte encontrou aumento da participação da panícula na MS da planta do estádio leitoso até o pastoso-farináceo, e estabilização nos cortes sucessivos (farináceo, duro e seco). Já Araújo (2002) não observou aumento significativo da participação da panícula com a maturidade, sendo relatada apenas uma tendência numérica de aumento.

Silva *et al.* (1999) sugerem a participação mínima de 40% de panícula na MS da planta no momento do corte para obtenção de silagem com elevado valor nutricional, o que foi atingido no estádio pastoso para o BR 700 e farináceo para o BRS 610 e BRS 655. Em estádios mais avançados de maturidade podem ocorrer aumentos nas perdas dessa fração nas fezes dos animais pela redução da degradabilidade dos grãos no rúmen. Demarchi *et al.* (1995) recomendam que os cultivares com altas porcentagens de grãos sejam colhidos entre os estádios leitoso e pastoso; cultivares com porcentagens médias, entre os estádios pastoso e farináceo; e sorgos com baixa porcentagem de grãos, nos estádios de grão duro.

Comparando-se os híbridos dentro de um mesmo período, o BR 700 apresentou maior porcentagem de panícula que os outros híbridos nos estádios pastoso e farináceo. No estádio leitoso, o BR 700 e o BRS 610 apresentaram a maior e a menor proporção de panícula, respectivamente, sendo o BRS 655 intermediário e semelhante a ambos. Ferreira (2005) observou porcentagem de panícula de 50,57% para o BRS 610 cortado no estádio leitoso-pastoso, valor superior ao encontrado neste trabalho.

A proporção folha:colmo:panícula nos estádios leitoso, pastoso e farináceo, respectivamente foram: 21:54:25, 18:45:37 e 18:39:43 para o BRS 610; 22:48:30,

22:37:41 e 16:34:50 para o BR 700; e 16:57:27, 16:49:35 e 15:41:44 para o BRS 655. Pode-se observar que a fração folha apresentou menor variação na sua participação na MS da planta com o avanço da maturidade. Apenas o BR 700 apresentou queda significativa na porcentagem de folhas no estágio farináceo, de 22% a 16%. Entretanto, foram verificadas variações acentuadas entre idades de corte nas porcentagens de colmo e panícula, que reduziram e aumentaram, respectivamente, com o avanço do estágio de maturação. Isso reflete a translocação de nutrientes que ocorre do colmo para a panícula durante o enchimento dos grãos.

Gourley e Lusk (1977) encontraram porcentagens de folhas na planta de sorgo de 17,4 a 26,3% na MS, proporções de colmo de 17,1 a 72,8% e de panículas de 5,2 a 64,6%. Schimid *et al.* (1976) registraram relação folha:colmo:panícula de 20:31:49 e 28:57:15 para sorgos tipo granífero e forrageiro, respectivamente. Bruno *et al.* (1992) encontraram para sorgos forrageiros e de duplo-propósito, porcentagens de folha, colmo e panícula na MS de 22,6%, 65,8% e 11,6% e 37,7%, 38,5% e 23,8%, respectivamente. Gontijo Neto *et al.* (2004), avaliando híbridos de sorgo forrageiro, encontraram proporções de folha entre 16,70 e 22,64%, de colmo entre 29,01 e 53,38% e de panícula entre 29,91 e 52,43%. Esses

autores observaram elevação da porcentagem de panícula com o aumento dos níveis de adubação do solo.

Portanto, a relação folha:colmo:panícula pode apresentar variações de acordo com o material genético avaliado, estágio de maturação, condições edafoclimáticas, nível de adubação e ocorrência de pragas e doenças.

Produção de matéria verde (PMV)

Na Tabela 2.5 encontram-se as produções de matéria verde (PMV) dos três híbridos em diferentes estádios de maturação. Para o BRS 610 ocorreu redução da PMV entre cortes sucessivos, sendo 68,71 t/ha no estágio leitoso, 56,99 t/ha no pastoso e 40,40 t/ha no farináceo, o que representa uma queda de 41,20% entre o primeiro e terceiro cortes. Para o BR 700 o primeiro corte apresentou PMV superior ao segundo e terceiro cortes, que foram semelhantes entre si. O híbrido BRS 655 apresentou maior PMV no estágio pastoso, sendo o primeiro e terceiro cortes semelhantes entre si. Faria Júnior (2008) observou redução da PMV do BRS 610 de 53,8 t/ha, no estágio leitoso, a 27,9 t/ha, no estágio farináceo e encontrou correlação alta e negativa da PMV com o estágio de maturação da planta ($r = -0,93$; $p < 0,05$).

Tabela 2.5. Produção de matéria verde (PMV) em toneladas por hectare dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	68,71 ^{Aa}	56,99 ^{Ab}	40,40 ^{Ac}
BR 700	47,40 ^{Ba}	34,25 ^{Bb}	31,10 ^{Ab}
BRS 655	43,19 ^{Bb}	54,13 ^{Aa}	39,33 ^{Ab}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK; CV= 14,90%

Veiga (2008) também obteve queda na PMV com o avanço da idade de corte para híbridos de milho colhidos entre 87 e 171 dias após plantio e relata que os valores de PMV diminuíram com o avançar da maturidade da forrageira devido ao maior acúmulo de nutrientes, aumentando o teor de MS e diminuindo o teor de água. A queda na produtividade também poderia ser explicada pelo ataque de pássaros e outras pragas aos grãos da panícula de híbridos sem tanino.

Entre híbridos, o BRS 610 apresentou valor superior aos demais no estágio leitoso e semelhante ao BRS 655 no estágio pastoso. No último corte as produções de MV foram semelhantes entre os híbridos. A variação encontrada (31,10 a 68,71 t MV/ha) foi superior ao observado por Molina (2000) de 13,4 a 31,1 t MV/ha e por Araújo (2006) de 19,1 a 48,09 t/ha. Os rendimento de massa verde referidos pela Embrapa são de 50 a 60 t/ha para o BRS 610 e BRS 655 (Rodrigues *et al.*, 2004 e Rodrigues *et al.*, 2008) e 30 a 40 t/ha para o BR 700 (Embrapa, 2009). A alta produtividade do BRS 610 nos estádios leitoso e pastoso não se deve ao estande de plantas, já que o mesmo foi relativamente baixo, podendo estar relacionado ao vigor das plantas ou maior teor de água.

Produção de matéria seca (PMS)

A Tabela 2.6 mostra a produção de matéria seca (PMS) em toneladas por hectare dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 nos três estádios de maturação (leitoso,

pastoso e farináceo), a qual apresentou valores entre 11,65 e 17,70 t/ha. As produções de MS não variaram com o avanço da maturidade da planta para os híbridos BR 700 e BRS 655. Para o BRS 610, os estádios leitoso e pastoso apresentaram produções semelhantes, mas superiores ao estágio farináceo. Segundo Zago (1991) e Corrêa (1996), há aumento do teor de matéria seca (MS) da forragem com o avanço da idade de corte, o que foi confirmado por Romero *et al.* (2000), que obtiveram médias de produção de 5,44, 12,55 e 20,96 t MS/ha para sorgos forrageiros cortados em crescentes idades de corte. Entretanto, Araújo (2002) não relatou alterações significativas na PMS com o avanço do estágio de maturação, sendo as médias dos três híbridos estudados de 6,55; 6,89; 5,59; 5,88 e 6,48 t MS/ha para os estádios de grãos leitoso, leitoso/pastoso, pastoso, farináceo e duro, respectivamente. Já Faria Júnior (2008) encontrou produção estável desde o enchimento dos grãos até o estágio pastoso/farináceo, ocorrendo queda da PMS no estágio farináceo, sendo a produtividade média de 9,34 t MS/ha.

Comparando-se os híbridos, no primeiro corte observa-se maior PMS para o BRS 610 em relação aos demais, que foram semelhantes entre si. Entretanto, nas colheitas posteriores as produtividades de matéria seca dos híbridos avaliados se igualaram ($P>0,05$), principalmente devido à queda na PMS do BRS 610 no terceiro corte.

Tabela 2.6. Produção de matéria seca (PMS) em toneladas por hectare dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	17,70 ^{Aa}	16,29 ^{Aa}	12,25 ^{Ab}
BR 700	14,04 ^{Ba}	13,65 ^{Aa}	13,71 ^{Aa}
BRS 655	11,65 ^{Ba}	14,80 ^{Aa}	12,28 ^{Aa}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P<0,05$) pelo teste SNK; CV= 14,93%

Esse híbrido sofreu a maior redução da PMV, de 68,71 a 40,40 t MV/ha, sendo o único a apresentar redução da PMS no estágio farináceo, o que sugere que a queda acentuada na produção de matéria verde com o avanço da maturidade levou à menor produtividade de MS no terceiro corte. Já a queda de produção de MV do BR 700 entre o 1º e 3º cortes (de 47,40 a 31,10 t/ha) não provocou queda na PMS, possivelmente pelo maior acúmulo de MS desse híbrido. Oliveira *et al.* (2005) avaliaram quatro híbridos de sorgo forrageiro de porte médio a alto, entre eles o BRS 610 e o BR 700, com o corte realizado entre o estágio pastoso e farináceo. O BRS 610 apresentou PMV de 63,9 t/ha, superior a PMV do BR 700 de 45,87 t/ha. Entretanto, as PMS desses híbridos foram semelhantes, sendo 14,22 t/ha e 14,69 t/ha para o BRS 610 e BR 700, respectivamente. A queda mais significativa na PMV e na PMS do BRS 610 pode estar relacionada à ausência de taninos neste híbrido, tornando-o mais susceptível ao ataque de pássaros. Entretanto, esta ocorrência não foi avaliada durante o experimento, o que impede estabelecer essa relação.

Os valores de PMS encontrados neste experimento foram semelhantes às observadas por Rodrigues Filho *et al.* (2006), de 14,22 t/ha para o BRS 610 e 14,69 para o BR 700. Entretanto, foram superiores aos valores médios de PMS observados por Faria Júnior (2008) de 9,34 t MS/ha e por Brito *et al.* (2000), de 8,6 t

MS/ha para três híbridos de porte alto e colmo succulento. Os resultados da literatura mostram a ampla variabilidade na PMS de híbridos de sorgo devido à influência de inúmeros fatores, como fertilidade de solo, condições climáticas, variabilidade genética, estágio de maturação dos grãos, práticas de manejo adotadas, entre outros.

Produção de matéria seca digestível (PMSD)

A produção de matéria seca digestível (PMSD) é um parâmetro que agrega e inter-relaciona produtividade e valor nutritivo da forragem. Apesar de apresentar grande utilidade na avaliação do potencial forrageiro de uma cultura, poucas são as pesquisas que exploram esse parâmetro. Na Tabela 2.7 encontram-se as produções de matéria seca digestível dos híbridos BRS 610, BR 700 e BRS 655 em diferentes estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).

As PMSD (t/ha) demonstraram comportamento semelhante à PMS, com variação de 6,52 a 9,84 t/ha. Apenas o BRS 610 apresentou redução da PMSD no estágio farináceo. Esse fato está associado à queda da PMS, já que a correlação encontrada entre PMS e PMSD foi alta ($r = 0,91$; $P < 0,05$). Os demais híbridos não demonstraram variação deste parâmetro com o avanço do estágio de maturação.

Tabela 2.7. Produção de matéria seca digestível (PMSD) em toneladas por hectare dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	9,84 ^{Aa}	9,14 ^{Aa}	6,65 ^{Ab}
BR 700	7,84 ^{Ba}	7,20 ^{Aa}	7,37 ^{Aa}
BRS 655	6,52 ^{Ba}	8,00 ^{Aa}	6,53 ^{Aa}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas (entre híbridos) na coluna e minúsculas na linha (entre estádios de maturação) diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK; CV = 16,46%

Comparando-se os híbridos em uma mesma idade de corte, apenas no estágio leitoso houve diferença entre os materiais avaliados, com o BRS 610 apresentando PMSD superior aos demais híbridos, que foram semelhantes entre si.

Ferreira (2005), avaliando seis híbridos de sorgo no estágio leitoso-pastoso, encontrou variação nos valores de PMSD de 5,83 a 10,76 t/ha. Cândido (2000) encontrou valores semelhantes ao presente trabalho, com variação de 6,93 a 8,81 t/ha para cinco híbridos de sorgo colhidos no estágio farináceo. Faria Jr. (2008), avaliando o híbrido BRS 610, obteve valores de PMSD semelhantes entre os estádios leitoso e pastoso, de 5,87 t/ha e 6,23 t/ha, respectivamente, mas inferior no estágio farináceo, de 4,85 t/ha.

4. CONCLUSÃO

Apesar do estande de plantas estar abaixo do esperado, principalmente para o BRS 655, as produtividades de matéria verde e de matéria seca mostraram-se satisfatórias para a produção de silagem. O BRS 610 foi mais produtivo no estágio de maturação inicial, entretanto apresentou maior redução na produção com o avanço da maturidade, igualando-se aos demais híbridos. O BR 700 mostrou o menor porte e destacou-se com maior proporção de grãos na planta. Os híbridos BRS 610 e BRS 655 apresentaram bom equilíbrio na relação folha:colmo:panícula no estágio farináceo, e para o BR 700 isso ocorreu ainda no estágio pastoso.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC International – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – *Official methods of analysis*. 17 ed. Gaithersburg: AOAC, 2000. 2000p.

ARAÚJO, V. L. *Momento de colheita de três genótipos de sorgo para produção de silagem*. 2002. 47p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.

ARAÚJO, V. L. *Características agrônomicas e avaliação de silagens de 25 híbridos de sorgo*. 2006. 80p. Tese (Doutorado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.

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*. 1995. 104p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.

BRITO, A. F. *Avaliação das silagens de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e os seus padrões de fermentação*. 1999. 129p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.

BRITO, A. F., GONÇALVES, L. C., RODRIGUES, J. A. S. et al. Avaliação da silagem de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) I. Características agrônomicas. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.52, n.4, p.391-396. 2000.

BRUNO, O. A.; ROMERO, L. A.; GAGGIOTTI, M. C. et al. Cultivares de sorgo forrajeros para silaje. 1. Rendimiento de matéria seca y valor nutritivo de la planta *Revista Argentina Producción animal*, v., 12, n.2, p.157-162, 1992.

CÂNDIDO, M. J. D. Qualidade e valor nutritivo de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob doses crescentes de recomendação de adubação. Viçosa: UFV, 2000. 57p. *Dissertação* (Mestrado em zootecnia).

- CORRÊA, C. E. S. *Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo (Sorghum bicolor L.) em diferentes estádios de maturação*. 1996, 121p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.
- CUMMINS, D. G. Yield and quality changes with maturity of silage type sorghum fodder. *Agronomy J.* v.73, n.6, p.988-990, 1981.
- DEMARCHI, J.J.A.A., BOIN, C., BRAUN, G. A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) para produção de silagens de alta qualidade. *Zootecnia*, Nova Odessa v.33, n.3, p.111-136, 1995.
- EMBRAPA CNPMS. *Cultivares de Milho*. Sete Lagoas: EMBRAPA CNPMS, 2008. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/produtos/pr odutos/brs1001.htm>> Acessado em: 25 de maio de 2009.
- FARIA JÚNIOR, W. G. Avaliação agronômica e nutricional do híbrido de sorgo BRS 610 [*Sorghum bicolor (L.) Moench*] em oito idades de corte. 2008. 91p. *Dissertação* (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte.
- FERREIRA, J.J.C. *Qualidade e perfil de fermentação de seis genótipos de sorgo*. 2005. 64p. *Dissertação* (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte.
- GONTIJO NETO, M. M., OBEID, J. A., PEREIRA, O. G. et al. Híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor (L.) Moench*) cultivados sob níveis crescentes de adubação. Características agronômicas, carboidratos solúveis e estruturais das plantas. *Ver. Bras. Zootec.*, v.33, n.6, p.1975-1984, 2004
- GOURLEY, L. M.; LUSK, F. W. Sorghum silage quality as affected by soluble carbohydrate, tannis and other factors. In: ANNUAL CORN AND SORGHUM RESEARCH CONFERENCE, 32., 1977, Mississippi: Mississippi State University, 1977. p.157-170.
- HART, S. P. Effects of altering the grain content of sorghum silage on its nutritive value. *J. Anim. Sci.*, v.68, n.11, p.3832-3842, 1990.
- HOLDEN, L. A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for ten feeds. *J. Anim. Sci.*, v. 68, n.11, p.3832-3842, 1990.
- MOLINA, L.R. *Avaliação nutricional de seis genótipos de sorgo colhidos em três estádios de maturação*. 2000. 65p. Tese (Doutorado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.
- OLIVEIRA, R.P., FRANÇA, A.F.S., RODRIGUES FILHO, O. et al. Características agronômicas de cultivares de sorgo [*Sorghum bicolor (L.) Moench*] sob três doses de nitrogênio. *Pesq. Agrotec Trop*, 35(1):45-53, 2005.
- PINHO, R. G. V.; VASCONCELOS, R. C.; BORGES, I. D.; REZENDE, A. V. Influência da altura de corte das plantas nas características agronômicas e valor nutritivo das silagens de milho e de diferentes tipos de sorgo. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 5, n. 2, p. 266-279, 2006.
- RODRIGUES, J.A.S.; SANTOS, F.G.; SHAFFERT, R.E. et al. BRS-610 – híbrido de sorgo forrageiro para produção de silagem de alta qualidade. (*Comunicado técnico* 102, EMBRAPA MILHO E SORGO), 2004.
- RODRIGUES, J.A.S.; SANTOS, F.G.; SHAFFERT, R.E. et al. BRS-655 – híbrido de sorgo forrageiro para produção de

silagem de alta qualidade. (*Circular técnica* 107, EMBRAPA MILHO E SORGO), 2008.

RODRIGUES FILHO, O., FRANÇA, A.F.S., OLIVEIRA, R.P. et al. Produção e composição de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. *Ciênc. Anim. Bras.*, v.7, n.1, 2006.

ROMERO, L.A., BRUNO, O.A., COMERON, E.A. et al. Momento de corte de distintos sorgos forrajeros. *Rev. Argent. Produc Anim.*, v.20, sup. I, 2000.

SCHIMID, A. R.; GOODRICH, R. D.; JORDAN, R. M. Relationships among agronomic characteristics of corn and sorghum cultivars and silage quality. *Agronomy Journal*, v. 68, n.2, p.403-406, 1976.

SILVA, F.F., GONÇALVES, L.C. RODRIGUES, J.A.S. et al. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo+folha/panícula. 1. Avaliação do

processo fermentativo. *R. Bras. Zootec.*, v. 28, n.1, p.14-20, 1999.

TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. A two-stage technique for the “in vitro” digestion of forage crops. *J. Br. Grass Soc.*, v. 18, n.2, p.104-111, 1963.

VEIGA, I.R.F.M. *Avaliação agrônômica e do valor nutritivo das silagens e do rolão de três híbridos de milho (Zea mays L.) colhidos em quatro estádios de maturação*. 2008. 77p. *Dissertação* (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

ZAGO, C. P. Cultura do 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: MANEJO CULTURAL DO SORGO PARA FORRAGEM. *Circular técnica*, EMBRAPA/CNPMS, n.17, 1992. p.9-26.

CAPÍTULO III: VALOR NUTRICIONAL DA PLANTA INTEIRA, FOLHA, COLMO E PANÍCULA DOS HÍBRIDOS DE SORGO BRS 610, BR 700 E BRS 655 EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

RESUMO: Avaliou-se o valor nutricional das plantas, folhas, colmos e panículas de três híbridos de sorgo (BRS 610, BR 700 e BRS 655) em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3 x 3 (híbridos x estádios de maturação), com quatro repetições por tratamento, sendo as médias comparadas pelo teste SNK ($p < 0,05$). Os teores de matéria seca (MS) das plantas variaram de 25,73% a 43,96% e aumentaram com a maturidade, sendo os acúmulos de MS entre o estágio leitoso e o farináceo de 17,7%, 48,16% e 15,5% para o BRS 610, BR 700 e BRS 655, respectivamente. A porcentagem de MS dos colmos foi mais alta para o BR 700 e não variou entre os estádios de maturação. As panículas mostraram valores crescentes de MS com o avanço da maturidade, enquanto que para as folhas esse aumento ocorreu de forma diferente entre os híbridos. A porcentagem de proteína bruta (PB) da planta manteve-se inalterada ($P > 0,05$) entre as idades de corte para todos os híbridos, que apresentaram teores de PB semelhantes entre si em todos os estádios de maturação. Os teores de PB das partes da planta variaram estatisticamente com o avanço da idade de corte de forma diferente entre os híbridos. Os valores de FDN, FDA, celulose e lignina das plantas não foram influenciados pelos estádios de maturação. Os coeficientes de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) das plantas do BRS 610 não variaram com a maturidade, mas apresentaram redução entre o estágio leitoso e farináceo para o BR 700 e BR 655. As frações fibrosas e os valores de DIVMS das partes das plantas variaram de forma diferente entre híbridos e períodos de colheita.

Palavras-chave: digestibilidade, frações fibrosas momento de colheita

CHAPTER III: NUTRITIONAL VALUE OF THE WHOLE PLANT, LEAF, STEAM AND PANICLE OF THE HYBRIDS OF SORGHUM BRS 610, BR 700 E BRS 655 IN THREE STAGES OF MATURATION

ABSTRACT: The nutritional value of the plants, leaves, steams and panicles of three hybrids of sorghum (BRS 610, BR 700 and BRS 655) at three maturation stages (milk, soft dough and floury) were evaluated. A complete randomized design was used in a factorial arrangement 3 x 3 (hybrids x ages of cut), with four repetitions for treatment, and the means were compared by SNK ($p < 0.05$). Dry matter contents of the plants varied from 25.73% to 43.96% and increased with maturity. The increases of dry matter between the milk and floury stages were 17.7%, 48.16% and 15.5% for BRS 610, BR 700 and BRS 655, respectively. The percentage of dry matter of the steams were higher for BR 700 and didn't change among maturation stages. The panicles showed increasing values of dry matter with the advanced of maturity, while the leaves, the growth of dry matter was different among hybrids. The percentage of crude protein (CP) of the plants remained constant among cuts for all the hybrids, which showed CP contents similar to each other. The levels of CP of the parts of the plants varied differently among hybrids with the advancement of age. The values of neutral detergent fiber, acid detergent fiber, cellulose and lignin of the plants were not affected by maturation stages. The *in vitro* dry matter digestibility of the plants of BRS 610 didn't change with maturity, but decreased between milk and floury stages for BR 700 and BRS 655. The fibrous fractions and the values of the *in vitro* dry matter digestibility of the parts of the plants behaved differently among hybrids and harvest periods.

Key words: digestibility, fibrous fractions, moment of harvest

1. INTRODUÇÃO

O *Sorghum bicolor* (L.) Moench é uma gramínea de origem africana e asiática, que vem sendo utilizada tanto para a produção de grãos, como para a produção de forragem. Em regiões áridas e semi-áridas o sorgo se destaca pela alta produtividade e valor nutricional.

O grande número de híbridos e variedades de sorgo colocados em ensaios de avaliação no mercado nacional demonstra a grande variabilidade genética dessa espécie para características nutricionais, o que permite o avanço do programa de melhoramento genético para o desenvolvimento de materiais com elevado valor nutricional, capazes de promover desempenho cada vez maior à produção animal.

A obtenção de silagens de alta qualidade depende da colheita da forrageira no momento ótimo do seu estágio de desenvolvimento. Um dos fatores de maior importância na determinação do ponto ideal de ensilagem de uma forrageira é o teor de matéria seca, pois silagens com umidade alta são mais suscetíveis ao desenvolvimento de fermentações indesejáveis, apresentam maior resistência à queda do pH e maior produção de efluentes. Já silagens excessivamente secas são mais difíceis de picar e de compactar, e apresentam maior predisposição à produção de calor no interior do silo.

A maturação da planta de sorgo envolve o acúmulo de constituintes da parede celular na parte vegetativa da planta e, simultaneamente, a elevação da proporção de panícula. Dessa forma, para que se possa definir o momento de colheita, é necessário conhecer o comportamento de cada híbrido em diversas condições de manejo e definir até que ponto o acúmulo de amido nos grãos compensa a diminuição na digestibilidade da fração fibrosa da planta. Portanto, a

composição química das plantas deve ser entendida como o resultado da proporção de colmo, folhas e panícula e da composição química dessas frações.

Avaliações do consumo, digestibilidade e desempenho são de extrema importância para a determinação do valor nutritivo de uma forrageira. Entretanto, suas determinações são onerosas e laboriosas, o que torna interessante a opção por técnicas laboratoriais de rotina. As frações fibrosas e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) são determinadas por técnicas de fácil realização, e podem ser utilizadas para estimar a digestibilidade e o consumo de forrageiras. Segundo Minson (1990) as frações fibra em detergente ácido e ligninas estão negativamente correlacionadas a digestibilidade das forrageiras. Por sua vez, a fibra em detergente neutro está negativamente correlacionada ao consumo voluntário.

O objetivo deste experimento foi avaliar o valor nutricional dos híbridos BRS 610, BR 700 e BRS 655, bem como de suas frações folha, colmo e panícula, em três estádios de maturação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras da planta inteira, bem como das frações folha, colmo e panícula, dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 foram obtidas conforme descrito no tópico materiais e métodos do capítulo II.

Foram determinados os teores de matéria seca em estufa a 105°C e proteína bruta, método kjeldahl, segundo AOAC (2000). As frações fibrosas foram determinadas pelo método sequencial de Van Soest *et al.* (1991), com adição 2 mL de amilase termo-resistente no aparelho Fiber analyser ANKOM²²⁰, utilizando saquinho F-57 ANKOM^R. Os valores de celulose foram obtidos pela diferença entre as frações de

FDA e lignina e cinzas insolúveis. E os valores de hemiceluloses foram obtidos pela diferença entre FDN e FDA.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi realizada segundo o procedimento de dois estágios descrito por Tilley e Terry (1963), adaptado por Holden (1999) para utilização do simulador de rúmen *Daisy*^{II} ANKOM^R. O simulador de rúmen *Daisy*^{II} Ankon[®] é composto por quatro frascos para incubação que são submetidos à temperatura de 39°C e rotação constante. As amostras de 0,5 g são pesadas e acondicionadas em saquinho específicos Ankon[®] F-57 com porosidade de 57 microns selados com seladoras. Na determinação da DIVMS utilizou-se o inoculo obtido de um bovino adulto, castrado, de raça européia, fistulado, alimentado com capim elefante picado *ad libitum* e 3 Kg de concentrado comercial (18% de PB) por dia. A coleta do líquido ruminal foi realizada antes da alimentação do animal, através da fístula no rúmen, com compressão do material no filtro e acondicionamento do líquido em garrafas térmicas previamente aquecidas. As garrafas contendo o líquido ruminal foram imediatamente levadas para o Laboratório de Nutrição Animal da EV-UFMG, onde o líquido foi filtrado, adicionado ao tampão previamente preparado e mantido em banho-maria a 39°C, sob injeção contínua de CO₂ na superfície. Após 48 horas de incubação, foi adicionada a pepsina e ácido clorídrico para simulação da digestão química por 24 horas. Posteriormente os saquinhos foram lavados, secos e pesados. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca é obtida por diferenças de peso antes e depois da incubação.

Procedimento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em fatorial 3x3, sendo três híbridos, três idades de corte e quatro repetições (canteiros), utilizando-se o seguinte esquema de análise de variância:

Fontes de variação	Graus de liberdade
Total	35
Híbrido	2
Idade de corte	2
Híbrido x Idade de corte	4
Erro	27

Modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + H_i + C_j + (H*C)_{ij} + e_{ij}$$

em que,

Y_{ij} = observação da variável resposta do híbrido “i” no estágio de maturação “j”

μ = média geral

H_i = efeito do híbrido; i= BRS 610, BR 700 e BRS 655

C_j = estágio de maturação; j= leitoso, pastoso e farináceo

$(H*C)_{ij}$ = efeito da interação híbrido x estágio de maturação

e_{ij} = erro aleatório do híbrido “i” no estágio de maturação “j”

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote estatístico SAEG 9.1 (2007) e as médias comparadas pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teores de matéria seca (MS)

Planta inteira

Na Tabela 3.1.1 encontram-se os teores de matéria seca (MS) das plantas inteiras dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estágios de maturação dos grãos

(leitoso, pastoso e farináceo). A porcentagem de MS do BRS 610 foi menor no primeiro corte, sendo os dois últimos cortes semelhantes entre si. Já os teores de MS do BR 700 aumentaram entre cortes sucessivos, sendo encontrados valores de 29,67% no estágio leitoso, 39,87% no pastoso e 43,96% no farináceo. Observa-se, portanto, um aumento considerável, de 34,4% no teor de MS deste híbrido entre o primeiro e o segundo corte. Enquanto o BRS 655 apresentou teores de MS semelhantes entre os dois primeiros cortes e superior no terceiro corte. Na comparação entre híbridos dentro das épocas de corte, verifica-se que o BR 700 apresentou maior teor de MS que os demais em todos os cortes. Além disso, esse híbrido apresentou maior acúmulo de MS, de 48,16%, entre o primeiro e o terceiro corte, enquanto o BRS 610 e BRS 655 mostraram acúmulos de MS de 17,7% e 15,5%, respectivamente.

No sorgo, a porcentagem de MS varia com a idade de corte, com a natureza do colmo e com a proporção dos vários constituintes da planta (folhas, colmo e panícula) (Silva, 1997). Gontijo Neto *et al.* (2004) observaram que as variações nas proporções de partes da planta, principalmente as porcentagens de colmo e panícula, exerceram maior influência sobre o teor de MS da planta inteira do que o teor de umidade de cada uma dessas frações. Esses autores confirmaram essa tendência pelo estudo das correlações

($P < 0,01$) entre o teor de MS da planta inteira e as proporções de colmos ($r = -0,72$) e panículas ($r = 0,68$). Os resultados do presente experimento também apontaram nesse sentido, havendo correlação significativa ($P < 0,05$) entre o teor de MS da planta e as porcentagens de panícula ($r = 0,74$) e de colmo ($r = -0,79$). Entretanto também foi observada alta correlação entre o teor de MS da planta e o das folhas ($r = 0,82$), indicando a grande influência da desidratação das folhas, com o avanço da idade de corte, sobre o teor de MS da planta. Rocha Jr. *et al.* (2000) também encontraram correlação positiva entre a porcentagem de panícula e o teor de MS da planta ($r = 0,78$; $P < 0,01$). Cummins (1981) estudou o efeito do estágio de maturação dos grãos sobre a elevação do teor de MS e encontrou valores de 22,3%; 24,6%; 27,2% e 32,9% para as silagens com grãos nos estádios leitoso, leitoso-farináceo, farináceo e farináceo-duro, respectivamente.

Araújo (2002) também observou aumento gradativo do teor de MS do híbrido BR 700 com o avanço da idade de corte, com valores de 20,77% e 44,61% para os estádios leitoso e farináceo, respectivamente. Faria Jr. (2008), avaliando o híbrido BRS 610 em diferentes idades de corte, obteve variação no teor de MS de 18,36% a 29,84% entre os estádios leitoso e farináceo.

Tabela 3.1.1. Teores de matéria seca (MS) da planta inteira dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (%)

Híbrido	Estádio de maturação			Média
	Leitoso	Pastoso	Farináceo	
BRS 610	25,73 ^b	28,69 ^a	30,28 ^a	28,23 ^B
BR 700	29,67 ^c	39,87 ^b	43,96 ^a	37,83 ^A
BRS 655	26,99 ^b	27,39 ^b	31,17 ^a	28,52 ^B

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK; CV= 4,17%

De acordo com Paiva (1976), silagens de boa qualidade devem apresentar teor de MS entre 30 e 35%. Já McDonald *et al.* (1991) afirmaram que teores de MS superiores a 20%, associados a níveis adequados de carboidratos solúveis, são suficientes para evitar maiores perdas através de efluentes e fermentações indesejáveis. Por sua vez, quando o teor é superior a 45%, a compactação é dificultada, propiciando condições para o aquecimento e desenvolvimento de fungos. A fim de garantir um teor ideal de MS no momento de corte (25 a 35%), o híbrido BR 700 deve ser colhido antes do estágio pastoso. Já o BRS 655 e o BRS 610 têm um período de colheita mais amplo, apresentando teor de MS adequado para ensilagem nos três estádios de maturação avaliados neste experimento.

Frações da planta

Folhas

Na Tabela 3.1.2 encontram-se os teores de matéria seca (MS) das folhas dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três idades de corte. O teor de MS das folhas aumentou significativamente entre cortes sucessivos para o BRS 610, variando de 27,50% a 56,38%. Para esse híbrido a desidratação das folhas foi mais intensa entre o segundo e o terceiro corte (64,6%). Entretanto, observa-se que o BR 700 sofreu desidratação intensa das folhas

entre os estádios leitoso e pastoso (75,5%) e desta forma atingiu um teor de MS nas folhas superior aos demais híbridos já no segundo corte. Já o BRS 655 obteve elevação menos intensa do teor de MS nas folhas, de 25,4% entre o primeiro e terceiro cortes, e apresentou valor inferior aos demais no estágio farináceo.

Com o avanço da maturidade da planta observa-se perda de água pelas folhas. Ou seja, à medida que a folhagem envelhece, torna-se mais seca e posteriormente morre. Assim, há aumento da porcentagem de folhas mortas com o avanço do estágio de maturação, o que causou a elevação do teor de MS observado na fração folhas. No presente experimento não foi avaliada a porcentagem de folhas mortas, e no momento de colheita não foi feita distinção entre folhas mortas e vivas, sendo que toda a folhagem presente na planta foi coletada e submetida às avaliações laboratoriais. De acordo com essas considerações, o híbrido BRS 655 conservou por maior período a folhagem fresca, enquanto que o BR 700 mostrou ressecamento precoce das folhas. Isso pode ser uma evidência de que o BR 700 é um híbrido mais precoce, já que o predomínio de folhas mortas indica que a maturidade fisiológica já foi atingida e não é mais necessária a realização de fotossíntese. Mas não se pode estabelecer essa relação já que outros fatores podem interferir no grau de desidratação das folhas, como a maior sensibilidade à seca e ataque de fungos.

Tabela 3.1.2. Teores de matéria seca (MS) das folhas dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (%)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	27,50 ^{Ac}	34,26 ^{Bb}	56,38 ^{Ba}
BR 700	33,30 ^{Ab}	58,44 ^{Aa}	62,18 ^{Aa}
BRS 655	31,27 ^{Ab}	31,56 ^{Bb}	39,22 ^{Ca}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK; CV = 8,52%

Carvalho *et al.* (1992) observaram diferenças significativas entre os estádios de maturação para os teores de matéria seca das folhas dos híbridos de sorgo avaliados, sendo encontrado 26,43%; 31,62% e 38,62% para os estádios leitoso, farináceo e duro, respectivamente. Faria Júnior (2008) encontrou valores de MS das folhas do híbrido de sorgo BRS 610 de 27,9%; 46,55% e 71,36% para os estádios leitoso, pastoso e farináceo, respectivamente. Pedreira *et al.* (2003), avaliando oito híbridos de sorgo colhidos no estágio farináceo, encontraram variação no teor de MS das folhas de 37,4% a 47,5%, estando abaixo do encontrado nesse trabalho.

Colmo

Na Tabela 3.1.3 são apresentados os teores de matéria seca (MS) dos colmos dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação. O teor de MS dos colmos não alterou com a maturidade da planta para todos os híbridos,

variando de 19,06% a 26,46%. Comparando-se os híbridos dentro de um mesmo estágio de maturação, o BR 700 apresentou maior teor de MS no colmo do que os demais ($P < 0,05$), que foram semelhantes entre si em todos os cortes. Houve correlação significativa ($P < 0,05$) entre os teores de MS da planta e do colmo ($r = 0,60$), o que contribuiu para que a planta do BR 700 apresentasse maior teor de MS do que os demais híbridos, os quais apresentaram maior umidade nos colmos.

Carvalho *et al.* (1992) não encontraram diferença significativa entre os estádios de maturação para os teores de matéria seca dos colmos dos híbridos de sorgo avaliados. Já os valores de MS do colmo, entre diferentes idades de corte, observados por Faria Jr. (2008) foram semelhantes até o estágio pastoso-farináceo e aumentaram significativamente nos cortes sucessivos, de 14,97% a 20,44%. Pedreira *et al.* (2003) encontraram teores de MS para os colmos de oito híbridos de sorgo avaliados no estágio farináceo entre 24,7% e 31,0%.

Tabela 3.1.3. Teores de matéria seca (MS) do colmo dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (%)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	20,71 ^B	19,39 ^B	19,06 ^B
BR 700	26,46 ^A	26,22 ^A	26,24 ^A
BRS 655	22,66 ^B	21,14 ^B	20,45 ^B
Média	23,28	22,25	21,92

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK; CV= 6,16%

Panícula

As porcentagens de matéria seca das panículas de três híbridos de sorgo em três estádios de maturação são apresentadas na Tabela 3.1.4. O teor de MS aumentou gradativamente com a maturidade das

plantas para todos os híbridos e apresentou variação de 38,96% a 61,63%. No estágio leitoso os híbridos apresentaram teor de MS na panícula semelhantes entre si. No estágio pastoso o BR 700 apresentou maior teor de MS na panícula do que os demais, entretanto no estágio farináceo não houve diferença

entre o BR 700 e o BRS 610. Já o BRS 655 apresentou o menor teor de MS nos estádios pastoso e farináceo. Os acúmulos de MS nas panículas entre o primeiro e o terceiro cortes foram de 54,05%, 49,12% e 46,25% para o BRS 610, BR 700 e BRS 655, respectivamente. Foi observada correlação significativa ($p < 0,05$) entre os valores de MS da planta inteira e da panícula ($r = 0,69$). Entretanto, a porcentagem dessa fração contribuiu mais do que o seu teor de MS para o acúmulo de MS da planta.

Carvalho *et al.* (1992) encontraram aumento progressivo do teor de matéria seca das panículas com o avanço do estágio de maturação, variando de 40,0% no estágio leitoso a 69,40% no estágio de grãos duros. Araújo (2002) encontrou uma variação no teor de MS da panícula do híbrido BR 700 de 43,14% a 70,10% entre os estádios leitoso e farináceo. Neumann *et al.* (2002), avaliando híbridos de sorgo, encontraram teores de MS nas panículas variando de 45,7% a 55,7%, quando essas se encontravam no estágio de grão pastoso a farináceo.

Tabela 3.1.4. Teores de matéria seca (MS) da panícula dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (%)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	39,11 ^A	54,34 ^B	60,25 ^A
BR 700	41,33 ^A	58,00 ^A	61,63 ^A
BRS 655	38,96 ^A	45,43 ^C	56,98 ^B
Média	39,80 ^c	52,59 ^b	59,62 ^a

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste SNK; CV = 4,37%

Segundo Silva *et al.* (1999a), os teores de MS dos componentes da planta são variáveis conforme a interação genótipo-ambiente, atuando sobre o acúmulo de MS da planta inteira. Das frações da planta de sorgo, o colmo é a porção que menos contribui para a elevação do teor de matéria seca, seguido pelas folhas e a panícula, esta última permitindo grandes ganhos de matéria seca em um curto período (Johnson *et al.*, 1971; Zago, 1991; Carvalho *et al.* 1992). Neumann *et al.* (2002), avaliando híbridos de sorgo forrageiro (estádio farináceo-duro) e de duplo-propósito (estádio pastoso-farináceo), encontraram valores médios de 28,46%; 30,01% e 49,99% para os teores de MS do colmo, folha e panícula. Portanto, os autores concluíram que a panícula é o principal responsável pela definição do momento mais

adequado para a colheita das plantas para ensilagem, já que o teor de MS das folhas e colmo representou, respectivamente, 60,03% e 56,93% do teor de MS da panícula. Já Faria Jr. (2008) mostrou a importância tanto da panícula como das folhas na elevação da MS da planta com o avanço da maturidade, já que estas frações apresentaram taxas de acúmulo de MS de 1,27% e 1,23% ao dia, respectivamente. A mesma tendência foi apresentada no presente trabalho, devido às altas correlações entre os teores de MS da planta com o teor de MS das folhas ($r = 0,82$) e com a porcentagem de panícula ($r = 0,74$).

3.2 Teores de proteína bruta (PB)

Planta inteira

Na Tabela 3.2.1 encontram-se os teores de proteína bruta (PB) das plantas dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo). Verifica-se que a porcentagem de PB manteve-se estatisticamente inalterada entre as idades de corte para todos os híbridos, com valores médios de 5,99%; 5,70% e 5,65% nos estádios leitoso, pastoso e farináceo, respectivamente. Comparando-se os híbridos dentro de cada corte observam-se teores de proteína semelhantes entre todos os híbridos em todos os estádios de maturação.

Os teores de PB encontrados neste estudo são inferiores aos observados por Faria Jr. (2008), que relatou uma média de 7,05% para a planta do híbrido BRS 610. Além disso, esse autor observou uma redução do teor de PB com o avanço da idade de corte, passando de 8,16% no estádio leitoso a 6,84% no farináceo. Por outro lado, Araújo (2002) não observou alteração na porcentagem de proteína com a maturidade da planta do híbrido BR 700, sendo o valor médio de 7,64%. Pedreira *et al.* (2003), avaliando oito híbridos de sorgo, obtiveram teores de PB da planta inteira de 6,5% a 8,8%, sendo que a menor concentração de proteína foi determinada no híbrido com menor porcentagem de panícula, marcando a

importância desse constituinte para a qualidade da planta. Entretanto, não foi observada nesse experimento correlação significativa ($p>0,05$) entre o valor de PB da planta e a porcentagem de panícula ou o teor de proteína dessa fração. Segundo Church (1988) as dietas devem apresentar pelo menos 7% de PB para o desenvolvimento adequado das bactérias ruminais. Não foram obtidos valores superiores a estes em nenhuma idade de corte, sendo necessária suplementação protéica para suprir as necessidades de nitrogênio no rúmen. A variação entre os teores de PB encontrados nesse trabalho com os observados na literatura pode estar relacionada à influência de fatores como adubação, tipo de solo, luminosidade e condições climáticas no ano do plantio.

Frações da planta

Folhas

Na Tabela 3.2.2 observam-se os teores de proteína bruta (PB) das folhas de três híbridos de sorgo em três estádios de maturação. Os valores encontrados variaram de 4,86% a 12,50%. Os híbridos BRS 655 e BRS 610 apresentaram reduções nos teores de PB das folhas entre cortes sucessivos. Já o BR 700 mostrou maior teor de PB no estádio leitoso, sendo os estádios subsequentes semelhantes entre si.

Tabela 3.2.1. Teores de proteína bruta (PB) da planta inteira dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (% na MS)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	6,07 ^A	5,82 ^A	5,32 ^A
BR 700	5,65 ^A	5,21 ^A	5,49 ^A
BRS 655	6,26 ^A	6,08 ^A	6,15 ^A
Média	5,99	5,70	5,65

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P<0,05$) pelo teste SNK; CV= 9,37%

Tabela 3.2.2. Teores de proteína bruta (PB) das folhas dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (% na MS)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	9,73 ^{Ba}	7,15 ^{Bb}	5,73 ^{Bc}
BR 700	8,82 ^{Ba}	5,97 ^{Bb}	4,86 ^{Bb}
BRS 655	12,50 ^{Aa}	10,79 ^{Ab}	8,93 ^{Ac}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 11,72%

Comparando-se os híbridos dentro do mesmo estágio de maturação, o BRS 655 obteve maior porcentagem de PB nas folhas do que os demais, que foram semelhantes entre si, em todos os cortes. A avaliação conjunta do comportamento dos teores de PB e de MS das folhas do BRS 655 mostra que esse híbrido se destacou pelo teor protéico da folhagem e foi mais eficiente na conservação do valor nutricional das suas folhas, que apresentaram menor ressecamento com o avanço da maturidade da planta.

Carvalho *et al* (1992), estudando híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação dos grãos, encontraram reduções nos teores de PB das folhas de 9,97% para 5,83% entre os estádios leitoso e farináceo. Neumann *et al.*, (2002) encontraram valor médio de PB das folhas de híbridos de sorgo forrageiro colhidos no estágio farináceo-duro de 5,84%. Faria Jr. (2008) observou redução

linear do teor de PB das folhas do híbrido BRS 610 com o avanço da idade da planta, variando de 12,76% no estágio leitoso a 9,54% no estágio farináceo. Pedreira *et al.* (2003) encontraram variação nos teores de PB das folhas de oito híbridos de sorgo colhidos no estágio farináceo de 4,8% a 6,6%.

Colmo

Com relação ao colmo, os híbridos apresentaram valores de PB semelhantes entre si em todos os cortes, como pode ser observado na Tabela 3.2.3. Os teores de PB variaram de 1,42% a 2,19% e foram influenciados pelo estágio de maturação para os híbridos BRS 610 e BRS 655, que mostraram valores mais baixos no terceiro corte em relação ao primeiro. Já o BR 700 não apresentou variação nesse parâmetro com o avanço da maturidade da planta.

Tabela 3.2.3. Teores de proteína bruta (PB) do colmo dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (% na MS)

Híbrido	Estádio de maturação			Média
	Leitoso	Pastoso	Farináceo	
BRS 610	2,18 ^a	1,70 ^b	1,59 ^b	1,82 ^A
BR 700	1,84 ^a	1,62 ^a	1,49 ^a	1,65 ^A
BRS 655	2,19 ^a	1,84 ^a	1,42 ^b	1,82 ^A

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (p<0,05) pelo teste SNK; CV= 16,12%

A correlação entre o teor de PB do colmo e outras variáveis relacionadas ao avanço da maturidade, como teor de MS da planta, teor de MS da panícula e porcentagem de colmo foram altas ($p < 0,05$), sendo de -0,71, -0,81 e 0,83, respectivamente.

Carvalho *et al* (1992) encontraram reduções nos teores de PB do colmo de 1,62% para 0,64% entre os estádios leitoso e farináceo. Faria Jr. (2008) obteve teores de PB para o colmo superiores aos encontrados nesse trabalho, com variação de 4,44% no estádio leitoso a 3,11% no farináceo. Pedreira *et al.* (2003) apresentaram teores de PB do colmo bem superiores aos observados nesse trabalho, com variação de 4,0% a 6,0%.

Panícula

Na Tabela 3.2.4 encontram-se os teores de PB da panícula dos híbridos BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo). O híbrido BRS 655 apresentou maior porcentagem de PB no estádio leitoso do que nos estádios pastoso e farináceo, que foram semelhantes entre si. Já o BRS 610 não apresentou alteração na porcentagem de PB das panículas com o avanço da maturidade, enquanto o BR 700 mostrou redução significativa entre cortes sucessivos.

Isso discorda dos resultados de Faria Júnior (2008), que encontrou aumento dos teores de PB das panículas com a maturidade, passando de 9,61% no estádio leitoso a 10,31% no farináceo. Os teores de PB na panícula obtidos por Neumann *et al.* (2002) e Pedreira *et al.* (2003) variaram de 6,8% a 7,0% e 6,5% a 7,7%, respectivamente.

Neumann *et al.* (2002), avaliando híbridos de sorgo forrageiro (estádio farináceo-duro) e de duplo-propósito (estádio pastoso-farináceo), encontraram maiores porcentagens de PB para as frações panícula (7,62%), seguida pelas folhas (5,45%) e colmo (1,96%). Já Faria Jr. (2008) observou maior valor médio de PB para a fração folha (11,10%), seguida da panícula (9,89%) e colmo (3,64%). No presente trabalho o colmo foi a fração com menor teor de PB, mas a comparação entre as frações folha e panícula variou entre estádios de maturação e híbridos. Para o BR 700, a panícula apresentou maior teor de PB do que as folhas em todas as idades de corte. Já o BRS 655 apresentou maior teor de PB nas folhas do que na panícula, sendo a diferença maior na planta mais jovem.

A correlação observada entre os teores de PB da planta e da panícula não foi significativa ($P > 0,05$), contudo, houve significância ($P < 0,05$) para as correlações do teor protéico da planta com os das folhas ($r = 0,57$) e do colmo ($r = 0,60$).

Tabela 3.2.4. Teores de proteína bruta (PB) da panícula dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (% na MS)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	8,81 ^{Ba}	8,26 ^{Ba}	8,31 ^{Ba}
BR 700	9,24 ^{ABa}	8,51 ^{ABb}	7,95 ^{Bc}
BRS 655	9,64 ^{Aa}	8,97 ^{Ab}	8,91 ^{Ab}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK; CV = 4,25%

3.3 Fibra insolúvel em detergente neutro (FDN)

Planta inteira

Na planta, os teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) não variaram significativamente entre estádios de maturação, para todos os híbridos avaliados, como pode ser observado na Tabela 3.3.1. Os valores encontrados variam entre 53,03% e 57,41%. Comparando-se os híbridos em um mesmo corte, nos estádios leitoso e pastoso não houve diferenças entre eles, já no estágio farináceo, o BRS 655 apresentou menor teor de FDN que os demais híbridos, que foram semelhantes entre si.

Tonani *et al.* (2001) e Nogueira *et al.* (2005), avaliando híbridos de sorgo, não observaram alterações nos teores de FDN com o avanço do estágio de maturação, de grãos leitosos a

farináceos. Esses autores encontraram valores médios de FDN de 60,6% e 75,7%, respectivamente, sendo todos superiores aos obtidos no presente trabalho. No trabalho de Araújo (2002) também não houve diferença significativa nos teores de FDN no material original de híbridos de sorgo entre diferentes épocas de corte, sendo as médias encontradas de 62,21% para o BR 700, 61,75% para o BR 701 e 57,04% para o MASSA 03. A estabilidade dos níveis de FDN da planta com o avanço do estágio de maturação pode estar relacionado ao aumento da participação da panícula e redução da participação do colmo. Ibrahim (2007) obteve teor de FDN de 56,22% para o BRS 610 no estágio leitoso-pastoso, o que está de acordo com esse experimento. Já Rodrigues Filho *et al.* (2006) encontraram 50,28% de FDN para o BRS 610 no estágio pastoso-farináceo, sendo inferior ao obtido neste ensaio.

Tabela 3.3.1. Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) da planta inteira dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (% na MS)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	57,18 ^A	55,22 ^A	56,67 ^A
BR 700	57,41 ^A	56,62 ^A	57,21 ^A
BRS 655	54,73 ^A	54,02 ^A	53,03 ^B
Média	56,44	55,29	55,64

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 3,37%

Frações da planta

Folhas

Na Tabela 3.3.2 encontram-se os teores de FDN das folhas dos híbridos BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação dos grãos, que variaram de 64,10% a 74,51%. O BR 700 não apresentou variação significativa no teor de FDN das

folhas entre as idades de corte. Os demais híbridos mostraram elevação no teor de FDN com o avanço da maturidade, sendo que para o BRS 610 esse aumento ocorreu entre o primeiro e segundo cortes, e para o BRS 655, foi mais tardio, entre o segundo e terceiro cortes. Desta forma, no estágio leitoso, o BR 700 apresentou maior valor de FDN nas folhas do que o BRS 610. No estágio pastoso, o BRS 610 e o BR 700 se

igualaram, sendo o BRS 655 inferior a ambos. Apenas no terceiro corte, não foi encontrada diferença entre todos os híbridos avaliados. O teor de FDN nas folhas dos híbridos avaliados indica que o BR 700 apresentou maior translocação de nutrientes para a panícula já no estágio leitoso. Faria

Jr. (2008) obteve valores de FDN para as folhas do híbrido BRS 610, avaliado em oito estádios de maturação, de 63,14% a 73,23%, o que está de acordo com esse experimento. Pedreira *et al.* (2003) obtiveram teores de FDN entre 67,61% e 76,81% para oito híbridos de sorgo no estágio farináceo.

Tabela 3.3.2. Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) das folhas dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (% na MS)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	65,40 ^{Bb}	70,66 ^{Aa}	74,51 ^{Aa}
BR 700	70,47 ^{Aa}	74,08 ^{Aa}	73,97 ^{Aa}
BRS 655	67,14 ^{ABb}	64,10 ^{Bb}	72,47 ^{Aa}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 3,81%

Colmo

Os valores de FDN dos colmos de três híbridos de sorgo, colhidos em três estádios de maturação, encontram-se na Tabela 3.3.3. Os colmos dos híbridos BRS 610 e BR 700 mostraram aumento do teor de FDN entre os estádios leitoso e pastoso e estabilização no corte posterior. Entretanto, o aumento para o BRS 610 foi de 15,9% e para o BR 700 foi de 21,2%. Já o BRS 655 não apresentou variação no teor de FDN do colmo entre as idades de corte. Desta forma, no estágio leitoso, não houve diferença entre os

híbridos avaliados, mas nos cortes subsequentes, o BRS 655 apresentou menor valor de FDN no colmo do que os demais, que foram semelhantes entre si. Com o avanço do estágio de maturação ocorre conversão dos carboidratos solúveis do colmo em amido, depositado nos grãos. A redução do conteúdo de carboidratos solúveis no colmo é acompanhada por um aumento nos teores de FDN e FDA. Isso pode indicar que os híbridos avaliados apresentam diferentes velocidades de maturação.

Tabela 3.3.3. Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) do colmo dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (% na MS)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	59,33 ^{Ab}	68,82 ^{Aa}	74,75 ^{Aa}
BR 700	59,10 ^{Ab}	71,65 ^{Aa}	75,18 ^{Aa}
BRS 655	60,08 ^{Aa}	61,91 ^{Ba}	67,30 ^{Ba}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 6,30%

Os valores variaram de 59,10% a 75,18%, sendo inferiores à variação encontrada por Faria Jr. (2008), de 67,39% a 84,38% para o colmo do BRS 610 em oito idades de corte. Já Pedreira *et al.* (2003) obtiveram teores de FDN dos colmos de oito híbridos de sorgo, entre 49,43% e 68,05% para o estágio farináceo, valores inferiores aos deste experimento.

Panícula

Os teores de FDN da panícula dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655, em três idades de corte, encontram-se na Tabela 3.3.4. Todos os híbridos apresentaram redução no teor de FDN da panícula entre o estágio leitoso e o pastoso, sendo este último semelhante ao farináceo. A queda na porcentagem de FDN nas panículas entre o primeiro e o terceiro cortes se deve ao acúmulo de amido nos grãos, com conseqüente diluição das frações fibrosas nesta fração da planta. Entretanto, entre o segundo e o terceiro cortes, a ausência de alteração significativa no teor de FDN, apesar da redução numérica, indica que o aumento da quantidade de amido nos grãos não superou uma possível elevação do teor de FDN da haste da panícula. Além disso, pode ter ocorrido perda de grãos no estágio farináceo por ataque de pássaros ou queda natural.

No primeiro corte, o BR 700 obteve menor valor de FDN que os demais híbridos, que foram semelhantes entre si. Nos cortes subsequentes, não foram observadas diferenças entre os materiais avaliados. O menor teor de FDN na panícula do BR 700 no primeiro corte indica que este híbrido já apresentava maior translocação de nutrientes para os grãos ainda no estágio leitoso. Assim, a queda no teor de FDN entre o primeiro e o segundo corte foi menos acentuada para este híbrido (16,2%), já que o processo de enchimento dos grãos provavelmente havia se iniciado no estágio leitoso. Enquanto que para os demais híbridos, a redução do teor de FDN da panícula nesse intervalo foi mais intensa (36,3% para o BRS 610 e 26,1% para o BRS 655)

A variação obtida nesse experimento, de 41,94% a 22,01% foi inferior a observada por Faria Jr. (2008) para a panícula do BRS 610, de 54,91%, no estágio leitoso, a 28,57%, no estágio farináceo. Os teores de FDN das panículas de oito híbridos de sorgo avaliados por Pedreira *et al.* (2003) no estágio farináceo variaram de 46,8% a 55,5%, valores bem superiores aos encontrados nesse experimento. Os autores justificam esse alto teor de FDN pelo déficit hídrico ocorrido no momento de enchimento dos grãos.

Tabela 3.3.4. Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) da panícula dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estágios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (% na MS)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	41,25 ^{Aa}	26,29 ^{Ab}	22,01 ^{Ab}
BR 700	31,77 ^{Ba}	26,62 ^{Ab}	25,15 ^{Ab}
BRS 655	41,94 ^{Aa}	31,01 ^{Ab}	26,70 ^{Ab}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 11,65%

3.4 Fibra insolúvel em detergente ácido (FDA)

Planta inteira

Na Tabela 3.4.1 encontram-se os teores de fibra em detergente ácido (FDA) das plantas

inteiras de três híbridos de sorgo, colhidos em três estádios de maturação dos grãos: leitoso, pastoso e farináceo.

Os valores variaram de 32,16% a 35,06%, sendo que não houve interação entre híbridos e estádios de maturação.

Tabela 3.4.1. Teores de fibra insolúvel em detergente ácido (% na MS) da planta inteira dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbrido	Estádio de maturação			Média
	Leitoso	Pastoso	Farináceo	
BRS 610	33,37	32,16	33,60	33,04
BR 700	35,06	34,75	33,09	34,30
BRS 655	33,41	33,45	32,26	33,04
Média	33,95	33,45	32,98	

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK; CV = 4,62%

Ou seja, os teores de FDA da planta não variaram entre as idades de corte para todos os híbridos, e comparando-se os híbridos dentro de um mesmo período, não foram observadas diferenças entre eles. Dessa forma, as frações colmo, folha e panícula interagiram de maneira a manter constantes os valores dos constituintes da parede celular da planta. Ou seja, o aumento do teor de amido nos grãos compensou o aumento das frações fibrosas na parte vegetativa das plantas, fazendo com que essas apresentassem valores constantes de FDA com o avanço da maturidade, da mesma forma como ocorreu para os teores de FDN da planta inteira.

O comportamento do teor de FDA observado nesse trabalho está de acordo com os resultados obtidos por Tonani *et al.* (2001) e Nogueira *et al.* (2005), que também não encontraram variações neste parâmetro com o avanço do estádio de maturação da planta. Esses autores encontraram teores médios de 37,44% e 39,18%, respectivamente, valores superiores aos

observados neste experimento. Faria Jr. (2008), avaliando o híbrido BRS 610 em oito estádios de maturação, observou comportamento quadrático do teor de FDA da planta com o avanço da idade de corte, com menores valores entre os estádios pastoso e farináceo. Desta forma, o autor concluiu que a redução nos teores de FDA da panícula conseguiu, até certo ponto, superar os aumentos ocorridos no colmo e na folha. O sorgo BRS 610 avaliado por Ibrahim (2007) no estádio de grãos leitoso apresentou valor inferior ao encontrado nesse estudo (28,80%), já Rodrigues Filho *et al.* (2006) citam valor superior (41,48%), avaliando o híbrido no estádio de grãos pastoso-farináceo.

Frações da planta

Folhas

Os valores de FDA das folhas variaram de 31,95% a 43,26%, como pode ser observado na Tabela 3.4.2. Os híbridos BRS 610 e BR

700 não mostraram variação entre os estádios de maturação. Já o BRS 655 obteve comportamento variável para o teor de FDA das folhas, com valor superior no terceiro corte e inferior no segundo corte. No estágio leitoso e farináceo, não houve diferença entre os híbridos avaliados, já no estágio pastoso, o BRS 655 apresentou menor teor de FDA que os demais, que foram

semelhantes entre si. Faria Jr. (2008) encontrou aumento nos valores de FDA do estágio de enchimento até o pastoso-farináceo, com tendência a estabilização nos cortes posteriores, sendo o valor médio de 36,72%. Os valores obtidos por Pedreira *et al.* (2003) para oito híbridos de sorgo variaram entre 37,70% e 42,14%, o que está de acordo com o obtido nesse experimento.

Tabela 3.4.2. Teores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) das folhas dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (% na MS)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	36,37 ^{Aa}	38,50 ^{Aa}	41,98 ^{Aa}
BR 700	40,95 ^{Aa}	42,61 ^{Aa}	43,26 ^{Aa}
BRS 655	34,84 ^{Aab}	31,95 ^{Bb}	40,56 ^{Aa}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 10,64%

Colmo

Na Tabela 3.4.3 encontram-se os teores de FDA do colmo dos três híbridos de sorgo, colhidos em três estádios de maturação. Os colmos dos híbridos BRS 610 e BR 700 mostraram aumento do teor de FDA entre os estádios leitoso e pastoso e estabilização no corte posterior. Entretanto, o aumento para o

BRS 610 foi de 18,6% e para o BR 700 foi de 37%. Já o BRS 655 não apresentou variação no teor de FDA do colmo entre as idades de corte. No estágio leitoso não houve diferença entre os híbridos, já no estágio farináceo o BRS 655 apresentou menor teor de FDA que os demais híbridos, que foram semelhantes entre si.

Tabela 3.4.3. Teores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) do colmo dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (% na MS)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	37,53 ^{Ab}	44,52 ^{ABa}	49,12 ^{Aa}
BR 700	34,74 ^{Ab}	47,61 ^{Aa}	47,12 ^{Aa}
BRS 655	38,97 ^{Aa}	40,79 ^{Ba}	41,46 ^{Ba}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 8,28%

Os teores de FDA observados por Pedreira *et al.* (2003) para os colmos de oito híbridos de sorgo no estágio farináceo foram inferiores (29,30 a 39,36%) aos observados no presente trabalho. Enquanto que os valores observados por Faria Jr. (2008) foram superiores e variaram de 42,57% no estágio leitoso a 53,0% no estágio farináceo.

Panícula

Os teores de FDA das panículas estão apresentados na Tabela 3.4.4 e variaram de 8,55% a 23,43%. O híbrido BRS 610 apresentou redução no teor de FDA entre o estágio leitoso e o pastoso, com estabilização no corte posterior, comportamento semelhante ao observado para o teor de FDN na panícula. O BR 700 não mostrou influência do estágio de maturação sobre esse parâmetro. Já o BRS 655 obteve reduções no teor de FDA entre cortes sucessivos. Comparando-se os híbridos dentro de cada período, no primeiro corte, o BR 700 obteve menor teor de FDA na panícula que os outros materiais, que foram semelhantes entre si. Devido à redução de 46,75% no teor de FDA do BRS 610 entre o primeiro e segundo cortes, no

estádio pastoso, este híbrido igualou-se ao BR 700 e o BRS 655 apresentou o maior valor. Já no estágio farináceo o BRS 610 passou a apresentar o menor teor de FDA que os demais híbridos.

O menor teor de FDA na panícula do híbrido BR 700 no estágio leitoso indica o maior acúmulo de amido nos seus grãos em relação aos outros híbridos, o que também foi evidenciado pelo teor de FDN. Desta forma, enquanto o BR 700 apresentou valores constantes de FDA na panícula entre os estádios avaliados, o BRS 610 e BRS 655 mostraram queda acentuada desse parâmetro com o avanço da maturidade da planta.

Faria Jr. (2008) encontrou redução nos teores de FDA da panícula com o aumento da maturidade até o estágio pastoso, sem alteração nos valores para os cortes posteriores, sendo o valor médio de 17,89%. Os altos teores de FDA encontrados por Pedreira *et al.* (2003) para as panículas de oito híbridos de sorgo (23,3% a 30,6%) foram justificados pelo estresse hídrico acentuado durante o experimento (precipitação de 113 mm).

Tabela 3.4.4. Teores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) da panícula dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (% na MS)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	21,20 ^{Aa}	11,29 ^{Bb}	8,55 ^{Bb}
BR 700	15,07 ^{Ba}	12,75 ^{Ba}	12,05 ^{Aa}
BRS 655	23,43 ^{Aa}	16,90 ^{Ab}	13,91 ^{Ac}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (p<0,05) pelo teste SNK; CV= 13,02%

3.5 Celulose

Planta inteira

Na Tabela 3.5.1 são observados os valores de celulose da planta de três híbridos de

sorgo em diferentes estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo). Os valores de celulose variaram de 25,97% a 29,09% e não foram influenciados pelo avanço da maturidade da planta para todos os híbridos. Essa fração acompanhou a tendência dos

valores de FDN e FDA da planta, uma vez que estes também não sofreram efeitos do estágio de maturação. Nos estádios leitoso e pastoso não houve diferenças entre os materiais avaliados. Já no estágio farináceo o BRS 610 e o BRS 655 apresentaram o maior e o menor teor de celulose, respectivamente, sendo o BR 700

intermediário, e com valor semelhante aos demais híbridos. Faria Jr. (2008) e Araújo (2002) também não observaram alteração nos valores de celulose com o avanço do estágio de maturação da planta, sendo a variação de 28,08% a 34,32% e 26,37% a 34,99%, respectivamente.

Tabela 3.5.1. Teores de celulose (% na MS) da planta inteira dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	28,20 ^A	27,12 ^A	28,29 ^A
BR 700	29,09 ^A	28,38 ^A	27,45 ^{AB}
BRS 655	27,61 ^A	27,19 ^A	25,97 ^B
Média	28,30	27,56	27,24

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 4,69%

Frações da planta

Folhas

Os teores de celulose das folhas dos híbridos BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação estão apresentados na Tabela 3.5.2. Os valores variaram de 25,91% a 36,81%. Os híbridos BRS 610 e BR 700 não mostraram variação nos teores de celulose entre as idades de corte. Entretanto, o BRS 655 apresentou aumento dessa fração entre o estágio pastoso e o

farináceo, sendo o estágio leitoso semelhante aos outros períodos.

Faria Jr. (2008) obteve valores de celulose para as folhas do híbrido BRS 610 em oito estádios de maturação de 26,84% a 31,35%. Pedreira *et al.* (2003), avaliando oito híbridos de sorgo, obteve teores de celulose nas folhas entre 32,86% e 37,23%. Neumann *et al.* (2002), encontrou teores médio de celulose de 30,89% para as folhas de híbridos forrageiros e 35,82% para híbridos de duplo-propósito.

Tabela 3.5.2. Teores de celulose (% na MS) das folhas dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	30,44 ^{Aa}	31,01 ^{ABa}	35,42 ^{Aa}
BR 700	33,77 ^{Aa}	35,15 ^{Aa}	36,81 ^{Aa}
BRS 655	29,73 ^{Aab}	25,91 ^{Bb}	34,29 ^{Aa}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 12,13%

Colmo

Na Tabela 3.5.3 estão apresentados os teores de celulose dos colmos de três híbridos de sorgo (BRS 610, BR 700 e BRS 655) nos estádios leitoso, pastoso e farináceo. Os valores variaram de 29,81% a 40,76%. Os híbridos BRS 610 e BR 700 apresentaram comportamento semelhante com o avanço da idade de corte. Ambos mostraram aumento do teor de celulose do colmo entre o estágio leitoso e pastoso, com estabilização no corte posterior. Já o colmo do BRS 655 não obteve variação dessa fração entre os estádios de maturação avaliados. Comparando-se os híbridos dentro de um mesmo período, no primeiro corte não houve diferença significativa entre eles. No estágio pastoso e no farináceo o BRS 655 apresentou menor teor de celulose no colmo

do que os demais híbridos, que foram semelhantes entre si. O comportamento do teor de celulose do colmo do híbrido BRS 655 com o avanço da maturidade da planta foi semelhante ao observado para os teores de FDN e FDA.

No trabalho de Faria Jr. (2008) os teores de celulose do colmo do BRS 610 variaram de 35,41% a 46,42% e mostraram aumentos significativos até o estágio pastoso-farináceo, com estabilização nos cortes posteriores. Pedreira *et al.* (2003) observaram teores de celulose entre 25,97% e 34,82% para híbridos de sorgo, valores inferiores aos do presente experimento. Neumann *et al.* (2002) encontraram para híbridos forrageiros e de duplo-propósito teores médios de celulose no colmo de 27,5% e 34,86%, respectivamente.

Tabela 3.5.3. Teores de celulose (% na MS) do colmo dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	32,39 ^{Ab}	38,52 ^{Aa}	40,76 ^{Aa}
BR 700	29,81 ^{Ab}	40,27 ^{Aa}	40,75 ^{Aa}
BRS 655	33,17 ^{Aa}	34,13 ^{Ba}	34,80 ^{Ba}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 8,23%

Panícula

Os teores de celulose das panículas dos três híbridos de sorgo em três estádios de maturação são mostrados na Tabela 3.5.4. Houve influência do avanço da maturidade sobre os valores, que variaram de 6,05% a 14,27%. O híbrido BRS 610 apresentou redução do teor de celulose da panícula entre o estágio leitoso e pastoso, e estabilização no corte posterior, assim como foi observado para FDN e FDA. A panícula do BR 700 apresentou menor teor de celulose no estágio

farináceo em relação a leitoso e o estágio pastoso apresentou valor intermediário e semelhante aos demais cortes. Já o BRS 655 mostrou redução significativa dessa fração entre cortes sucessivos, sendo semelhante ao comportamento do teor de FDA na panícula com o avanço da maturidade. No estágio leitoso a panícula do híbrido BRS 655 apresentou maior teor de celulose do que a do BRS 610, que por sua vez foi superior a panícula do BR 700. Já nos cortes posteriores não houve diferença entre os híbridos avaliados. Portanto, no estágio

leitoso o BR 700 já apresentava maior translocação de nutrientes para os grãos.

Faria Jr. (2008) observou redução do teor de celulose da panícula do híbrido BRS 610,

com variação de 20,40% no estágio leitoso a 8,43% no farináceo. Neumann *et al.* (2002) e Pedreira *et al.* (2003) obtiveram valores médio de celulose na panícula de 7,84% e 22,39%, respectivamente.

Tabela 3.5.4. Teores de celulose (% na MS) da panícula dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	14,27 ^{Ba}	8,53 ^{Ab}	6,05 ^{Ab}
BR 700	10,97 ^{Ca}	8,96 ^{Aab}	7,82 ^{Ab}
BRS 655	17,17 ^{Aa}	11,00 ^{Ab}	8,20 ^{Ac}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 16,99%

3.6 Hemiceluloses

Planta inteira

Na Tabela 3.6.2 são apresentados os teores de hemiceluloses das plantas inteiras de três híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação dos grãos. Os híbridos BRS 610 e BRS 655 não mostraram variação neste parâmetro com o avanço do estágio de maturação, enquanto o BR 700 apresentou maior teor de hemiceluloses no estágio

farináceo que nos demais corte. No primeiro e segundo cortes o híbrido BRS 610 apresentou maior teor de hemiceluloses que o BRS 655, sendo o BR 700 com valor intermediário e semelhante aos demais. Já no estágio farináceo o BRS 655 apresentou menor teor de hemiceluloses que os demais híbridos, que foram semelhantes entre si. A variação nos valores de hemiceluloses obtida no presente trabalho (20,57% a 23,81%) foi inferior a obtida por Faria Jr. (2008), de 25,23% a 30,82%.

Tabela 3.6.1. Teores de hemiceluloses (% na MS) da planta inteira dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	23,81 ^{Aa}	23,05 ^{Aa}	23,08 ^{Aa}
BR 700	22,35 ^{ABb}	21,87 ^{ABb}	24,12 ^{Aa}
BRS 655	21,32 ^{Ba}	20,57 ^{Ba}	20,78 ^{Ba}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 5,31%

Frações da planta

Folhas

Não houve interação entre híbridos e estádios de maturação para os teores de hemiceluloses das folhas, como se pode observar na Tabela 3.6.2. O avanço do estádio de maturação não influenciou o teor de hemiceluloses das folhas para todos os híbridos. Todos os híbridos foram semelhantes entre si em todas as idades de

corte, com valores variando de 29,03% a 32,57%. Faria Jr. (2008) também não observou variação no teor de hemiceluloses das folhas do híbrido BRS 610 ao longo do estádio de maturação, sendo a média de 32,22%, o que está de acordo ao obtido nesse trabalho. Pedreira *et al.* (2003) encontrou valores de hemiceluloses das folhas de oito híbridos de sorgo entre 29,90% e 36,47%, entre eles o BR 700 com valor de 30,26%.

Tabela 3.6.2. Teores de hemiceluloses (% na MS) das folhas dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbrido	Estádio de maturação			Média
	Leitoso	Pastoso	Farináceo	
BRS 610	29,03	32,15	32,52	31,23
BR 700	29,52	31,47	30,71	30,57
BRS 655	32,30	32,16	31,91	32,12
Média	30,28	31,93	31,71	

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK; CV= 10,94%

Colmo

Os teores de hemiceluloses dos colmos dos híbridos BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação são mostrados na Tabela 3.6.3. Os valores variaram de 21,11% a 28,06% e não ocorreu variação entre as idades de corte para cada híbrido e entre os híbridos dentro de cada período.

Entretanto, os valores médios dos estádios de maturação indicam maior teor de hemiceluloses no estádio farináceo. Desta forma, o aumento dos teores de FDN e FDA nos colmos dos híbridos BRS 610 e BR 700, entre os estádios leitoso e pastoso, não está relacionado às hemiceluloses.

Tabela 3.6.3. Teores de hemiceluloses (% na MS) do colmo dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbrido	Estádio de maturação			Média
	Leitoso	Pastoso	Farináceo	
BRS 610	21,80 ^a	24,30 ^a	25,63 ^a	23,91 ^A
BR 700	24,36 ^a	24,04 ^a	28,06 ^a	25,49 ^A
BRS 655	21,11 ^a	21,12 ^a	25,84 ^a	22,69 ^A
Média	22,42 ^b	23,15 ^b	26,51 ^a	

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK; CV= 12,03%

Faria Jr. (2008) observou aumento no teor de hemiceluloses do colmo de 28,48% no estágio leitoso a 30,78% no farináceo. Pedreira *et al.* (2003) encontraram teores de hemiceluloses entre 20,12% e 28,68% para os colmos de oito híbridos de sorgo colhidos no estágio farináceo.

Panícula

As porcentagens de hemiceluloses nas panículas dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655, em três períodos de colheita são apresentadas na Tabela 3.6.4, sendo a variação encontrada de 12,79% a 20,04%. Todos os híbridos apresentaram

redução deste parâmetro entre o estágio leitoso e o pastoso e tendência a estabilização no corte posterior. Portanto, o teor de hemiceluloses das panículas mostrou o mesmo comportamento que o teor de FDN com o avanço da maturidade, para todos os híbridos. No estágio leitoso, a panícula do BR 700 apresentou menor teor de hemiceluloses que a do BRS 610, sendo o BRS 655 intermediário e semelhante aos demais. Nos estádios subsequentes não foram observadas diferenças entre os híbridos estudados. Os valores obtidos nesse trabalho foram inferiores aos observados por Faria Jr. (2008), que encontrou valor médio de 23,10% para o BRS 610.

Tabela 3.6.4. Teores de hemiceluloses (% na MS) da panícula dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	20,04 ^{Aa}	15,00 ^{Ab}	13,46 ^{Ab}
BR 700	16,70 ^{Ba}	13,87 ^{Ab}	13,10 ^{Ab}
BRS 655	18,52 ^{Aba}	14,11 ^{Ab}	12,79 ^{Ab}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK; CV = 11,29%

3.7 Lignina

Planta inteira

Na Tabela 3.7.1 podem ser observados os teores de lignina das plantas dos híbridos BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo). Os valores de todos os híbridos não foram influenciados pelo avanço da idade de corte, e variaram de 5,04% a 6,37%. Nos estádios leitoso e pastoso o híbrido BRS 610 apresentou menor teor de lignina do que os demais, que foram semelhantes entre si. Já no estágio farináceo o BRS 655 apresentou o maior teor de

lignina, não havendo diferença significativa entre o BRS 610 e o BR 700. Faria Jr. (2008) encontrou valores constantes para os teores de lignina da planta do BRS 610 entre estádios de maturação, como resultado da queda dessa fração na panícula, o que compensou os aumentos nas folhas e colmo. Araújo *et al.* (2007) também encontraram porcentagem de lignina inalterada com o avanço do estágio de maturação, sendo as médias de 6,0%, 6,4% e 4,8% para os híbridos BR 700, BR 701 e MASSA 03. Já Corrêa (1996) observou aumento dos teores de lignina com o avanço do estágio de maturação para dois dos três híbridos avaliados e esse aumento foi atribuído à

lignificação das partes vegetativas da planta com a maturidade. Pedreira *et al.* (2003), avaliando oito híbridos no estágio de grãos farináceos obteve valor de lignina na planta inteira entre 3,6% e 5,5%. Ferreira (2005) e Ribeiro (2005) encontraram valores médios

de lignina no material original de híbridos de sorgo de 4,47% e 6,27%, respectivamente. Já Ibrahim (2007) observou teores médios de lignina para as plantas do BR 700 de 6,89% e BRS 610 de 3,91%.

Tabela 3.7.1. Teores de lignina (% na MS) da planta inteira dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	5,17 ^B	5,04 ^B	5,30 ^B
BR 700	5,97 ^A	6,37 ^A	5,64 ^B
BRS 655	5,80 ^A	5,26 ^A	6,29 ^A
Média	5,65	5,89	5,74

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (pP0,05) pelo teste SNK; CV= 7,26%

Frações da planta

Folhas

Os teores de lignina das folhas dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação estão apresentados na Tabela 3.7.2. Os valores apresentaram variação de 5,11% a 7,49% e não mostraram diferenças significativas entre os estádios de maturação para todos os híbridos. No estágio leitoso, as folhas do BR 700 apresentaram maior teor de lignina do

que as do BRS 655, sendo o BRS 610 intermediário e semelhante aos demais híbridos. Já nos cortes posteriores não houve diferença entre os materiais avaliados. Faria Jr. (2008) observou aumento nos teores de lignina das folhas do híbrido BRS 610 com o avanço da maturidade da planta até o estágio pastoso, não diferindo nos cortes posteriores, sendo o valor médio de 6,70%. Pedreira *et al.* (2003) apresentaram teores de lignina nas folhas de híbridos de sorgo entre 3,39% e 5,73%.

Tabela 3.7.2. Teores de lignina (% na MS) das folhas dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	5,93 ^{ABa}	7,49 ^{Aa}	6,56 ^{Aa}
BR 700	7,17 ^{Aa}	7,46 ^{Aa}	6,45 ^{Aa}
BRS 655	5,11 ^{Ba}	6,04 ^{Aa}	6,27 ^{Aa}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 13,75%

Colmo

Na Tabela 3.7.3 encontram-se as porcentagens de lignina do colmo dos híbridos BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três períodos de colheita. Os valores variaram de 4,93% a 8,36%. O híbrido BRS 610 apresentou teores de lignina no colmo semelhantes entre os estádios leitoso e pastoso, ocorrendo elevação dessa fração no estádio farináceo. O colmo do BR 700 apresentou menor teor de lignina no

primeiro corte do que nos períodos posteriores, que foram semelhantes entre si. Já os valores do BRS 655 não foram influenciados pela maturidade da planta. Portanto, não houve aumento das frações fibrosas do colmo do BRS 655 com o avanço da idade de corte. Faria Jr. (2008) encontrou variação no teor de lignina do colmo entre 5,81% no estádio leitoso a 7,35% no farináceo. Comparando-se os híbridos, no estádio leitoso e no pastoso não houve diferenças significativas entre eles.

Tabela 3.7.3. Teores de lignina (% na MS) do colmo dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	5,14 ^{Ab}	6,00 ^{Ab}	8,36 ^{Aa}
BR 700	4,93 ^{Ab}	7,34 ^{Aa}	6,37 ^{Ba}
BRS 655	5,80 ^{Aa}	6,66 ^{Aa}	6,66 ^{Ba}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK; CV= 12,57%

Já no terceiro corte, o BRS 610 apresentou maior teor de lignina no colmo do que os demais híbridos, que foram semelhantes entre si. Pedreira *et al.* (2003) encontraram teores de lignina no colmo de híbridos de sorgo entre 2,61% e 4,54%.

Panícula

Os teores de lignina das panículas dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação estão apresentados na Tabela 3.7.4. O híbrido BRS 610 apresentou maior teor de lignina na panícula no estádio leitoso (6,93%) do que nos estádios pastoso e farináceo (2,75% e 2,50%, respectivamente), que não diferiram entre si. Já os híbridos BR 700 e BRS 655 não apresentaram diferenças significativas nos teores de lignina da panícula com o avanço da maturidade da planta, sendo a variação de 3,79% a 4,23% e 5,72% a 6,26%, respectivamente. Faria Jr. (2008) encontrou teor médio de lignina na panícula

do BRS 610 de 3,75%, sendo que o comportamento com a avanço da maturidade da planta foi o oposto do observado para o colmo e folhas.

Comparando-se os híbridos, no estádio leitoso, o BR 700 apresentou menor teor de lignina do que os outros híbridos, que foram semelhantes entre si. Isso indica que o BR 700 apresentou acúmulo precoce de amido. Já no estádio pastoso, o BRS 655 mostrou maior teor de lignina na panícula do que os demais híbridos, que foram estatisticamente semelhantes, mas com menor valor numérico para o BRS 610 (2,75%), do que para o BR 700 (3,79%). Já no estádio farináceo, o BRS 655 continuou apresentando o maior teor de lignina, mas passou a existir diferença significativa entre o BRS 610 e o BR 700, sendo o primeiro com valor inferior ao segundo. Os teores de lignina da panícula observados por Pedreira *et al.* (2003) variaram de 3,3% para o MASSA 03 a 6,3% para o BR 700.

Tabela 3.7.4. Teores de lignina (% na MS) da panícula dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	6,93 ^{Aa}	2,75 ^{Bb}	2,50 ^{Cb}
BR 700	4,09 ^{Ba}	3,79 ^{Ba}	4,23 ^{Ba}
BRS 655	6,26 ^{Aa}	5,91 ^{Aa}	5,72 ^{Aa}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 16,91%

Observa-se que em todos os períodos de colheita a relação estatística entre o BRS 655 e o BR 700 foi a mesma, sendo primeiro sempre com maior teor de lignina na panícula do que o segundo. As diferenças observadas na comparação entre híbridos dentro do mesmo estágio de maturação foi em decorrência da redução do teor de lignina da panícula do BRS 610 com o avanço do estágio de maturação. Este híbrido apresentou valor superior ao BR 700 no primeiro corte, semelhante no segundo corte, e inferior no terceiro corte.

Como pode ser observado, os teores de lignina das partes da planta (folha, colmo e panícula) comportaram-se de forma diferente para cada híbrido com o avanço da maturidade. Entretanto, avaliando-se a planta inteira, todos os híbridos apresentaram valores constantes de lignina com o avanço da maturidade. O BRS 655 não mostrou variação na porcentagem de lignina das folhas, do colmo e da panícula entre estádios de maturação. O BRS 610 obteve aumento do teor de lignina no colmo e redução na panícula com o avanço da idade de corte. Já o BR 700 mostrou aumento no teor de lignina do colmo, mas não houve variação para a panícula e folha. Assim, a composição e proporção de cada uma dessas frações em diferentes estádios de maturação influenciaram a porcentagem de lignina encontrada na planta inteira.

3.8 Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

Planta inteira

Na Tabela 3.4.1 são apresentados os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da planta de três híbridos de sorgo (BRS 610, BR 700 e BRS 655) em três estádios de maturação: leitoso, pastoso e farináceo. A DIVMS da planta mostrou valores semelhantes entre as idades de corte para o BRS 610, enquanto o BR 700 apresentou redução da DIVMS entre o primeiro e segundo cortes. O BRS 655 obteve maior digestibilidade no estágio leitoso do que no farináceo, sendo que o estágio pastoso apresentou valor intermediário e semelhante aos demais cortes. Segundo Corrêa (1996), o efeito do estágio de maturação sobre a digestibilidade do sorgo apresentou um comportamento variável para os diferentes híbridos avaliados. Faria Jr. (2008) e Araújo (2002), estudando o efeito do estágio de maturação sobre a digestibilidade *in vitro* de híbridos de sorgo, encontraram valores de DIVMS semelhantes entre as idades de corte das plantas. O aumento da participação dos grãos na planta com a maturidade pode ter compensado as alterações na composição e nos teores dos constituintes da parede celular (Silva *et al.*, 1999b). Já Tonani

(1995) encontrou redução na digestibilidade da planta do estágio de grãos leitosos para grãos farináceos e atribuiu esse efeito à

redução da digestibilidade da parte vegetativa das plantas e ao aumento de dureza dos grãos.

Tabela 3.8.1. Teores de digestibilidade *in vitro* (DIVMS) da matéria seca da planta inteira dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (%)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	55,43 ^{Aa}	56,13 ^{Aa}	54,12 ^{Aa}
BR 700	55,90 ^{Aa}	52,75 ^{Bb}	53,60 ^{Ab}
BRS 655	55,92 ^{Aa}	54,04 ^{ABab}	53,04 ^{Ab}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 2,82%

Comparando-se os híbridos dentro de um mesmo corte, observa-se que no estágio leitoso e farináceo não houve diferença entre eles. Já no estágio pastoso, o BRS 610 apresentou DIVMS superior ao BR 700, sendo o BRS 655 intermediário e semelhante aos demais. Os valores de DIVMS encontrados neste experimento foram inferiores aos valores médios observados por Faria Jr. (2008), de 59,11% para o BRS 610 e aos obtidos por Corrêa, de 58,92% para o AG 2006 (duplo-propósito) e 58,82% para o BR 601 (forrageiro). Por outro lado, Araújo (2002) encontrou valores inferiores para o BR 700 (52,26%), valores semelhantes para o BR 701 (54,32%) e valores superiores para o Massa 03 (58,09%). Ibrahim (2007) encontrou DIVMS semelhante para o BRS 610 (55,32%).

Frações da planta

Folhas

Os valores de DIVMS das folhas dos híbridos BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) são mostrados na Tabela 3.4.2. Os híbridos BR 700 e BRS 655 não apresentaram variação significativa na DIVMS das folhas com o avanço da maturidade da planta. Já o BRS 610 obteve redução desse parâmetro entre o estágio leitoso e o pastoso, que foi semelhante ao estágio farináceo. No estágio leitoso o BRS 655 foi semelhante ao BRS 610, sendo ambos superiores ao BR 700. No estágio pastoso, o BRS 655 apresentou maior DIVMS do que o BRS 610, que foi superior ao BR 700. No estágio farináceo não houve diferenças significativas entre os híbridos. Faria Jr. (2008), avaliando o híbrido BRS 610 em oito idades de corte, observou reduções nos valores de DIVMS das folhas de 62,17%, no estágio leitoso, a 46,30% no estágio farináceo. Neumann *et al.* (2002) encontraram valores médios de DIVMS das folhas de híbridos de sorgo forrageiro e duplo-propósito de 54,85%.

Tabela 3.8.2. Teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das folhas dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (%)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	56,80 ^{Aa}	50,10 ^{Bb}	50,39 ^{Ab}
BR 700	50,77 ^{Ba}	45,15 ^{Ca}	47,62 ^{Aa}
BRS 655	56,88 ^{Aa}	54,99 ^{Aa}	52,23 ^{Aa}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 6,24%

Colmo

Na Tabela 3.4.3 estão apresentados os teores de DIVMS dos colmos de três híbridos de sorgo em três estádios de maturação dos grãos. O híbrido BRS 610 apresentou redução gradativa da digestibilidade entre cortes sucessivos. O BR 700 mostrou redução na DIVMS entre os estádios leitoso e pastoso, enquanto para o BRS 655, a queda na DIVMS do colmo ocorreu mais tardiamente, entre os estádio pastoso e farináceo. Isso reflete o comportamento das frações fibrosas dos colmos desses híbridos e suas velocidades de maturação. O BRS 655 apresentou apenas aumento numérico, sem alteração significativa ($p>0,05$), dos teores de FDN, FDA, celulose e hemiceluloses no colmo com o avanço da idade de corte. Assim, a queda da DIVMS do colmo desse híbrido ocorreu apenas entre o segundo e o terceiro corte. Já o BR 700

apresentou aumento significativo dos teores de FDN, FDA, celulose, hemiceluloses e lignina no colmo entre o estádio leitoso e pastoso, o que provocou redução na DIVMS do colmo nesse período. Para o BRS 610 foi observado aumento nos teores de FDN, FDA e celulose entre os estádios leitoso e pastoso, entretanto, essas variações foram menos acentuadas do que o observado para o BR 700. Além disso, o aumento no teor de lignina do colmo do BRS 610 ocorreu entre o estádio pastoso e o farináceo. Assim, a redução na DIVMS no colmo desse híbrido foi mais gradativa e menos acentuada do que para o BR 700.

No primeiro e no terceiro cortes não houve diferença significativa entre os híbridos avaliados. Já no estádio pastoso o BR 700 apresentou menor teor de DIVMS do que os demais, que foram semelhantes entre si.

Tabela 3.8.3. Teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do colmo dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (%)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	55,00 ^{Aa}	51,30 ^{Ab}	46,29 ^{Ac}
BR 700	54,34 ^{Aa}	46,77 ^{Bb}	43,89 ^{Ab}
BRS 655	52,71 ^{Aa}	50,62 ^{Aa}	46,77 ^{Ab}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 4,79%

Os valores de DIVMS observados neste trabalho foram inferiores ao teor médio obtido por Faria Jr. (2008), de 60,01% para o colmo do híbrido BRS 610. Esse autor observou redução na DIVMS do colmo do enchimento até o estágio leitoso-pastoso e posterior aumento no estágio pastoso e estabilização nos cortes subsequentes. Neumann *et al.* (2002) encontraram valores médios de DIVMS do colmo de 60,1% para híbridos de sorgo forrageiro (estádio farináceo-duro) e 54,3% para híbridos de sorgo duplo-propósito (estádio pastoso-farináceo).

Panícula

Os teores de DIVMS das panículas dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655, em três estádios de maturação, estão apresentados na Tabela 3.4.4. O híbrido BRS 655 mostrou aumento gradativo na DIVMS da panícula, passando de 55,49% no estágio leitoso a 62,32% no estágio farináceo. Já o BRS 610 apresentou DIVMS inferior no primeiro corte, sendo os cortes subsequentes semelhantes entre si. Não

houve alteração na DIVMS do BR 700 com o avanço da maturidade da planta. No estágio leitoso observa-se maior DIVMS para o BR 700, o que sugere maior acúmulo de amido nos grãos para este híbrido. Nos estádios pastoso e farináceo o BRS 610 passa a apresentar maior DIVMS na panícula do que os demais híbridos. O BRS 655 mostra-se inferior aos demais híbridos em todos os cortes. Os maiores valores de DIVMS da panícula do BRS 610 nos dois últimos cortes devem estar relacionados à ausência de tanino neste material, enquanto os outros híbridos são classificados como variedades com tanino. Entretanto, os teores de tanino na planta, bem como em suas partes, não foram analisados neste trabalho. Faria Jr. (2008) observou aumento na DIVMS da panícula do enchimento (48,14%) até o estágio leitoso-pastoso (75,14%), ocorrendo estabilização deste parâmetro nos cortes subsequentes. Neumann *et al.* (2002) encontraram valores médios de DIVMS da panícula de híbridos de sorgo forrageiro e duplo-propósito de 68,20%.

Tabela 3.8.4. Teores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da panícula dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (%)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	58,88 ^{Bb}	67,73 ^{Aa}	69,50 ^{Aa}
BR 700	62,85 ^{Aa}	65,13 ^{Ba}	65,08 ^{Ba}
BRS 655	55,49 ^{Cc}	59,76 ^{Cb}	62,32 ^{Ca}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 2,42%

A digestibilidade das partes da planta (colmo, folha e panícula) tem marcada influência sobre a digestibilidade da planta inteira. Zago (1992) avaliou a digestibilidade das várias partes da planta de quatro cultivares de sorgo e encontrou a digestibilidade do colmo variando de 25% a 44%, da folha de 46% a 51% e da panícula

de 68% a 78%, o que evidencia o valor da fração panícula como componente para melhorar o valor nutritivo da silagem. Diversos autores demonstraram a correlação positiva entre a porcentagem de grãos e a digestibilidade da planta de sorgo (Cummins, 1971; Gourley e Lusk, 1977;

Salako e Felix, 1986; Hunt *et al.*, 1993; Silva, 1997).

No presente experimento, os valores de digestibilidade das frações da planta variaram de 45,15% a 56,88%; 43,89% a 55,0% e 55,49% a 69,50% para as folhas, colmo e panícula, respectivamente. Apesar da maior digestibilidade da panícula, não foi observada correlação significativa ($p > 0,05$) entre a DIVMS da planta e da panícula. Além disso, a correlação entre a porcentagem de panícula e a DIVMS da planta foi negativa ($r = -0,49$; $p < 0,05$). Isso pode ser explicado de forma geral pela queda da qualidade da parte vegetativa da planta à medida que a participação da panícula aumentou na planta. Entretanto, torna-se interessante avaliar o comportamento da DIVMS da planta separadamente para o híbrido sem tanino (BRS 610) e para as variedades com tanino (BR 700 e BR 655). O acúmulo de amido nos grãos foi suficiente para compensar o aumento das frações fibrosas, e conseqüente queda da DIVMS, nas folhas e, principalmente, no colmo do híbrido BRS 610, tornando estável a digestibilidade da planta com o avanço da maturidade. Já para os híbridos BR 700 e BRS 655, o aumento da proporção de panícula não evitou a queda na digestibilidade da planta com a maturidade. Isso pode estar relacionado à presença de taninos nos grãos, o que poderia ter levado a menor DIVMS das panículas desses híbridos em relação ao BRS 610. Assim, a queda da digestibilidade do colmo, somada ao efeito do tanino, promoveram a redução na DIVMS da planta inteira com avanço da idade de corte.

Trabalhos como o de Hart (1990), Andrade e Carvalho (1992) e Faria Jr. (2008), em que não se observou aumento da DIVMS com o aumento da proporção de grãos, chamam a atenção para a existência de outros importantes fatores que podem ser levados em conta para promover o desenvolvimento de materiais com maior potencial, como a

qualidade da fibra. O que mais interfere no adequado aproveitamento da forragem seriam os componentes da parede celular, sendo que a lignina tem papel principal. Essa fração é indigestível e pode, dependendo de sua concentração e composição estrutural, limitar a extensão da digestão (Jung, 1989; Van Soest, 1994). Araújo (2002) observou correlações entre os teores de FDN, FDA, lignina e os valores de DIVMS de -0,60, -0,62 e -0,49, respectivamente. Borges (1995) não encontrou correlações significativas da DIVMS com nenhum dos componentes da parede celular. Gontijo Neto *et al.* (2004) observaram correlação negativa (-0,65) entre FDA e DIVMS. No presente experimento houve correlação significativa ($p < 0,05$) entre a DIVMS da planta inteira, o seu teor de lignina ($r = -0,58$) e o teor de lignina do colmo ($r = -0,43$). As correlações entre os valores de DIVMS das partes da planta e seus respectivos teores de lignina foram de -0,52 para as folhas, -0,68 para o colmo e -0,83 para a panícula.

Variações na DIVMS do sorgo entre cultivares podem ser explicadas, principalmente, devido à presença ou ausência de taninos, à dureza do grão e ao estágio de maturação dos grãos à colheita (Gourley e Lusk, 1977; Streeter *et al.*, 1993; Meeske *et al.*, 1993). Malossini *et al.* (1988) encontraram altas correlações entre taninos, lignina, FDA e DIVMS, mas concluíram que embora as frações fibrosas influenciem a disponibilidade de nutrientes, os taninos foram o fator determinante da digestibilidade dos grãos de sorgo. Araújo (2002) encontrou maior correlação entre FDA e DIVMS do que as correlações entre lignina, taninos, celulose e a DIVMS. Dessa forma, os coeficientes de digestibilidade podem ser influenciados não só pelos teores de taninos, lignina, FDA e celulose, mas também por suas interações (Van Soest, 1994).

4. CONCLUSÃO

A fim de garantir um teor ideal de MS no momento de corte (25 a 35%), o híbrido BR 700 deve ser colhido antes do estágio pastoso. Já o BRS 655 e o BRS 610 apresentam um período de colheita mais amplo, com teores de MS adequados para ensilagem nos três estádios de maturação avaliados neste experimento. Os teores de PB das plantas foram baixos e não diferiram entre híbridos e entre estádios de maturação. Os teores de FDN, FDA, celulose e lignina das plantas não variaram entre os períodos de colheita, mostrando que o acúmulo de amido nos grãos compensou o aumento das frações fibrosas na parte vegetativa da planta. Os híbridos avaliados tiveram diferentes taxas de translocação de nutrientes do colmo para a panícula. Com o avanço do estágio de maturação a digestibilidade do BRS 610 manteve-se constante, ao contrário dos demais híbridos, que mostraram queda nesse parâmetro.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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 Ind. Anim.*, Nova Odessa, v.49, n.2, p.101-106, 1992.

ARAUJO, V. L., RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C. et al. Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.59, n.1, p.168-174, 2007

ARAUJO, V. L. *Momento de colheita de três genótipos de sorgo para produção de silagem*. 2002. 47p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Gaithersburg: AOAC, 2000, 17.ed, v.1, 2000.

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*. 1995. 104p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.

CARVALHO, D. D., ANDRADE, J. B., BIONDI, P. et al. Estádio de maturação na produção e qualidade do sorgo. I. Produção de matéria seca e de proteína bruta. *Bol. Ind. Anim.*, v.49, n.2, p.91-99, 1992

CHURCH, D. C. *The ruminant animal digestive physiology and nutrition*. Prentice Hall: New Jersey, 1988, 564p.

CORRÊA, C. E. S. *Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo (Sorghum bicolor L.) em diferentes estádios de maturação*. 1996, 121p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.

CUMMINS, D. G. Relationships between tannin content and forage digestibility in sorghum. *Agronomy J.* v.63, n.3, p.500-502, 1971.

CUMMINS, D. G. Yield and quality changes with maturity of silage type sorghum fodder. *Agronomy J.* v.73, n.6, p.988-990, 1981.

FARIA JÚNIOR, W. G. Avaliação agronômica e nutricional do híbrido de sorgo BRS 610 [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] em oito idades de corte. 2008. 91p. *Dissertação* (Mestrado em Zootecnia) –

Universidade Federal de Minas Gerais -
Escola de Veterinária, Belo Horizonte.

GONTIJO NETO, M. M., OBEID, J. A.,
PEREIRA, O. G. et al. Híbridos de sorgo
(*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cultivados
sob níveis crescentes de adubação.
Características agrônômicas, carboidratos
solúveis e estruturais das plantas. *Ver. Bras.
Zootec.*, v.33, n.6, p.1975-1984, 2004

GOURLEY, L. M., LUSK, J. W. Sorghum
silage quality as affected by soluble
carbohydrate, tannins and other factors. In:
ANNUAL CORN AND SORGHUM
RESEARCH CONFERENCE, 32., 1977,
Mississippi. *Proceedings...* Mississippi:
Mississippi State University. 1977. p. 157-
170.

HART, S. P. Effects of altering the grain
content of sorghum silage on its nutritive
value. *J. Anim. Sci.*, v.68, n.11, p.3832-3842,
1990.

HOLDEN, L. A. Comparison of methods of
in vitro dry matter digestibility for ten feeds.
Journal of Dairy Science, v.82, n.8, p.1791-
1794, 1999.

HUNT, C. W., KEZAR, W., HINMAN, D.
D. et al. Effects of hybrid and ensiling with
and without a microbial inoculant on the
nutritional characteristics of whole plant
corn. *J. Anim. Sci.*, v.71, p.38-43, 1993

IBRAHIM, G. H. F. *Perfil fermentativo das
silagens de seis genótipos de sorgo
(Sorghum bicolor (L.) Moench)*. 2007. 41p.
Dissertação (Mestrado em Zootecnia).
Escola de Veterinária, UFMG, Belo
Horizonte, MG.

JOHNSON, R. R., FARIA, V. P.
McCLURE, R. E. Effects of maturity on
chemical composition and digestibility of
bird resistant sorghum plants when fed to
sheeps on silages. *Journal of An. Sci.*, v.33,
n.5, p.1102-1109, 1971

JUNG, H. J. Forage lignins and their effects
on fiber digestibility. *Agronomy J.*, v.81, n.1,
p.33-37, 1989

MALLOSSINI, F., PACE, V., SETTINERI,
D. Effetto dei tannini e delle frazioni fibrose
sulla digeribilità della granella di sorgo.
Zootecnia e Nutrizione Animale, v.14, n.3,
p.199-206, 1988.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.;
HERON, S.J.E. *The biochemistry of silage*.
2ªed. Marlow: Chalcombe Publications.
1991. 340p.

MEESKE, R.; A. ASHBELL, G.;
WEINBERG, Z. G. et al. Ensiling forage
sorghum at two stages of maturity with the
addition of lactic acid bacterial inoculants.
Anim. Feed Sci. Technol., v.43, n.3-4, p.
165-175, 1993.

MINSON, D. J. Forage in ruminant
nutrition. San Diego: Academic Press, 1990.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES
FILHO, D. C. et al. Avaliação de diferentes
híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.)
Moench) quanto aos componentes da planta.
Rev. Bras. Zootec., v.31, n.1, p.302-312,
2002

NOGUERA, R.R.; SALIBA, E. O.;
GONÇALVES, L. C. et al. Utilização da
técnica de produção de gás para determinar a
cinética de fermentação dos carboidratos
estruturais e não estruturais em sorgo para
forragem. *Livestock Research for Rural
Development*, v.17 (5) 2005

PAIVA, J. A. J. Qualidade da silagem da
silagem da região metalúrgica de Minas
Gerais. Belo Horizonte: Escola de
Veterinária da UFMG, 1976. 83p.
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –
Escola de Veterinária, UFMG, Belo
Horizonte, MG.

- PEDREIRA, M. S.; REIS, R. A.; BERCHIELI, T. T. et al. Características agronômicas e composição química de oito híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, n.5, 2003
- ROCHA JR., V. R., GONÇALVES, L. C., RODRIGUES, J. A. S. et al. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. III. Valor nutricional. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.52, n.6, p.627-633, 2000.
- RODRIGUES FILHO, O., FRANÇA, A.F.S., OLIVEIRA, R.P. et al. Produção e composição de quatro híbridos de sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] submetidos a três doses de nitrogênio. *Ciênc. Anim. Bras.*, v.7, n.1, 2006.
- SALAKO, S. A., FELIX, A. *In vitro* dry matter and organic matter digestibilities of various cultivars of grain sorghum and sweet sorghum silages. *J. Anim. Sci.*, v.63, Suppl. 1, p.298. 1986
- SILVA, F. F. Qualidade de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo+folha/panícula. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1997. 94p. *Dissertação* (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.
- SILVA, F. F.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S. et al. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo+folha/panícula 1. Avaliação do processo fermentativo. *R. Bras. Zootec.*, v.28, n.1, p.14-20, 1999a.
- SILVA, F. F.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S. et al. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo+folha/panícula 1. Avaliação do valor nutritivo. *R. Bras. Zootec.*, v.28, n.1, p.21-29, 1999b.
- STREETER, M. N., WAGNER, D. G., HIBBERD, C. A. et al. Chemical and physical properties and *in vitro* dry matter and starch digestion of eight sorghum grain hybrids and maize. *Anim. Feed Sci. and Tech.*, v.44, n.1/2, p.45-58, 1993
- TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassland Soc.*, v. 18, n.2, p.104-111, 1963.
- TONANI, F. L., RUGGIERI, A. C., QUEIROZ, A. C. et al. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e da fibra em detergente neutro em silagens de híbridos de sorgo colhidos em diferentes épocas. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.53, n.1, 2001
- TONANI, F. L. Valor nutritivo das silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em diferentes estádios de maturação de grãos. Viçosa: UFV, 1995, 56p. *Dissertação* (Mestrado em Zootecnia).
- VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, v.74, n.9, p.3583-3597, 1991
- VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2 ed. Ithaca. New York: Cornell University Press. 1994. 476p.
- ZAGO, C. P. Cultura do 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: MANEJO CULTURAL DO SORGO PARA FORRAGEM. *Circular técnica*, EMBRAPA/CNPMS, n.17, 1992. p.9-26.

CAPÍTULO IV: QUALIDADE DAS SILAGENS DOS HÍBRIDOS DE SORGO BRS 610, BR 700 E BRS 655 EM TRÊS ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO

RESUMO: Avaliou-se a qualidade das silagens de três híbridos de sorgo (BRS 610, BR 700 e BRS 655) colhidos em três estádios de maturação da planta (grãos leitoso, pastoso e farináceo). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com fatorial 3 x 3 (híbridos x estádios de maturação), com quatro repetições, sendo as médias comparadas pelo teste SNK ($p < 0,05$). Os teores de matéria seca foram influenciados pelo estádio de maturação e apresentaram variação de 22,86% a 41,27%. O BR 700 apresentou maior porcentagem de matéria seca que os demais híbridos em todas as idades de corte. De acordo com os valores de pH, nitrogênio amoniacal, ácidos orgânicos e MS encontrados, as silagens dos três híbridos são classificadas como de excelente qualidade em todos os períodos de colheita. Os teores de PB e as frações fibrosas (FDN, FDA, celulose e hemiceluloses) apresentaram comportamento diferente entre estádios de maturação e entre híbridos. Os valores de lignina não foram alterados com o avanço da idade de corte. Os coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens variaram de 50,73% a 55,55% e comportaram-se de forma diferente com a maturidade para cada híbrido. No estádio leitoso o BRS 610 apresentou o menor valor de DIVMS, enquanto no estádio farináceo foi superior aos demais híbridos.

Palavras-chave: momento de colheita, valor nutritivo.

QUALITY OF THE SILAGES OF THE HYBRIDS OF SORGHUM BRS 610, BR 700 E BRS 655 IN THREE STAGES OF MATURATION

ABSTRACT: The quality of the silages of three hybrids of sorghum (BRS 610, BR 700 and BRS 655) harvested at three maturation stages (milk, soft dough and floury grains) was evaluated. A complete randomized design was used in a factorial arrangement 3 x 3 (hybrids x maturation stages), with four repetitions for treatment, and the means were compared by SNK test ($p < 0.05$). Dry matter value was influenced by maturation stage and varied from 22.86% to 41.27%. The BR 700 had higher percent of dry matter than the others hybrids in all ages. According to the values of pH, ammoniac nitrogen, organic acids and dry matter, the silages of the three hybrids were classified as excellent fermentation quality at all harvest periods. The content of crude protein and fibrous fractions (NDF, AND, cellulose and hemiceluloses) presented different behavior between the maturation stages and between hybrids. The lignin's values weren't modified with the advanced of the age of cut. The *in vitro* digestibility of the silages varied from 50.73% to 55.55% and presented different behavior with the maturity for each hybrid. In the milk stage the BRS 610 showed the minor value of digestibility, while in floury stage it was higher than the others.

Key words: nutritive value, moment of harvest.

1. INTRODUÇÃO

O processo de ensilagem é a conservação da forrageira através de fermentação anaeróbica, pela ação de bactérias ácido lácticas, que convertem os açúcares a ácidos orgânicos, principalmente ácido lático e acético. Melhores silagens são obtidas de forragem cuja composição original é menos alterada. A preservação eficiente da forragem por fermentação depende do adequado suprimento de carboidratos solúveis para produzir quantidade suficiente de ácidos orgânicos que supere a capacidade tamponante potencial da forragem, levando ao rápido abaixamento e estabilização do pH. As porcentagens de ácido acético, propiônico, butírico e lático e suas relações são importantes parâmetros na avaliação dos padrões de fermentação da silagem.

A qualidade e o valor nutritivo de uma silagem dependem, fundamentalmente, da cultivar utilizada, do estágio de maturação no momento do corte e da natureza do processo fermentativo, o que refletirá diretamente na composição química e, conseqüentemente, no desempenho animal. O estágio de maturação em que são colhidas as forrageiras e submetidas ao processo de ensilagem tem sido um dos fatores que mais alteram a qualidade e o valor nutritivo da silagem. O teor de matéria seca exerce importante influência sobre a qualidade da silagem e varia de acordo com a idade da planta. As silagens com alta umidade favorecem a produção de efluentes e o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, levando a produção de altos níveis de amônia e ácido butírico. Já as silagens com elevado teor de MS não são bem compactadas, o que propicia o desenvolvimento de fungos e a ocorrência de reações aeróbicas, com perdas de MS, de energia e produção de calor.

Sabe-se que a fermentação provoca alterações na composição das frações

nitrogenadas, reduzindo os níveis de proteína verdadeira e aumentando os níveis de aminoácidos livres ou produtos da quebra desses aminoácidos, incluindo amônia, CO₂ e aminas (Oshima e McDonald, 1978). A avaliação de silagens deve incluir métodos que possam indicar os níveis em que a proteólise ocorreu, como os teores de nitrogênio amoniacal, que refletem a velocidade de queda do pH, a qual é necessária para a inibição da atividade das enzimas proteolíticas da planta e microrganismos indesejáveis.

A avaliação das frações fibrosas é muito importante na determinação do valor nutritivo e energético dos alimentos. Segundo Minson (1990), os teores de FDN, FDA e lignina são negativamente correlacionados com a digestibilidade e o valor energético das forrageiras. Além disso, Van Soest (1994) citou que a fração FDN se correlaciona negativamente com o consumo das mesmas. Assim, silagens com menores teores de frações fibrosas tendem a ter maior digestibilidade e maior consumo, desde que não tenham outros fatores envolvidos.

O objetivo deste experimento foi avaliar a qualidade das silagens dos sorgos BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo).

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 foram cultivados e colhidos nas três idades de corte, conforme descrição no tópico material e métodos do Capítulo II.

As plantas foram cortadas manualmente, rente ao solo, e picadas em picadeira estacionária. O material foi amostrado de forma homogênea e ensilado em silos de laboratórios fabricados com tubos de PVC, tendo 10 cm de diâmetro e 40 cm de comprimento. A compactação foi realizada com o auxílio de um soquete de madeira e os

silos foram fechados com tampas de PVC dotadas de válvula tipo Bunsen, lacrados com fita adesiva e identificados. Foram utilizadas duas réplicas por amostra (dois silos por híbrido, por corte e por canteiro), totalizando 24 silos por corte e 72 silos para todo o experimento.

A abertura dos silos ocorreu aos 56 dias de fermentação. Uma avaliação visual com observação do aspecto, cheiro e presença ou não de mofo foi realizada durante a abertura do material. Parte desse material foi submetida à prensagem em prensa hidráulica para retirada do suco para avaliação imediata do pH em potenciômetro com escala expandida Beckman e nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total ($N-NH_3/NT$) através de destilação com cloreto de cálcio e óxido de magnésio, utilizando-se uma solução de ácido bórico como solução receptora e ácido clorídrico para titulação (AOAC, 2000). Parte do suco da silagem, 10 ml, foi congelada com adição de ácido metafosfórico 25%, na proporção de 5 ml do suco para 1 ml do conservante, para posterior análise de ácidos orgânicos em cromatografia gasosa (cromatógrafo Shimadzu GC-17) utilizando-se uma coluna capilar Nukol.

A outra parte da silagem foi pesada e pré-seca em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. Após o resfriamento do material, realizou-se a pesagem para determinação da matéria pré-seca. As amostras pré-secas foram processadas e analisadas conforme descrito no tópico Material e métodos do Capítulo III.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado em fatorial 3x3, sendo três híbridos, três idades de corte e quatro repetições (canteiros), utilizando-se o seguinte esquema de análise de variância:

Fontes de variação	Graus de liberdade
Total	35
Híbrido	2
Idade de corte	2
Híbrido x Idade de corte	4
Erro	27

Modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + H_i + C_j + (H*C)_{ij} + e_{ij}$$

em que,

Y_{ij} = observação da variável resposta do híbrido “i” no estágio de maturação “j”

μ = média geral

H_i = efeito do híbrido; i= BRS 610, BR 700 e BRS 655

C_j = efeito do estágio de maturação; j= leitoso, pastoso e farináceo

$(H*C)_{ij}$ = efeito da interação híbrido x estágio de maturação

e_{ij} = erro aleatório do híbrido “i” no estágio de maturação “j”

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote estatístico SAEG (2007) e as médias comparadas pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teores de matéria seca (MS)

Os teores de matéria seca (MS) das silagens dos híbridos BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estágios de maturação dos grãos estão apresentados na Tabela 4.1. Os valores variaram de 22,86% a 41,27%. Os híbridos

BRS 610 e BR 700 mostraram aumento gradativo das porcentagens de MS entre cortes sucessivos. Já o BRS 655 obteve elevação do teor de MS somente entre o estágio pastoso e o farináceo. Os acúmulos de MS entre o primeiro e o terceiro corte foram de 29%, 47% e 18% para o BRS 610, BR 700 e BRS 655, respectivamente. Em todos os períodos o BR 700 apresentou maior teor de MS que os demais. No estágio leitoso o BRS 610 apresentou maior porcentagem de MS que o BRS 655, enquanto no estágio pastoso essa relação se inverteu e no estágio farináceo não houve diferença entre eles.

Houve correlação significativa ($p < 0,05$) entre o teor de MS da silagem e a porcentagem de panícula ($r = 0,78$) e de colmo ($r = -0,82$) na planta, mostrando a influência dessas frações na qualidade da silagem. Não só a proporção das partes da planta deve ser considerada, mas também o teor de umidade de cada uma delas, já que correlação foi alta entre a porcentagem de MS da silagem e o teor de MS das folhas ($r = 0,86$), do colmo ($r = 0,58$) e da panícula ($r = 0,74$).

No sorgo a porcentagem de MS varia com a idade de corte, com a natureza do colmo e com a proporção dos vários constituintes da planta (colmo, folha e panícula) (Silva,

1997). O maior valor de MS da silagem do BR 700 pode estar relacionado ao menor teor de umidade do colmo, à desidratação mais intensa das folhas e/ou à maior proporção de panícula e menor de colmo na planta do que os demais híbridos, o que levou ao maior teor de MS na planta inteira. A elevação considerável nos teores de MS entre cortes para o híbrido BR 700 indicam que o intervalo de colheita deste material no ponto ideal de ensilagem é bastante reduzido.

Segundo Paiva (1976), silagens de boa qualidade devem ter de 30% a 35% de MS. Para Pizarro (1978) essa faixa seria mais ampla, variando de 28 a 38% de MS. Já McDonald *et al.* (1991) afirma que quando há adequada quantidade de carboidratos solúveis, teores de MS de 20% são suficientes para garantir boa fermentação. Para Van Soest (1994) os valores de MS das silagens deveriam estar em torno de 30%, pois assim é garantido o maior consumo animal.

É importante lembrar que a estimativa do conteúdo de água em produtos fermentados tem como limitação a perda de substâncias voláteis durante a secagem em estufa, podendo subestimar o conteúdo de MS da silagem (Van Soest, 1994).

Tabela 4.1. Teores de matéria seca (MS) das silagens dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (%)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	22,86 ^{Cc}	27,34 ^{Bb}	29,52 ^{Ba}
BR 700	28,06 ^{Ac}	38,66 ^{Ab}	41,27 ^{Aa}
BRS 655	25,67 ^{Bb}	25,54 ^{Cb}	30,29 ^{Ba}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK; CV= 10,00%

Araújo *et al.* (2007) observaram aumento gradativo dos teores de MS das silagens dos híbridos BR 700, BR 701 e MASSA 03 com o avanço do estágio de maturação, sendo as médias dos híbridos de 39,03%, 36,78% e 39,91%, respectivamente. Esse autor encontrou para o BR 700 teores de MS de 30,46%, 39,35% e 44,43%, para os estádios leitoso, pastoso e farináceo, respectivamente, valores superiores aos observados nesse trabalho para os mesmos períodos. Pires *et al.* (2006), avaliando três híbridos de sorgo em oito idades de corte, também observaram elevação da MS das silagens com a maturidade (20,78% a 41,89%), encontrando para o BR 700 valores de 25,31%, 32,52% e 39,74% para os estádios leitosos, pastoso e farináceo, respectivamente. Já Molina *et al.* (2002) encontraram teores de MS para o BR 700 e BR 601 de 27,6% e 20,8% no estágio leitoso, 39,3% e 26,2% no pastoso e 44,9% e 28,2% no farináceo, respectivamente.

Ibrahim (2007) observou teores médios de MS para o BRS 610 de 28,53% e para o BR 700 de 39,49%. Ferreira (2005) observou 28,53% de MS para o BRS 610 ensilado no estágio leitoso-pastoso, valor superior ao encontrado nesse trabalho para estágio de maturação semelhante. Neumann *et al.* (2004), obtiveram valores médios de MS de 32,65% para híbridos forrageiros colhidos no estágio farináceo-duro e 34,80% para híbridos de duplo-propósito colhidos no estágio pastoso-farináceo, evidenciando que a panícula foi a fração que mais contribuiu para a elevação do teor de MS da planta e da respectiva silagem. O mesmo comportamento foi observado por Silva *et al.* (1999) que mostraram valores de MS inferiores para híbridos forrageiros (25,27%) comparados aos de duplo-propósito (30,13%) e graníferos (31,02%).

Potencial de hidrogênio (pH)

Os valores de pH das silagens dos três híbridos de sorgo colhidos em três estádios

de maturação são mostrados na Tabela 4.2. O BRS 655 não apresentou alteração no pH entre os períodos de colheita. Já o BR 700 obteve aumento do teor de pH entre cortes sucessivos, de 3,88 a 4,22. E o BRS 610 apresentou valor de pH no estágio farináceo (4,03) superior ao estágio leitoso (3,94). Uma possível explicação para o efeito do estágio de maturação sobre o pH é o efeito de umidade. Para Van Soest (1994), a acidificação é inibida pela falta de água, sendo que o pH é inversamente correlacionado com o teor de umidade. Pires *et al.* (2006) e Araújo *et al.* (2007) encontraram aumentos nos valores de pH com a maturidade e altas correlações entre teores de MS e pH, $r=0,86$ e $r=0,82$ ($p<0,01$), respectivamente. Faria Jr. (2008) também observou aumento do pH das silagens do híbrido BR 610 de 3,7, no estágio leitoso, a 4,5, no estágio de grãos secos. No presente trabalho também foi observada correlação significativa ($p<0,05$) entre o teor de MS da silagem e o valor de pH ($r = 0,82$)

Comparando-se os híbridos em um mesmo período, não houve diferença entre os materiais avaliados no estágio leitoso. Já nos cortes posteriores o BR 700 apresentou valor de pH superior aos demais híbridos, que foram semelhantes entre si. O teor de MS mais elevado da planta do híbrido BR 700 pode ter dificultado a compactação, fermentação, distribuição dos ácidos produzidos e, conseqüentemente, a redução do pH. Existe uma estreita relação entre a extensão de queda de pH necessária para boa conservação da silagem e o teor de MS da mesma. Quando a forragem apresenta teor de MS superior a 35%, o valor de pH tem menor importância do que em silagens com maior umidade, pois os microrganismos são inibidos pela alta pressão osmótica e ausência de água. Conseqüentemente, as silagens com alto teor de MS podem apresentar-se bem preservadas apesar do pH não estar baixo, o que não se aplica a silagens com baixo teor

de MS (Muck, 1988; Van Soest, 1994; Silva, 1997).

Está bem definido que os sorgos utilizados no Brasil geralmente têm um nível de carboidratos solúveis suficiente para uma boa fermentação, com conseqüente queda no pH para garantir adequada fermentação (Nogueira, 1995; Borges, 1995; Brito *et al.*, 2000; Araújo, 2002). Segundo Paiva (1976), silagens boas apresentam pH entre

3,8 e 4,2. Desta forma, com relação à variação nos valores de pH encontrada neste experimento (3,9 a 4,2), pode-se classificar as silagens como de boa qualidade. Contudo, é necessário considerar o tempo gasto para a queda do pH, pois o pH final não garante que a proteólise foi minimizada e que a atividade clostridiana foi prevenida (Muck, 1988; McDonald *et al.*, 1991).

Tabela 4.2. Valores de pH das silagens dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	3,94 ^{Ab}	3,99 ^{Bab}	4,03 ^{Ba}
BR 700	3,88 ^{Ac}	4,11 ^{Ab}	4,22 ^{Aa}
BRS 655	3,93 ^{Aa}	3,97 ^{Ba}	4,00 ^{Ba}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 1,15%

Nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT)

Os níveis de nitrogênio amoniacal no suco das silagens dos três híbridos de sorgo colhidos em três idades de corte estão apresentados na Tabela 4.3. Os valores de NH₃/NT foram baixos, com variação de 1,36% a 2,25%, indicando baixo grau de proteólise. Os híbridos BRS 610 e BR 700 não mostraram variação entre estádios de

maturação. Já o BRS 655 obteve redução no teor de NH₃/NT entre o primeiro e o segundo corte, que foi semelhante ao terceiro corte. No estágio leitoso o BRS 655 apresentou maior teor de NH₃/NT que os demais híbridos. Nos cortes posteriores o BRS 655 passou a apresentar menor valor para este parâmetro do que o BRS 610 e BR 700, que foram semelhantes entre si.

Tabela 4.3. Valores de nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total (N-NH₃/NT) das silagens dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	1,88 ^{Ba}	2,08 ^{Aa}	2,09 ^{Aa}
BR 700	1,72 ^{Ba}	2,05 ^{Aa}	1,96 ^{Aa}
BRS 655	2,25 ^{Aa}	1,36 ^{Bb}	1,43 ^{Bb}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (p<0,05) pelo teste SNK; CV= 10,54%

Faria Jr. (2008) observou aumento progressivo nos valores de NH₃/NT à medida que avançou o estágio de maturação da planta, com variação de 1,25% a 5,99%, e atribuiu esse efeito à elevação dos teores de MS e pH e redução nos níveis de ácido láctico nos estádios mais avançados de corte. Entretanto, Pires *et al.* (2006) observaram valores de NH₃/NT superiores (6,03% a 7,79%), e redução desse parâmetro com a maturidade em função da elevação dos teores de MS, já que a umidade é um importante fator que leva ao aumento da proteólise. Já Araújo *et al.* (2007) não observaram influência do estágio de maturação sobre os teores de NH₃/NT e encontraram valores médios de 5,53%, 5,44% e 7,12% para os híbridos BR 700, BR 701 e MASSA 03, respectivamente.

Os níveis de NH₃ alcançados neste experimento estão bem abaixo de 10% do N-

total, nível considerado por Oshima e McDonald (1978) como adequado em silagens com fermentação láctica e, conseqüentemente, de boa qualidade. Desta forma, as silagens dos híbridos avaliados no presente experimento apresentaram proteólise reduzida em todos os estádios de maturação.

Ácidos orgânicos da silagem

A Tabela 4.4 apresenta os teores de ácidos orgânicos (acético, butírico e láctico) das silagens dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 nos três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo). A produção de ácido propiônico não foi detectada pela cromatografia no suco da silagem, portanto seus valores foram considerados iguais a zero.

Tabela 4.4. Teores de ácidos orgânicos: ácido acético, butírico e láctico das silagens dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Acético (%)			
Híbridos	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	1,34 ^{Aa}	0,99 ^{Aab}	0,73 ^{Ab}
BR 700	1,15 ^{Aa}	0,85 ^{Aab}	0,53 ^{Ab}
BRS 655	1,45 ^{Aa}	1,26 ^{Aa}	0,96 ^{Aa}
Butírico (%)			
Híbridos	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	0,00 ^{Ab}	0,00 ^{Ab}	0,06 ^{Aa}
BR 700	0,00 ^{Ab}	0,02 ^{Aab}	0,04 ^{Aa}
BRS 655	0,01 ^{Aa}	0,02 ^{Aa}	0,04 ^{Aa}
Láctico (%)			
Híbridos	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	7,63 ^{Ab}	9,48 ^{Aa}	7,33 ^{Ab}
BR 700	5,80 ^{Ba}	5,31 ^{Ca}	4,48 ^{Ba}
BRS 655	9,05 ^{Aa}	7,67 ^{Bab}	6,03 ^{ABb}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si dentro de cada ácido orgânico (P<0,05) pelo teste SNK; CV acético = 29,07%; CV butírico = 98,82%; CV láctico = 16,69%

Ácido acético

Os valores de ácido acético foram influenciados pela idade de corte para os híbridos BRS 610 e BR 700, que mostraram menor porcentagem deste ácido no estágio leitoso em relação ao farináceo, sendo o estágio pastoso com valor intermediário e semelhante aos demais. Já o BRS 655 não apresentou variação significativa no teor de ácido acético entre períodos de colheita, ocorrendo apenas uma tendência numérica de redução. Não houve diferença entre os híbridos em todos os estádios de maturação.

O ácido acético possui menor eficiência para um adequado abaixamento do pH da silagem e sua presença em grandes proporções está relacionada à ação prolongada de enterobactérias e bactérias heterofermentativas, cujas fermentações acarretam maiores perdas de matéria seca e energia (Muck e Bolsen, 1991). O ácido acético e outros ácidos graxos voláteis, que não o láctico, são fracos e, em uma boa silagem com pH de 3,8 a 4,2, somente 10% estão ionizados (Moisio e Heikonen, 1994). A variação nos teores de ácido acético deste experimento (0,53% a 1,45%) foi inferior à encontrada por Faria Jr. (2008), que citou 0,89% a 2,72%, e por Molina *et al.* (2002), que encontrou 1,1% a 2,8%. Araújo *et al.* (2007) encontrou variação no teor de ácido acético de 0,75% a 2,0%.

De acordo com Silveira (1975) a existência de alta correlação entre a concentração de lactato e acetato pode significar que o acetato da silagem possivelmente foi produzido a partir de fermentações heteroláticas e não de fermentações secundárias. Neste experimento, a correlação encontrada entre esses ácidos orgânicos foi 0,66 ($p < 0,05$).

Ácido butírico

Os valores de ácido butírico variaram de 0,0 a 0,06%, o que segundo Paiva (1976)

classificaria as silagens como muito boas ($< 0,1\%$ de ácido butírico). Silagens com presença de fermentação butírica possuem elevado pH e alto teor de nitrogênio amoniacal, caracterizando forragem mal preservada, com baixa ingestão de matéria seca e pobre utilização do nitrogênio pelo animal (Leibensperger e Pitt, 1987). O BRS 610 apresentou produção de ácido butírico apenas no estágio farináceo (0,06%). Já o BR 700 apresentou maior teor de ácido butírico no terceiro corte (0,04%), que foi semelhante ao segundo corte (0,02%), não havendo produção no estágio leitoso. O BRS 655 apresentou produções desse ácido em todos os períodos, com variação de 0,01% a 0,04%, sendo os valores semelhantes entre si. Comparando-se os híbridos, não houve diferenças entre eles em todos os estádios de maturação.

Faria Jr. (2008) obteve valores de ácido butírico para silagens do híbrido BRS 610 de 0,03% a 0,12%, sendo os valores constantes até o estágio farináceo, com acréscimos significativos nos cortes posteriores. Molina (2000) não observou diferenças neste parâmetro entre os estádios leitoso, pastoso e farináceo, sendo as médias de 0,07%, 0,06% e 0,02%, respectivamente.

Ácido láctico

Com relação ao ácido láctico, o BRS 610 apresentou maior valor no estágio farináceo (9,48%) em comparação com os demais períodos de corte, que foram semelhantes entre si. O BR 700 não mostrou alteração no teor de ácido láctico entre os estádios de maturação, apenas uma tendência de queda, com variação de 5,80% a 4,48%. Já o BRS 655 mostrou maior valor no estágio leitoso (9,05%) em relação ao estágio farináceo (6,03%), sendo o estágio pastoso intermediário e semelhante a ambos (7,67%). Comparando-se os híbridos, no primeiro corte o BR 700 apresentou menor teor de ácido láctico do que os demais, que foram semelhantes entre si. No estágio

pastoso o BR 700 também mostrou o menor valor, mas o BRS 610 foi superior ao BRS 655. No terceiro período o BRS 610 apresentou maior porcentagem de ácido láctico do que o BR 700, e o BRS 655 apresentou valor intermediário e semelhante aos outros híbridos.

Segundo McDonald *et al.* (1991) o ácido láctico é o principal regulador da acidez da forrageira dentro do silo. Araújo *et al.* (2007) encontraram reduções no conteúdo de ácido láctico à medida que o teor de MS da silagem aumentou e citam correlações negativas ($p < 0,001$) entre ácido láctico e MS ($r = -0,75$), e entre ácido láctico e pH ($r = -0,54$). Os valores descritos por esses autores (6,30% a 15,42%) foram superiores aos encontrados neste experimento. Faria Jr. (2008) obteve valores de ácido láctico entre 3,80% e 10,48%, que foram estáveis até o estágio farináceo, com reduções nos cortes posteriores (estádios duro e seco). Molina *et al.* (2002) não observaram influência do

avanço da maturidade da planta de híbridos de sorgo sobre os teores de ácido láctico, sendo os valores médios de 9,1%, 7,3% e 7,9% para os estádios leitoso, pastoso e farináceo, respectivamente. De acordo com Paiva (1976), silagens muito boas apresentam teores de ácido láctico acima de 5,0%, o que foi observado para todos os híbridos avaliados nos três estádios de maturação, com exceção para o BR 700 no estágio farináceo, que apresentou valor um pouco inferior (4,48%).

Classificação das silagens segundo Tomich *et al.* (2003)

Segundo a classificação proposta por Tomich *et al.* (2003) apresentada no Capítulo II, item 2.2.3, foi elaborada a Tabela 4.5, onde está apresentada a pontuação das silagens dos híbridos BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação.

Tabela 4.5. Pontuação e classificação das silagens dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Estádio Leitoso						
Híbridos	pH e MS	N-NH ₃ /NT	Acético (%)	Butírico (%)	Pontuação Final	Classificação
BRS 610	25	25	0	50	100	Excelente
BR 700	25	25	0	50	100	Excelente
BRS 655	25	25	0	50	100	Excelente
Estádio Pastoso						
Híbridos	pH e MS	N-NH ₃ /NT	Acético (%)	Butírico (%)	Pontuação Final	Classificação
BRS 610	25	25	0	50	100	Excelente
BR 700	25	25	0	50	100	Excelente
BRS 655	25	25	0	50	100	Excelente
Estádio Farináceo						
Híbridos	pH e MS	N-NH ₃ /NT	Acético (%)	Butírico (%)	Pontuação Final	Classificação
BRS 610	25	25	0	50	100	Excelente
BR 700	25	25	0	50	100	Excelente
BRS 655	25	25	0	50	100	Excelente

As silagens dos três híbridos avaliados podem ser consideradas de excelente qualidade em todos os estádios de maturação.

Proteína Bruta (PB)

Na Tabela 4.6 estão apresentados os teores de proteína bruta (PB) das silagens dos três híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação dos grãos, que variaram de 5,71% a 6,81%. O híbrido BRS 610 não mostrou variação do teor de PB entre as idades de corte. Para o BR 700, o estágio leitoso

apresentou maior porcentagem de PB do que o estágio pastoso, e o último corte apresentou valor intermediário e semelhante aos demais períodos. O BRS 655 mostrou menor teor de PB no estágio farináceo em relação aos dois primeiros cortes, que foram semelhantes entre si. Comparando-se os híbridos dentro de um mesmo período, não houve diferença entre eles nos estádios leitoso e farináceo. Já no estágio pastoso o BRS 655 mostrou maior teor de PB do que o BR 700, e o BRS 610 apresentou valor intermediário e semelhante aos demais.

Tabela 4.6. Teores de proteína bruta (PB) das silagens dos três híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (% na MS)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	6,15 ^{Aa}	6,13 ^{ABa}	5,71 ^{Aa}
BR 700	6,49 ^{Aa}	5,81 ^{Bb}	5,96 ^{Aab}
BRS 655	6,81 ^{Aa}	6,66 ^{Aa}	6,10 ^{Ab}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste SNK; CV = 6,09%

Faria Jr. (2008) encontrou variação nos valores percentuais de PB de 5,99% a 7,27%. Araújo *et al.* (2007) citaram teores de PB de 6,07% a 7,84%, ocorrendo influência do estágio de maturação devido à redução dos níveis de PB das frações folha e colmo, em razão da mobilização de nitrogênio e carboidratos solúveis para a formação das panículas. Pires *et al.* (2006) observaram reduções significativas das porcentagens de PB com o avanço do estágio de maturação (8,52% a 6,38%) para os três híbridos de sorgo avaliados. De acordo com Corrêa (1996), apesar da redução de proteína bruta observada com o avanço do estágio de maturação, esse parâmetro é pouco relevante na determinação do ponto de colheita do sorgo para a ensilagem.

Deve-se interpretar com critério as concentrações de PB nas silagens, pois este parâmetro não leva em consideração as alterações na fração nitrogenada, que podem ser significativas ao final do processo fermentativo (McDonald *et al.*, 1991). Assim, os dados de PB só são conclusivos quando acompanhados de um dado que permita a avaliação da constituição desta fração protéica. Neste experimento, os teores de nitrogênio amoniacal foram determinados para avaliação do grau de proteólise (Tabela 4.3).

Os valores de PB encontrados neste experimento (5,71% a 6,81%) foram inferiores aos observados por Ferreira (2005), de 5,60% a 7,45% e por Molina *et al.* (2002), de 5,7% a 7,8%. Entretanto,

foram próximos aos valores médios observados por Neumann *et al.* (2004), de 5,55% para híbridos forrageiros e 5,85% para híbridos de duplo-propósito, e por Silva *et al.* (1999), de 5,7% a 6,8%. Segundo Church (1988) a dieta de ruminantes deve conter pelo menos 7,0% de proteína bruta para fornecer nitrogênio suficiente para o desenvolvimento normal de bactérias ruminais, permitindo uma fermentação eficiente. Desta forma, torna-se necessária a suplementação protéica para a utilização eficiente das silagens avaliadas neste experimento, já que os três híbridos apresentaram teores de PB inferiores a 7,0% em todos os períodos de corte.

Silva (1997), estudando a influência das proporções das partes da planta (folha, colmo e panícula) no teor de PB da planta, observou que as silagens só apresentaram o requisito mínimo de 7,0% de PB quando a participação da panícula foi superior a 40%. No entanto, no presente trabalho isso não ocorreu, pois no estádio farináceo os híbridos BRS 610, BR 700 e BRS 655 apresentaram teores de PB de 5,71%, 5,96% e 6,10% de PB, embora eles apresentassem 42,45%, 50,22% e 43,82% de panícula na

MS da planta (Capítulo II; Tabela 2.3). O estudo das correlações ($p < 0,05$) mostrou a grande relação entre a concentração protéica da silagem e os teores de PB da folha ($r = 1,0$) e do colmo ($r = 0,72$).

Frações fibrosas

Fibra insolúvel em detergente neutro (FDN)

Os valores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) oscilaram de 52,85% a 59,32%, como se pode observar na Tabela 4.7. Para os híbridos BRS 610 e BRS 655 o estádio leitoso mostrou maior teor de FDN do que o pastoso e o farináceo, que foram semelhantes entre si. Já o BR 700 apresentou maior porcentagem de FDN no estádio leitoso do que no farináceo, sendo o estádio pastoso semelhante aos demais. Não houve diferença entre os híbridos avaliados no primeiro e no terceiro cortes. Já no segundo corte, o BR 700 e o BRS 655 obtiveram o maior e o menor teor de FDN, respectivamente, sendo o BRS 610 intermediário.

Tabela 4.7. Teores de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) das silagens dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (% na MS)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	59,32 ^{Aa}	54,94 ^{ABb}	54,89 ^{Ab}
BR 700	59,69 ^{Aa}	57,26 ^{Aab}	55,80 ^{Ab}
BRS 655	58,37 ^{Aa}	52,85 ^{Bb}	52,85 ^{Ab}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK; CV = 3,77%

Araújo *et al.* (2007) obtiveram valores médios de FDN de 62,6%, 61,5% e 59,1% para os híbridos BR 700, BR 701 e MASSA 03, respectivamente. Estes autores não observaram diferenças significativas nesses

teores entre épocas de corte. Molina *et al.* (2002) também não verificaram influência do estádio de maturação sobre a porcentagem de FDN, sendo o valor médio de 41,2%, 49,4% 50,5% para híbridos

graníferos, forrageiros e de duplo-propósito, respectivamente. Já Pires *et al.* (2006) observaram reduções nos níveis de FDN à medida que avançou o estágio de maturação (64,98% a 50,52%), provavelmente devido ao aumento da participação das panículas e redução da proporção de colmos e folhas no material ensilado. Os valores de FDN encontrados por Faria Jr. (2008) oscilaram de 53,14% a 61,19%, valores próximos aos observados neste experimento. Esse autor encontrou menores teores de FDN nos estádios leitoso-pastoso e pastoso-farináceo, com aumento nos cortes subsequentes, o que indica que o aumento da participação da panícula não foi suficiente para compensar as elevações das frações fibrosas no colmo e folha em estádios mais avançados de maturação do sorgo. No presente experimento foram encontradas correlações significativas ($p < 0,05$) entre o teor de FDN da silagem e as porcentagens de colmo ($r = 0,41$) e de panícula ($r = -0,53$).

Existe uma tendência de se associar a altura do híbrido a maior ou menor porcentagem de grãos na massa ensilada e, conseqüentemente, ao maior ou menor nível de fibra na silagem. Neumann *et al.* (2004) observaram valores médios de FDN de 73,66% para híbridos forrageiros e 66,62% para híbridos de duplo-propósito. Essa diferença foi significativa e reflete as características fenotípicas da planta, como menor porte e maior porcentagem de

panícula, que conferem aos híbridos de duplo-propósito menor teor de FDN. Esse comportamento não foi observado no presente trabalho, já que o híbrido BR 700, apesar de apresentar menor altura e maior porcentagem de panícula do que os demais híbridos avaliados, não apresentou menor porcentagem de FDN.

Fibra insolúvel em detergente ácido (FDA)

Na Tabela 4.8 são mostrados os valores de fibra em detergente ácido (FDA) das silagens dos três híbridos de sorgo em três estádios de maturação. Os híbridos BRS 610 e BRS 655 mostraram comportamento semelhante com o avanço da maturidade da planta, com maiores valores de FDA no estágio leitoso do que nos cortes posteriores, que foram semelhantes entre si. Já o BR 700 apresentou menor teor de FDA no estágio farináceo do que nos estádios leitoso e pastoso, que não diferiram entre si. Não houve diferença significativa entre os híbridos em todos os períodos de colheita. As correlações foram significativas ($p < 0,05$) entre o teor de FDA da silagem e as porcentagens de colmo ($r = 0,58$) e de panícula ($r = -0,70$). Essa relação é esperada, já que a maior participação de grãos na massa ensilada e, conseqüentemente, menor proporção de colmo promovem redução do teor de frações fibrosas.

Tabela 4.8. Teores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) das silagens dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (% na MS)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	37,45 ^{Aa}	34,44 ^{Ab}	35,15 ^{Ab}
BR 700	37,34 ^{Aa}	35,55 ^{Aa}	32,89 ^{Ab}
BRS 655	36,87 ^{Aa}	33,72 ^{Ab}	32,91 ^{Ab}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK; CV= 3,85%

Os valores de FDA oscilaram de 32,89% a 37,45%, sendo esta variação de acordo com as observadas por Faria Jr. (2008) (30,40% a 35,89%) e por Araújo *et al.* (2007) (34,48% a 38,67%). Neumann *et al.* (2004) obtiveram valores médios de 35,19% e 31,84% para híbridos forrageiros e de duplo-propósito, respectivamente. Molina *et al.* (2002) observaram teores médio de 23,85%, 29,9% e 31,15% para híbridos graníferos, forrageiros e de duplo-propósito, respectivamente. Ferreira (2005) observou valores de FDA para híbridos forrageiros de 26,79% a 28,82%, sendo inferiores aos deste experimento.

Com relação ao efeito do estágio de maturação sobre os teores de FDA, Araújo *et al.* (2007) e Molina *et al.* (2002) não observaram variações nos teores de FDA com o avanço da maturidade da planta. Já Corrêa (1996) obteve queda nessa fração entre o estágio leitoso (35,15%) e farináceo (31,06%).

Hemiceluloses

Os valores de hemiceluloses das silagens dos híbridos BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação estão apresentados na Tabela 4.9. Não houve influência do estágio de maturação sobre as porcentagens de hemiceluloses para todos os híbridos. Comparando-se os híbridos dentro

de cada período de colheita, no estágio leitoso não foi observada diferença entre os materiais avaliados. No estágio pastoso o BR 700 mostrou maior teor de hemiceluloses do que o BRS 655, e o BRS 610 apresentou valor intermediário e semelhante aos demais híbridos. Já no estágio farináceo o BR 700 apresentou maior porcentagem desta fração do que os híbridos BRS 610 e BRS 655, que foram semelhantes entre si.

Como não houve redução do teor de hemiceluloses das silagens com o avanço do estágio de maturação, pode-se esperar que a redução nos valores de FDN e FDA observados esteja relacionada à variação de outros constituintes dessas frações.

A variação nos teores de hemiceluloses foi de 19,13% a 22,91%, sendo inferior às observadas por Faria Jr. (2008) (22,74% a 25,31%), Araújo (2006) (20,03% a 33,51%), Ibrahim (2007) (26,29%) e Ribeiro (2005) (30,35%). Pires *et al.* (2006) observaram redução no teor de hemiceluloses com a maturidade da planta, de 25,03% no estágio leitoso a 22,31% no farináceo. Já no trabalho de Molina *et al.* (2002) não houve diferenças no teor de hemiceluloses entre cortes nos estádios leitoso (22,1%), pastoso (21,5%) e farináceo (22,4%), estando de acordo com o observado neste experimento.

Tabela 4.9. Teores de hemiceluloses (% na MS) das silagens dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	21,87 ^{Aa}	20,50 ^{Aba}	19,74 ^{Ba}
BR 700	22,35 ^{Aa}	21,71 ^{Aa}	22,91 ^{Aa}
BRS 655	21,50 ^{Aa}	19,13 ^{Ba}	19,94 ^{Ba}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 6,55%

Celuloses

Na Tabela 4.10 estão apresentados os teores de celulose das silagens dos híbridos BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação dos grãos. Os híbridos BS 610 e BRS 655 apresentaram maior teor de celulose no estágio leitoso do que os cortes posteriores, que foram semelhantes entre si. Já o BR 700 apresentou valores semelhantes nos estádios leitoso e pastoso, que foram superiores ao estágio farináceo. Na comparação entre híbridos, no primeiro corte não houve diferenças significativas

entre eles. No estágio pastoso, o BR 700 foi superior ao BRS 655, sendo o BRS 610 semelhante a ambos. Já no estágio farináceo, o BR 700 e o BRS 655 foram semelhantes entre si e inferiores ao BRS 610. A variação encontrada (26,82% a 31,88%) foi superior à observada por Faria Jr. (2008) (24,2% a 29,7%) e por Molina (2000) (15,69% a 26,50%), mas inferior aos valores relatados por Araújo (2002), de 27,92% a 35,69%, sendo que esses autores não observaram variação no teor de celulose das silagens entre diferentes estádios de maturação da planta.

Tabela 4.10. Teores de celulose (% na MS) das silagens dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	31,88 ^{Aa}	28,78 ^{ABb}	29,07 ^{Ab}
BR 700	30,27 ^{Aa}	29,50 ^{Aa}	26,82 ^{Bb}
BRS 655	30,86 ^{Aa}	27,27 ^{Bb}	26,92 ^{Bb}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK; CV = 3,80%

Lignina

Os teores de lignina das silagens dos três híbridos de sorgo (BRS 610, BR 700 e BRS 655) em três estádios de maturação são mostrados na Tabela 4.11. Não houve influência do estágio de maturação sobre os teores de lignina para todos os híbridos, com

variação nos valores médios de 6,05% a 6,22%. No estágio leitoso o BR 700 apresentou maior teor de lignina do que os demais híbridos, que foram semelhantes entre si. Já nos estádios pastoso e farináceo não houve diferença entre os teores de lignina dos híbridos avaliados.

Tabela 4.11. Teores de lignina (% na MS) das silagens dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	5,58 ^B	5,66 ^A	6,08 ^A
BR 700	7,07 ^A	6,05 ^A	6,07 ^A
BRS 655	6,01 ^B	6,46 ^A	5,99 ^A
Média	6,22 ^a	6,06 ^a	6,05 ^a

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK; CV = 11,10%

Faria Jr. (2008) observou concentrações de lignina entre 5,21% e 7,72%, sendo que os valores foram semelhantes entre os estádios de grãos leitosos e duros, ocorrendo aumento no estádio da planta seca. Araújo *et al.* (2007) encontraram valores de lignina entre 4,16% e 6,91% e não relataram variação significativa entre estádios de maturação, em razão da compensação entre a tendência de aumento da participação da panícula e redução da participação do colmo. A correlação encontrada por esses autores entre a porcentagem de panícula e o teor de lignina foi de -0,35. Pires *et al.* (2006) observaram aumento na porcentagem de lignina com o avanço da maturidade para dois dos três híbridos avaliados.

Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS)

Os valores de DIVMS variaram de 50,73% a 55,55%, como pode ser observado na Tabela

4.12. O comportamento desse parâmetro com o avanço do estádio de maturação foi diferente entre os híbridos avaliados. O BRS 610 apresentou menor valor de DIVMS no estádio leitoso do que nos cortes posteriores, que não diferiram entre si. O BR 700 não mostrou alteração nos valores de DIVMS entre os períodos de colheita. Já o BRS 655 apresentou redução gradativa da DIVMS com a maturidade da planta, sendo o estádio leitoso superior ao farináceo, e o estádio pastoso semelhante a ambos. Comparando-se os híbridos dentro de um mesmo período, no primeiro corte o BRS 655 apresentou maior valor de DIVMS que o BR 700, que por sua vez foi superior ao BRS 610. No estádio pastoso o BRS 610 e BRS 655 foram semelhantes entre si e superiores ao BR 700. Já no estádio farináceo o BRS 610 apresentou maior DIVMS do que os demais híbridos, que foram semelhantes entre si.

Tabela 4.12. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens dos híbridos de sorgo BRS 610, BR 700 e BRS 655 em três estádios de maturação (leitoso, pastoso e farináceo) (%)

Híbridos	Estádios de maturação		
	Leitoso	Pastoso	Farináceo
BRS 610	50,73 ^{Cb}	54,50 ^{Aa}	55,55 ^{Aa}
BR 700	53,38 ^{Ba}	51,69 ^{Ba}	53,02 ^{Ba}
BRS 655	55,32 ^{Aa}	53,90 ^{Aab}	52,11 ^{Bb}

Médias seguidas de letras distintas maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si (P<0,05) pelo teste SNK; CV= 2,32%

Faria Jr. (2008), avaliando o híbrido BRS 610 em oito estádios de maturação, obteve teores de DIVMS entre 45,05% e 60,52%, ocorrendo reduções significativas dos valores a partir do estádio pastoso. Araújo *et al.* (2007) não observaram variações na DIVMS com o avanço da idade de corte, sendo as médias de 47,2%, 50,7% e 52,2% para os híbridos BR 700, BR 701 e MASSA 03, avaliados em cinco estádios de

maturação. Nos trabalhos de Corrêa (1996) e Pires *et al.* (2006) o efeito do estádio de maturação sobre a digestibilidade no sorgo apresentou comportamento variável para os diferentes híbridos avaliados. O efeito do avanço da maturidade sobre a digestibilidade é variável entre diferentes materiais devido às variações nas proporções das partes da planta (folhas, colmo e panícula) e pelas diferenças nos valores nutricionais dessas

frações, o que interfere na qualidade final das silagens de sorgo. Zago (1992) encontrou aumentos na DIVMS de silagens de sorgo com o avanço da idade, em decorrência do aumento da participação da panícula na MS da planta, que é a fração com maior digestibilidade. Entretanto, Hart (1990) e Andrade e Carvalho (1992) não encontraram diferenças na digestibilidade quando a proporção de grãos era aumentada.

Além do estágio de maturação, proporção de grãos na massa ensilada e qualidade da fibra, a DIVMS da silagem de sorgo pode ser influenciada pela presença de taninos, que são conhecidamente inibidores da digestibilidade dos alimentos (Saba *et al.*, 1972; Nunez-Hernandez *et al.*, 1991; Zago, 1991). Entretanto, Borges (1995), avaliando híbridos com e sem tanino, não observou redução da DIVMS pela presença de taninos, ao contrário do que se esperava. Além disso, o autor mostrou que a ensilagem provocou redução significativa nos teores de tanino, apesar dessa diminuição não ter resultado em aumento na DIVMS. O BRS 610 é considerado um híbrido sem tanino, enquanto o BR 700 e BRS 655 são classificados como híbridos com tanino. Dessa forma, a maior DIVMS do BRS 610 no estágio farináceo, quando há maior porcentagem de panícula na planta, pode ser devido à ausência de tanino nos seus grãos. Entretanto, neste experimento não foi determinada a concentração de tanino dos híbridos nos diferentes períodos de colheita. Portanto, não é possível estabelecer relação conclusiva entre a presença de tanino e os valores de DIVMS encontrados.

De acordo com Borges (1995) as silagens podem ser classificadas de acordo com o teor de DIVMS como: muito boas (>65,0%); boas (55,0 a 65,0%), médias (40,0 a 55,0%) e ruins (<40,0%). Desta forma, de acordo com esse parâmetro, as silagens avaliadas neste experimento são classificadas como de média qualidade, com exceção para o BRS

610 no estágio farináceo (55,55%) e BRS 655 no estágio leitoso (55,32%), que foram de boa qualidade.

4. CONCLUSÃO

Os parâmetros de qualidade avaliados indicam que as silagens dos três híbridos apresentaram excelente padrão fermentativo em todos os estádios de maturação. Houve redução dos teores de FDN e FDA com o avanço do estágio de maturação. A DIVMS apresentou comportamento diferente entre os híbridos. O BRS 610 teve menor coeficiente de digestibilidade no estágio leitoso, enquanto que para o BRS 655 o menor valor ocorreu no estágio farináceo. Já para o BR 700 não houve influência da maturidade sobre esse parâmetro.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. B., CARVALHO, D. D. Estádio de maturação na produção e qualidade da silagem de sorgo. II. Digestibilidade e sonsumo da silagem. *Boletim da Ind. Anim.*, Nova Odessa, v.49, n.2, p.101-106, 1992.

ARAUJO, V. L., RODRIGUEZ, N. M.; GONÇALVES, L. C. et al. Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo ensilados em cinco diferentes estádios de maturação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.59, n.1, p.168-174, 2007

ARAUJO, V. L. *Momento de colheita de três genótipos de sorgo para produção de silagem*. 2002. 47p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNATIONAL. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. Gaithersburg: AOAC, 2000, 17.ed, v.1, 2000.

- 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*. 1995. 104p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.
- BRITO, A. F., GONÇALVES, L. C., RODRIGUES, J. A. S. et al. Avaliação da silagem de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). II. Padrão de Fermentação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.52, n.4, p.491-497, 2000.
- CHURCH, D. C. *The ruminant animal digestive physiology and nutrition*. Prentice Hall: New Jersey, 1988, 564p.
- CORRÊA, C. E. S. *Qualidade das silagens de três híbridos de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) em diferentes estádios de maturação*. 1996, 121p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.
- FARIA JÚNIOR, W. G. Avaliação agronômica e nutricional do híbrido de sorgo BRS 610 [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] em oito idades de corte. 2008. 91p. *Dissertação* (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais - Escola de Veterinária, Belo Horizonte.
- FERREIRA, J. J. C. *Qualidade e perfil de fermentação da silagens de seis genótipos de sorgo*. 2005. 64 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.
- HART, S. P. Effects of altering the grain content of sorghum silage on its nutritive value. *J. Anim. Sci.*, v.68, n.11, p.3832-3842, 1990.
- IBRAHIM, G. H. F. *Perfil fermentativo das silagens de seis genótipos de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench)*. 2007. 41p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.
- LEIBENSPERGER, R. Y., PITT, R. E. A model of clostridial dominance in ensilage. *Grass Forage Sci.*, v.42, n.3, p.297-317, 1987.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S.J.E. *The biochemistry of silage*. 2ªed. Marlow: Chalcombe Publications. 1991. 340p.
- MINSON, D. J. *Forage in ruminant nutrition*. San Diego: Academic Press, 1990.
- MOISIO, T., HEIKONEN, M. Lactic acid fermentation in silage preserved with formic acid. *Animal Feed Science and Technology*, v.47, n.1, p.107-124, 1994.
- MOISIO, T., HEIKONEN, M. Latic acid fermentation in silage preserved with formic acid. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.47, p.107-124, 1994.
- MOLINA, L.R. *Avaliação nutricional de seis genótipos de sorgo colhidos em três estádios de maturação*. 2000. 65p. Tese (Doutorado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.
- MOLINA, L. R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUEZ, N. M. et al. Qualidade das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em diferentes estádios de maturação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.54, n.2, p.159-168, 2002
- MUCK, R. E. Factors influencing silage quality and their implications for management. *J. Dairy Sci.*, v.71, n.11, p.2992-3002, 1988.

- MUCK, R. E., BOLSEN, K. K. Silage preservation and additive products. *Field Guide and Silage Management in North America*, p.105-126, 1991.
- NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D. C. et al. Avaliação da qualidade e do valor nutritivo das silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). *Rev. Bras. Milho e Sorgo*, v.3, n.1, p.120-133, 2004
- NOGUEIRA, F. A. S. *Qualidade das silagens de híbridos de sorgo de porte baixo com e sem teores de tanino e de colmo seco e succulento, e seus padrões de fermentação em condições de laboratório*. 1995, 34 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.
- NUNEZ-HERNANDEZ, G., WALLACE, J. D., HOLECHECK, J. L. Condensed tannins and nutrient utilization by lambs and goats fed low-quality diets. *J. Anim. Sci.*, v.69, n.3, p.1167-1177, 1991.
- OSHIMA, M., McDONALD, P. A review of changes in nitrogenous compounds in herbage during ensiling. *J. Sci. Food Agric.*, v.29, p.497-505, 1978.
- PAIVA, J. A. J. *Qualidade da silagem da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1976. 83p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.
- PIRES, D. A. A.; GUIMARAES JR., R., JAYME, D. G. et al. Qualidade e valor nutritivo das silagens de três híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) colhidos em diferentes estádios de maturação. *Ver. Bras. Milho e Sorgo*, v.5, n.2, p.241-256, 2006
- PIZARRO, E. A. Alguns fatores que afetam o valor nutritivo da silagem de sorgo. *Inf. Agrop.*, v.4, n.47, p.12-19, 1978.
- RIBEIRO, C. G. M. *Perfil de fermentação e qualidade de cinco genótipos de sorgo (BR 700, Volumax, 0249339, 0249341 e 0249317) (Sorghum bicolor (L.) Moench)*. 2005. 49 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.
- SABA, W. J. HALE, W. H., THEURER, B. In vitro rumen fermentation studies with a bird resistant sorghum grain. *J. Ani. Sci.*, v.35, n.5, p.1076-1082, 1972
- SILVA, F. F. Qualidade de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo+folha/panícula. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1997. 94p. *Dissertação* (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, UFMG, Belo Horizonte, MG.
- SILVA, F. F.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S. et al. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de portes baixo, médio e alto com diferentes proporções de colmo+folha/panícula 1. Avaliação do processo fermentativo. *R. Bras. Zootec.*, v.28, n.1, p.14-20, 1999.
- SILVEIRA, A. C. Técnicas para produção de silagens. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 1975, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: ESALQ. 1975. p.156-186.
- TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C. et al. Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: Documento n.57, Embrapa Pantanal, 2003.

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

ZAGO, C. P. Cultura do 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: MANEJO CULTURAL DO SORGO PARA FORRAGEM. *Circular técnica*, EMBRAPA/CNPMS, n.17, 1992. p.9-26.

CAPÍTULO V: CONCLUSÕES GERAIS

A fim de garantir um teor ideal de MS no momento de corte (25 a 35%), o híbrido BR 700 deve ser colhido antes do estágio pastoso. Portanto, este híbrido apresenta janela de corte mais estreita. Já o BRS 655 e o BRS 610 apresentam um período de colheita mais amplo. O BRS 655 mostrou-se mais precoce por atingir o estágio leitoso com menor idade de corte.

Os teores de PB das plantas não diferiram entre híbridos e entre estádios de maturação. Os valores foram baixos, inferiores a 7,0%, tornando necessária a suplementação com fonte protéica na alimentação de ruminantes. A variação da fração protéica nas partes da planta com o avanço da idade de corte foi variável. O BRS 655 destacou-se com maior teor de PB nas folhas do que os demais híbridos.

Os parâmetros de qualidade avaliados indicam que as silagens dos três híbridos apresentaram excelente padrão fermentativo em todos os estádios de maturação.

Anexo I: Correlações entre os parâmetros avaliados

	FDN		FDA				HCEL				CEL				LIG				
	COL	PAN	PLA	FOL	COL	PAN	PLA	FOL	COL	PAN	PLA	FOL	COL	PAN	PLA	FOL	COL	PAN	
Parâmetros Agronômicos	STAND	ns*	-0.2869	ns*	ns*	ns*	-0.4101	ns*	ns*	ns*	ns*	0.3895	ns*	ns*	-0.3290	ns*	0.3800	ns*	-0.4806
	Altura	ns*	ns*	ns*	-0.4690	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	-0.3089	-0.4571	ns*	ns*	ns*	ns*	0.2999
	% FOL	ns*	ns*	0.4301	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	0.5053	ns*	ns*	ns*	ns*	0.3737	ns*	ns*	
	% COL	-0.8329	0.8590	ns*	-0.6056	-0.6826	0.8302	-0.8403	ns*	-0.6467	0.7974	ns*	-0.5568	-0.6842	0.8502	ns*	-0.4425	-0.5196	0.5621
	% PAN	0.8145	-0.8324	ns*	0.4817	0.6685	-0.7614	0.7962	ns*	0.6307	-0.8458	ns*	0.4575	0.6648	-0.8014	ns*	0.2876	0.5290	-0.4674
	PMN	-0.5161	0.3979	ns*	-0.4241	-0.4355	0.3236	-0.4291	ns*	-0.3799	0.4729	ns*	-0.4338	-0.4273	0.3112	-0.3571	ns*	-0.3663	ns*
	PMS	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	-0.3778	ns*	ns*	ns*
PMSD	-0.4098	0.3216	ns*	-0.3430	-0.3562	ns*	-0.3384	ns*	-0.2842	0.4181	ns*	-0.3622	-0.3428	ns*	-0.4041	ns*	-0.3254	ns*	
MS	PLA	0.6134	-0.4953	ns*	0.5003	0.5037	-0.4539	0.5378	ns*	0.4745	-0.5016	ns*	0.4792	0.5332	-0.4450	ns*	0.2800	ns*	-0.3512
	FOL	0.7681	-0.6525	ns*	0.5843	0.6706	-0.6494	0.7392	ns*	0.5281	-0.5739	ns*	0.5691	0.6638	-0.6302	ns*	0.2863	0.5414	-0.5170
	COL	ns*	ns*	0.2919	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	0.3379	ns*	-0.2932	ns*
	PAN	0.8283	-0.8622	ns*	0.4783	0.7296	-0.8419	0.8745	ns*	0.5586	-0.7856	ns*	0.4401	0.7260	-0.8402	ns*	0.3482	0.5751	-0.6183
PB	PLA	-0.2909	0.3569	ns*	-0.4190	ns*	0.4096	-0.3452	ns*	ns*	ns*	ns*	-0.3635	ns*	0.3061	ns*	-0.4030	ns*	0.5285
	FOL	-0.4469	0.4287	ns*	-0.4882	-0.3447	0.4792	-0.4554	ns*	-0.3836	0.2883	ns*	-0.4552	-0.3376	0.4578	ns*	-0.3283	-0.2920	0.3978
	COL	-0.7595	0.7072	ns*	-0.6415	-0.6087	0.7795	-0.7696	ns*	-0.6131	0.4939	ns*	-0.5747	-0.6287	0.7448	ns*	-0.5358	-0.3920	0.6465
	PAN	-0.6105	0.7181	ns*	-0.4691	-0.4657	0.6719	-0.6280	ns*	-0.5318	0.7040	ns*	-0.4285	-0.4493	0.7151	ns*	-0.3551	-0.4206	0.3948
FDN	PLA	ns*	ns*	0.6966	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	0.8257	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*
	FOL	0.5367	-0.6268	ns*	0.7843	0.4317	-0.6590	0.6009	ns*	0.4303	-0.4917	ns*	0.7605	0.4396	-0.6101	ns*	0.3993	0.3021	-0.5897
	COL	1.00	-0.7062	ns*	0.4531	0.8918	-0.7064	0.9016	ns*	0.6561	-0.6151	ns*	0.4240	0.8872	-0.6995	ns*	0.2984	0.7038	-0.5311
	PAN		1.00	ns*	-0.4343	-0.6051	0.9723	-0.8675	ns*	-0.5044	0.9183	ns*	-0.3560	-0.5971	0.9571	ns*	-0.5095	-0.4962	0.7441
FDA	PLA			1.00	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	0.9312	ns*	ns*	ns*	0.5039	ns*	ns*	ns*	
	FOL				1.00	0.3654	-0.4796	0.4681	-0.5346	0.3618	-0.3018	ns*	0.9798	0.3809	-0.4800	ns*	0.4637	ns*	-0.3491
	COL					1.00	-0.5958	0.9091	ns*	ns*	-0.5434	ns*	0.3434	0.9883	-0.5818	ns*	ns*	0.8142	-0.4656
	PAN						1.00	-0.8762	ns*	-0.5207	0.8002	ns*	-0.3950	-0.5935	0.9643	ns*	-0.5545	-0.4668	0.8099
HCEL	PLA						1.00	ns*	0.4164	-0.7412	ns*	0.4110	0.9009	-0.8494	ns*	0.4286	0.7306	-0.6995	
	FOL							1.00	ns*	ns*	ns*	ns*	-0.5347	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	
	COL								1.00	-0.4120	ns*	ns*	0.3362	ns*	-0.5290	ns*	ns*	ns*	-0.3620
	PAN									1.00	ns*	ns*	-0.5266	0.8217	-0.3186	-0.3676	-0.4825	0.5368	
CEL	PLA										1.00	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	
	FOL											1.00	0.3538	-0.4042	ns*	ns*	ns*	ns*	
	COL												1.00	-0.5744	ns*	ns*	0.7160	-0.4755	
	PAN													1.00	ns*	-0.5154	-0.4762	0.6256	
LIG	PLA														1.00	ns*	ns*	ns*	
	FOL															1.00	ns*	-0.4921	
	COL																1.00	-0.3196	
	PAN																	1.00	
DIVMS	PLA																		
	FOL																		
	COL																		
	PAN																		
Qualidade de silagem	MS																		
	pH																		
	NH3/NT																		
	% Acético																		
	% Butírico																		
	% Láctico																		
	PB																		
	FDN																		
	FDA																		
	HCEL																		
CEL																			
LIG																			
DIVMS																			

Anexo I: Correlações entre os parâmetros avaliados

		DIVMS				Parâmetros de qualidade de silagem												
		PLA	FOL	COL	PAN	MS	pH	NH3/NT	% Acético	% Butírico	% Láctico	PB	FDN	FDA	HCEL	CEL	LIG	DIVMS
Parâmetros Agronômicos	STAND	ns*	-0.2807	ns*	0.5402	ns*	ns*	ns*	-0.3040	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*
	Altura	ns*	0.4646	ns*	-0.3163	-0.5817	-0.4729	ns*	0.3089	ns*	0.4764	0.3215	ns*	ns*	-0.4369	ns*	ns*	-0.3011
	% FOL	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	-0.2973	ns*	ns*	0.4065	0.4591	ns*	0.4373	ns*	ns*
	% COL	0.4883	0.6831	0.8348	-0.7053	-0.8227	-0.7366	ns*	0.7057	-0.4102	0.5611	0.5249	0.4082	0.5761	ns*	0.5933	ns*	ns*
	% PAN	-0.4877	-0.5515	-0.8755	0.6059	0.7768	0.7587	ns*	-0.6969	0.4897	-0.4890	-0.4443	-0.5256	-0.7023	ns*	-0.7109	ns*	ns*
	PMN	0.4533	0.4864	0.6497	ns*	-0.7220	-0.5201	ns*	0.4411	-0.3649	0.4366	ns*	ns*	ns*	ns*	0.3400	ns*	ns*
PMS	0.3788	ns*	0.3381	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*
PMSD	0.4546	0.3889	0.5513	ns*	-0.5651	-0.3696	ns*	0.3275	-0.2965	0.3060	ns*	ns*	ns*	ns*	0.2972	ns*	ns*	
MS	PLA	-0.3434	-0.6158	-0.6841	0.3976	0.9745	0.8423	ns*	-0.6087	0.3525	-0.6777	-0.4230	ns*	-0.4046	0.3764	-0.4133	ns*	ns*
	FOL	-0.4455	-0.6992	-0.7662	0.6171	0.8618	0.7812	ns*	-0.6644	0.5769	-0.5497	-0.5880	ns*	-0.3434	ns*	-0.3428	ns*	ns*
	COL	ns*	-0.3472	ns*	ns*	0.5791	ns*	ns*	ns*	ns*	-0.6072	ns*	0.4257	ns*	0.5503	ns*	ns*	ns*
	PAN	-0.4353	-0.6106	-0.8234	0.7778	0.7381	0.7301	ns*	-0.6889	0.5440	-0.3788	-0.5819	-0.5129	-0.6246	ns*	-0.5888	ns*	ns*
PB	PLA	ns*	0.4574	ns*	-0.4525	-0.4729	-0.3483	ns*	0.4628	-0.4210	0.4217	0.5651	ns*	ns*	-0.3284	ns*	ns*	ns*
	FOL	ns*	0.3678	0.3770	-0.5869	-0.4001	-0.3830	ns*	0.4957	-0.4695	0.3526	1.00	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*
	COL	ns*	0.6750	0.6267	-0.8103	-0.7258	-0.6787	ns*	0.7497	-0.4054	0.5049	0.7163	ns*	0.2969	ns*	ns*	ns*	ns*
	PAN	0.2886	0.4123	0.6518	-0.5009	-0.5468	-0.4486	ns*	0.5478	-0.4052	0.3950	0.3097	0.3506	0.4386	ns*	0.5040	ns*	ns*
FDN	PLA	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	0.4808	0.4368	0.3323	0.3324	0.3550	ns*	ns*
	FOL	-0.3804	-0.6869	-0.4796	0.6465	0.6622	0.5073	ns*	-0.6558	0.4191	-0.4410	-0.5060	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*
	COL	-0.4639	-0.5337	-0.9065	0.6213	0.6488	0.7276	ns*	-0.6012	0.3929	-0.2920	-0.4469	-0.3404	-0.4276	ns*	-0.3917	ns*	ns*
	PAN	0.3448	0.5946	0.6962	-0.8283	-0.5651	-0.5190	ns*	0.6153	-0.4460	0.2963	0.4287	0.5375	0.5698	ns*	0.5966	ns*	ns*
FDA	PLA	-0.3424	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	0.3631	0.4398	ns*	ns*	0.5130	ns*	ns*
	FOL	ns*	-0.5720	-0.3805	0.4595	0.5374	0.3908	ns*	-0.5228	ns*	-0.4176	-0.4882	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*
	COL	-0.4471	-0.4780	-0.7944	0.5546	0.5295	0.6815	0.2851	-0.4586	ns*	ns*	-0.3447	-0.3220	-0.3125	ns*	-0.3176	ns*	ns*
	PAN	ns*	0.6146	0.6207	-0.9174	-0.5245	-0.4714	ns*	0.6207	-0.4106	ns*	0.4792	0.4355	0.4610	ns*	0.4814	ns*	ns*
HCEL	PLA	-0.4041	-0.6057	-0.7986	0.8087	0.5899	0.6535	ns*	-0.5973	0.3682	ns*	-0.4554	-0.4191	-0.4267	ns*	-0.4403	ns*	ns*
	FOL	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	0.2881	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	-0.2887	ns*
	COL	ns*	-0.3469	-0.6181	0.4069	0.5073	0.4226	ns*	-0.5241	0.4109	-0.4237	-0.3836	ns*	-0.3949	ns*	-0.3095	-0.2959	ns*
	PAN	0.4411	0.4841	0.7347	-0.5708	-0.5614	-0.5329	0.3023	0.5273	-0.4483	0.3109	0.2883	0.6412	0.6810	0.3250	0.7150	ns*	ns*
CEL	PLA	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	0.4526	0.5119	ns*	0.3904	0.4145	ns*	ns*
	FOL	-0.3077	-0.5028	-0.3646	0.3822	0.5105	0.3813	ns*	-0.4988	ns*	-0.4169	-0.4552	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*
	COL	-0.4260	-0.4877	-0.7757	0.5556	0.5553	0.7007	0.3184	-0.4795	ns*	ns*	-0.3376	-0.2871	-0.3004	ns*	-0.3022	ns*	ns*
	PAN	0.3333	0.5554	0.6768	-0.8473	-0.5221	-0.4614	ns*	0.6270	-0.4318	0.3042	0.4578	0.5425	0.5626	0.2914	0.5830	ns*	ns*
LIG	PLA	-0.5843	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	-0.4075	ns*	ns*	-0.3646	ns*	ns*	ns*	ns*	0.4097	-0.3340	ns*
	FOL	ns*	-0.5211	ns*	0.5146	0.3201	ns*	ns*	-0.3020	ns*	ns*	-0.3283	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*
	COL	-0.4252	-0.3311	-0.6824	0.4226	0.3097	0.4512	ns*	ns*	0.3199	ns*	-0.2920	-0.3811	-0.2872	-0.3349	-0.3040	ns*	ns*
	PAN	ns*	0.5800	0.3287	-0.8256	-0.3882	-0.3663	ns*	0.4387	ns*	ns*	0.3978	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	-0.2851
DIVMS	PLA	1.00	0.4122	0.5267	ns*	-0.4184	-0.4295	ns*	0.3456	ns*	0.3314	ns*	ns*	0.3306	ns*	0.3870	ns*	0.3140
	FOL		1.00	0.4679	-0.5847	-0.6842	-0.4856	ns*	0.5482	ns*	0.4678	0.3678	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*
	COL			1.00	-0.4494	-0.7150	-0.7194	ns*	0.5561	-0.5099	0.3866	0.3770	0.4654	0.5836	ns*	0.5640	ns*	ns*
	PAN				1.00	0.4465	0.4175	ns*	-0.6242	0.3765	ns*	-0.5869	-0.2854	-0.2992	ns*	-0.3016	ns*	ns*
Qualidade de silagem	MS					1.00	0.8237	ns*	-0.6648	0.3888	-0.6790	-0.4001	ns*	-0.4225	0.3119	-0.4359	ns*	ns*
	pH						1.00	ns*	-0.5649	0.3989	-0.4795	-0.3830	ns*	-0.4327	ns*	-0.4052	ns*	ns*
	NH3/NT							1.00	ns*	ns*	ns*	0.3825	0.3616	ns*	0.4271	ns*	ns*	
	% Acético								1.00	-0.4525	0.6573	0.4957	ns*	0.3628	ns*	0.3556	ns*	ns*
	% Butírico									1.00	-0.2940	-0.4695	ns*	-0.3133	ns*	ns*	ns*	ns*
	% Láctico										1.00	0.3526	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	0.4681
	PB											1.00	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*	ns*
	FDN												1.00	0.8468	0.7667	0.7846	0.3069	ns*
	FDA													1.00	0.3077	0.9371	0.3351	ns*
	HCEL														1.00	ns*	ns*	ns*
	CEL															1.00	ns*	ns*
	LIG																1.00	ns*
DIVMS																		1.00