

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

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SILAGENS DE
QUATRO GENÓTIPOS DE GIRASSOL (*Helianthus
annuus*)**

DIOGO GONZAGA JAYME

**BELO HORIZONTE
ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG
2003**

DIOGO GONZAGA JAYME

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SILAGENS DE QUATRO GENÓTIPOS DE
GIRASSOL (*Helianthus annuus*)**

Tese apresentada à Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais, como
requisito parcial para obtenção do grau de Doutor
em Zootecnia

Área de Concentração: Nutrição Animal
Orientador: Prof. Lúcio Carlos Gonçalves

**Belo Horizonte - Minas Gerais
Escola de Veterinária - UFMG
2007**

J42a

Jayme, Diogo Gonzaga, 1977-
Avaliação nutricional de silagens de quatro genótipos de girassol
(*Helianthus annuus*) / Diogo Gonzaga Jayme. – 2007
78p. :il.

Orientador: Lúcio Carlos Gonçalves
Teses (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária
Inclui bibliografia

1. Silagem – Girassol – Teses. 2. Silagem – Qualidade – Teses. 3. Nutrição
Animal – Teses. 4. Digestibilidade – teses. I. Gonçalves, Lúcio Carlos. II.
Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 633.2

“Ninguém é tão alguém que nunca precise de alguém”
(Autor desconhecido)

AGRADECIMENTOS

A Deus pela minha existência.

Ao meu pai João Luiz e a minha mãe Natalice pelo amor, confiança e apoio.

À Joana pelo carinho, amor, paciência, apoio e compreensão.

Agradeço ao Professor Lúcio Carlos Gonçalves pela oportunidade concedida, pela confiança, amizade, pelos conselhos e ensinamentos.

Ao departamento de Zootecnia da EV-UFMG, pela oportunidade de crescimento profissional.

Ao colegiado de pós-graduação pela presteza e a CAPES pelos recursos concedidos durante o curso de doutorado.

Ao meu irmão Cristiano e aos meus amigos Pires e Guima pela amizade, companheirismo e ajuda durante todo o trabalho.

Ao professor Iran Borges e a professora Ana Luiza Costa Cruz Borges pelos ensinamentos, amizade e disponibilidade para esclarecer minhas dúvidas.

Ao Dr. José Avelino da Embrapa Milho e Sorgo, pela amizade e contribuição para a realização de trabalhos como este, sempre com profissionalismo, competência e disponibilidade em ajudar.

Ao professor Luiz Gustavo, Thierry Tomich e Rogério Martins Maurício pelas contribuições e ajudas imprescindíveis durante a tese e pela amizade.

Ao professor Norberto Mario Rodriguez e a Professora Eloísa de Oliveira Simões Saliba pelos ensinamentos.

Aos meus companheiros de equipe: Daniel Pires, Roberto Guimarães (Guima), Luiz Gustavo, Thierry Tomich, Robertinho (Carcará), Verinha, Deborah, Biziu, Marcelo Ribas, Igor, Fabiana Scalabrini, Gustavo, Fernando (Baby), Gabriel, Fernanda, Flávia, Wellington, Dr. Wilson, Alex e Luciano.

Aos amigos Toninho e Carlos pela amizade, presteza e colaboração imprescindíveis dentro do laboratório de Nutrição.

As funcionárias do laboratório de Nutrição Animal Margot e Kelly.

A FAPEMIG pelos recursos financeiros concedidos para realização desse trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	9
LISTA DE FIGURAS	10
RESUMO	11
ABSTRACT	12
CAPÍTULO I	13
INTRODUÇÃO	13
REVISÃO DE LITERATURA	13
<i>Características do girassol (Helianthus annuus L.)</i>	13
<i>Exigências climáticas</i>	14
<i>Tipo de solo e adubações</i>	14
<i>Pragas e doenças do Girassol</i>	15
<i>Controle de doenças</i>	16
<i>Época de semeadura para produção de silagem de girassol</i>	16
<i>Produtividade</i>	17
<i>Ponto de ensilagem</i>	17
<i>Qualidade das silagens</i>	18
<i>Valor nutritivo e composição</i>	18
<i>Desempenho animal</i>	19
<i>Consumo e digestibilidade</i>	20
<i>Técnica de degradabilidade in situ</i>	21
<i>Variações na técnica</i>	22
<i>Modelagem da degradabilidade in situ</i>	22
<i>Técnica in vitro semi-automática de produção de gases</i>	23
<i>A origem dos gases</i>	24
<i>Cinética da fermentação e descrição matemática das características de produção de gases</i>	25
<i>Predição de ingestão voluntária</i>	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25
CAPÍTULO II	33
CONSUMO VOLUNTÁRIO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DAS SILAGENS DE QUATRO GENÓTIPOS DE GIRASSOL (<i>Helianthus Annuus</i>) (RUMBOSOL 91, VICTORIA 627, VICTORIA 807 e MYCOGEN 93338)	33
Resumo	33
ABSTRACT	34
INTRODUÇÃO	35
<i>Considerações Gerais</i>	35
<i>Cultivares Utilizados</i>	36
<i>Procedimento experimental</i>	36
<i>Procedimento laboratorial</i>	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
CONCLUSÕES	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
CAPÍTULO III	50
Degradabilidade <i>in situ</i> dos componentes nutricionais das silagens de quatro genótipos de girassol (<i>Helianthus annuus</i>)	50
RESUMO	50
ABSTRACT	51
INTRODUÇÃO	52
MATERIAL E MÉTODOS	52

<i>Animais utilizados</i>	52
<i>Preparo dos sacos de náilon e incubação</i>	53
<i>Determinação do tempo zero (t₀)</i>	54
<i>Análises laboratoriais</i>	54
<i>Procedimentos estatísticos</i>	54
RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
<i>Parâmetros ruminais</i>	55
<i>Degradabilidade da matéria seca</i>	56
<i>Degradabilidade da proteína bruta</i>	58
<i>Degradabilidade das frações fibrosas</i>	60
<i>Fibra detergente neutro (FDN)</i>	60
<i>Fibra detergente ácido (FDA)</i>	61
CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
CAPÍTULO IV	66
AVALIAÇÃO PELA TÉCNICA SEMI-AUTOMÁTICA DE PRODUÇÃO DE GASES (RPT) DAS SILAGENS DE QUATRO GENÓTIPOS DE GIRASSOL (<i>Helianthus annuus</i>) (RUMBOSOL 91, VICTORIA 627, VICTORIA 807 E MYCOGEN 93338). 66	
RESUMO	66
ABSTRACT	67
INTRODUÇÃO	68
MATERIAL E MÉTODOS	68
<i>Local do experimento</i>	68
<i>Procedimento experimental</i>	68
<i>Degradabilidade da matéria seca (DMS)</i>	69
<i>Procedimentos estatísticos</i>	69
RESULTADOS E DISCUSSÃO	70
CONCLUSÃO	75
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
CONSIDERAÇÕES FINAIS	78

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Tabela 1. Composição das silagens de girassol oferecidas	38
Tabela 2. Valores médios de consumo de matéria seca (CMS) em g/dia, consumo de matéria seca em g/UTM/dia (CMSUTM), digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) em percentagem (%) e consumo de matéria seca digestível em g/UTM/dia (CMSDUTM) das silagens de quatro genótipos de girassol	39
Tabela 3- Valores médios de consumo de energia bruta em Kcal/UTM/dia (CEB), digestibilidade aparente da energia bruta (DAEB) em %, consumo de energia digestível (CED) em Kcal/UTM/dia, consumo de energia metabolizável (CEM) em Kcal/UTM/dia, consumo de energia digestível por grama de MS consumida em Kcal ED/gMS (CED/CMS) e consumo de energia metabolizável por grama de MS consumida em Kcal EM/gMS (CEM/CMS) das silagens de quatro genótipos de girassol.....	40
Tabela 4- Valores médios de consumo de proteína (CPB) em g/dia, digestibilidade aparente da PB (DAPB) em %, consumo de PB em g/UTM/dia (CPBUTM) e consumo de proteína digestível em g/UTM/dia (CPDUTM) das silagens de quatro genótipos de girassol	41
Tabela 5- Nitrogênio (N) ingerido, N fecal, N urinário e balanço de nitrogênio em gramas por dia (g/dia) das silagens de quatro genótipos de girassol.....	42
Tabela 6- Valores médios de consumo de extrato etéreo (CEE) em g/dia, digestibilidade aparente do EE (DAEE) em %, consumo de EE em g/UTM/dia (CEEUTM) e consumo de proteína digestível em g/UTM/dia (CEEDUTM) das silagens de quatro genótipos de girassol	42
Tabela 7- Valores médios de consumo de FDN (CFDN) em g/dia, digestibilidade aparente da FDN (DA FDN) em %, consumo de FDN em g/UTM/dia (CFDNUTM), consumo de FDN digestível em g/UTM/dia (CFDNDUTM), consumo de FDA (CFDA) em g/dia, digestibilidade aparente da FDA (DAFDA) em %, consumo de FDA em g/UTM/dia (CFDAUTM) e consumo de FDA digestível em g/UTM/dia (CFDADUTM) das silagens de quatro genótipos de girassol.....	43
Tabela 8- Valores médios de consumo de hemiceluloses (CHCEL) em g/dia, consumo de hemiceluloses em g/UTM/dia (CHCEL UTM), consumo de hemiceluloses digestíveis em g/UTM/dia (CHCELDUTM), digestibilidade aparente das hemiceluloses (DAHCEL) em %, consumo de celulose (CCEL) em g/dia, consumo de celulose em g/UTM/dia (CCELUTM), consumo de celulose digestível em g/UTM/dia (CCELDUTM), digestibilidade aparente da celulose (DA CEL) em % das silagens de quatro genótipos de girassol	45

CAPÍTULO III

Tabela 1: Protocolo de incubação e retirada das bolsas do rúmen durante o período experimental.	53
Tabela 2 Concentração dos ácidos graxos voláteis no líquido ruminal (mMoles /100 mL), pH e N-NH ₃ em diferentes tempos em relação à refeição concentrada.....	55
Tabela 3. Desaparecimento médio (%) da MS das silagens de quatro genótipos de girassol em função dos tempos de incubação	56

Tabela 4. Potenciais de degradação (A), taxas de degradação (c), frações solúveis (S), frações degradáveis (B1), tempos de colonização (TC) e degradabilidades efetivas (DE), nas taxas de passagem 2,0%/h, 5,0%/h e 8,0%/h, da matéria seca das silagens de quatro genótipos de girassol.....	57
Tabela 5. Desaparecimento médio (%) da proteína bruta das silagens de quatro genótipos de girassol em função dos tempos de incubação.....	58
Tabela 6. Potenciais de degradação (A), taxas de degradação (c), frações solúveis (S), frações degradáveis (B1), tempos de colonização (TC) e degradabilidades efetivas (DE), nas taxas de passagem 2,0%/h, 5,0%/h e 8,0%/h, da proteína bruta das silagens de quatro genótipos de girassol.....	59
Tabela 7. Desaparecimento médio (%) da fibra em detergente neutro (DFDN) das silagens de quatro genótipos de girassol em função dos tempos de incubação.....	60
Tabela 8. Potenciais de degradação (A), taxas de degradação (c), frações solúveis (S), frações degradáveis (B1), tempos de colonização (TC) e degradabilidades efetivas (DE), nas taxas de passagem 2,0%/h, 5,0%/h e 8,0%/h, da fibra em detergente neutro das silagens de quatro genótipos de girassol.....	61
Tabela 9. Desaparecimento médio (%) da fibra em detergente ácido das silagens de quatro genótipos de girassol em função dos tempos de incubação.....	62
Tabela 10. Potenciais de degradação (A), taxas de degradação (c), frações solúveis (S), frações degradáveis (B1), tempos de colonização (TC) e degradabilidades efetivas (DE), nas taxas de passagem 2,0%/h, 5,0%/h e 8,0%/h, da fibra em detergente ácido das silagens de quatro genótipos de girassol.....	63

CAPÍTULO IV

Tabela 1. Produções cumulativas de gases (em mL/g de MS) corrigidas para um grama de matéria seca (PCG) e degradabilidade da matéria seca em percentagem (DMS) após 6, 12, 24, 48 e 96 horas de fermentação das silagens de quatro genótipos de girassol (Rumbosol 91, Victoria 807, Victoria 627, Mycogen 93338).....	71
Tabela 2. Equações de regressão entre os valores de degradabilidade da matéria seca (DMS) e produção cumulativa de gases (PCG) das silagens de quatro genótipos de girassol (Rumbosol 91, Mycogen 93338, Victoria 807, Victoria 627,), com respectivos coeficientes de determinação (R ²).....	73
Tabela 3. Potencial máximo de produção de gases (A) em mL/g de MS, tempo de colonização (TC) em horas e minutos, taxa de produção de gases (μ) em mL/g de MS/h e degradabilidade efetiva da matéria seca (% de MS) para as taxas de passagem 2,0%, 5,0% e 8% das silagens de quatro genótipos de girassol (Rumbosol 91, Mycogen 93338, Victoria 807 e Victoria 627).....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Taxas de produção de gases das silagens dos dos genótipos Rumbosol 91, Mycogen 93338, Victoria 627 e Victoria 807.	72
Figura 2. Produções de gases por hora, das silagens de girassol (genótipos Rumbosol 91, Mycogen 93338, Victoria 807 e Victoria 627).	74

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar o valor nutricional das silagens de quatro genótipos de girassol (*Helianthus annuus*), por meio da determinação de suas composições químicas e realização de ensaios de consumo e digestibilidade aparente, degradabilidade *in situ* e técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. Os teores de matéria seca dos genótipos utilizados neste experimento foram satisfatórios. As concentrações de proteína bruta (PB) das silagens utilizadas variaram de 8,09% para o Victoria 627 a 9,16% para o Mycogen 93338. As silagens do presente experimento apresentaram média de 48,43% de fibra em detergente neutro (FDN). Já os valores de fibra em detergente ácido (FDA) variaram de 24,04 a 32,29%. Os valores de extrato etéreo (EE) das silagens que foram oferecidas aos animais neste experimento variaram de 10,68% para o Rumbosol 91 a 17,21% para o Victoria 807. Quanto aos teores de energia bruta (EB) a variação observada foi de 4,7 a 5,0 Mcal/kg para as silagens dos genótipos Mycogen 93338 e Victoria 807 respectivamente. Os consumos de matéria seca em g/unidade de tamanho metabólico (CMSUTM) oscilaram entre 59,9 (Mycogen 93338) a 85,0 g/UTM/dia (Victoria 627). Quanto aos teores de digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) foram obtidos os seguintes valores: 48,69% para a silagem do genótipo Rumbosol 91, 49,52% para a do Victoria 807, 50,70% para o Mycogen 93338 e 57,42% para o Victoria 627, não sendo observadas diferenças entre os materiais. Os consumos de energia bruta variaram de 252,0 g/UTM/dia para a silagem do genótipo Rumbosol 91 a 402,0 g/UTM/dia para a silagem do Victoria 627. Já os valores de digestibilidade aparente da energia bruta (DAEB) variaram de 44,9% para o Rumbosol a 57,0% para o Victoria 627. Para os consumos de energia digestível (CED) e metabolizável (CEM) os maiores valores foram observados para o genótipo Victoria 627. Os valores de consumo de proteína bruta por unidade de tamanho metabólico (CPBUTM) variaram de 5,39 g/UTM/dia para a silagem do genótipo Rumbosol 91 a 7,47 g/UTM/dia para a silagem do Victoria 627. Os valores de nitrogênio retido (N)/nitrogênio ingerido situaram-se entre 42,51 para o genótipo Rumbosol 91 a 55,865 para o genótipo Victoria 627. Não foram encontradas diferenças para os parâmetros de consumo e digestibilidade da FDN. Já para a fibra em detergente ácido (FDA) os maiores ($p < 0,05$) valores de digestibilidade da fibra em detergente ácido (DFDA) foram encontradas para os genótipos Victoria 627 com 39,84% e Mycogen 93338 com 42,67%. O menor ($p < 0,05$) consumo de fibra em detergente ácido por unidade de tamanho metabólico (FDAUTM) foi obtido para o Rumbosol 91 com 12,62 g/UTM/d. Os maiores valores de desaparecimento da MS nos tempos de 72 e 96 horas de incubação foram observados para o genótipo Rumbosol 91 com valores de 68,16% e 68,61% respectivamente. O genótipo Victoria 807 apresentou os maiores valores de DE da PB para as taxas de 2, 5 e 8% com valores de 80,7, 74,9 e 71,6%, respectivamente. Já os menores valores foram encontrados para o genótipo Rumbosol 91. O genótipo Rumbosol 91 apresentou os maiores valores de DE da FDN para as taxas de passagem de 2, 5 e 8% com valores de 33,65%, 25,96% e 22,66%, respectivamente. Os maiores valores de desaparecimento médio da FDA foram observados para o genótipo Mycogen 93338 para todos os tempos de incubação, com valores que se situaram entre 10,45% para o tempo de 6 horas a 33,36% para o tempo de 96 horas. O genótipo Rumbosol 91 apresentou a maior produção cumulativa de gases (PCG) para o tempo de 96 horas de incubação com valor de 128,47 mL/g de MS. Não foram observadas diferenças entre os valores de degradabilidade da matéria seca (DMS) para as silagens avaliadas nos diferentes tempos. Observa-se que as maiores produções de gases por hora foram obtidas aproximadamente no período de seis horas de fermentação. Os potenciais máximos de produção de gases variaram de 88,23 para o genótipo Victoria 807 a 120,25 mL/g de MS para a silagem do genótipo Rumbosol 91, demonstrando que este material foi o que expressou a maior degradação ruminal. O genótipo Rumbosol 91 apresentou as maiores DMS para as taxas de passagem de 2 e 5% com valores de 36,80 e 26,91%. Já o maior valor para taxa de passagem de 8% foi observado para o genótipo Victoria 627. Os dados obtidos neste trabalho permitem indicar o girassol como uma opção para utilização na forma de silagem.

ABSTRACT

The objective of this work was to study the nutritional value of the ensilages of four genotypes of sunflower, by determination of its chemical compositions and studies of voluntary intake and apparent digestibility, in situ degradability and semi-automated in vitro gas production technique. The contents of dry matter (DM) of the genotypes used in this experiment had been satisfactory. The concentrations of crude protein (CP) of the used ensilages had varied of 6.75% for Victoria 627 7.83% for Mycogen 93338. The ensilages of the present experiment had presented average of 48.43% of neutral detergent fiber NDF. Already the values of acid detergent fiber (ADF) had varied of 24.04 32.29%. The values of EE of the ensilages that had been offered to the animals in this experiment had varied of 10.68% for Rumbosol 91 17.21% for Victoria 807. How much to gross energy (GE) texts the observed variation was of 4.26 to 4.63 Mcal/kg for the ensilages of the genotypes 91 Rumbosol and Victoria 807 respectively. Dry matter intake in grams per metabolic weight (g/MW) ranged from 59.9 (Mycogen 93338) to 85.0 g/MW/day (Victoria 627). Dry matter apparent digestibilities values were: 48.69% to Rumbosol 91 genotype silage, 49.52% to Victoria 807 silage, 50.70% to Mycogen 93338 silage and 57.42% to Victoria 627, with no differences ($p>0.05$) between genotypes. The gross energy silages intake ranged from 252.0 g/MW/day to Rumbosol 91 genotype silage to 402.0 g/MW/day to Victoria 627 silage. Values of gross energy apparent digestibilities ranged from 44.9% to Rumbosol silage to 55.58% to Victoria 627 silage. However highest values of digestible energy intake and metabolizable energy intake were observed to Victoria 627 genotype silage. The crude protein intake varied from 5.39 g/MW/day to Rumbosol 91 genotype silage to 7.47 g/MW/day to Victoria 627 silage. No differences ($p>0.05$) were found to parameters of NDF intake and digestibility. Highest ($p<0.05$) ADF apparent digestibilities values were Victoria 627 with 39.84% and Mycogen 93338 with 42.67%. The lowest ($p<0.05$) ADF intake value obtained was Rumbosol 91 with 12.62 g/MW/day. Highest values of disappearance of the DM in times of 72 and 96 hours of incubation had been observed for the genotype Rumbosol 91 with values of 68.16% and 68.61% respectively. Highest values of disappearance of the DM in times of 72 and 96 hours of incubation had been observed for the genotype Rumbosol 91 with values of 68.16% and 68.61% respectively. Rumbosol 91 genotype presented highest PCG for time of 96 hours of incubation with value of 128.47 mL/g of DM. No differences between values of DMD for silages evaluated in the different times were observed. Highest production of gases occurred on of six hours of fermentation, probably by readily available carbohydrates fermentation. This way, it can be suggested that Rumbosol 91 silage possess greater concentration of soluble carbohydrates. Maximum potentials gas production ranged from 88.23 for Victoria 807 to 120.25 mL/g of DM Rumbosol 91, demonstrating that this material highest ruminal degradation. Genotype Rumbosol 91 presented biggest DMD for the fermentation rate of 2 and 5% with values of 36.80 and 26.91%. Biggest value for rate of 8% was observed for Victoria 627 genotype. The data gotten in this work allow to indicate the sunflower as an option for use in the form of ensilage at the time of double-cropped.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

Os ruminantes respondem por cerca de um terço da carne e quase a totalidade do leite consumido no mundo (FAO, 2004), desta forma o conhecimento mais detalhado da utilização dos alimentos pelos ruminantes é determinante na busca uma maior eficiência da utilização dos mesmos por esses animais. A importância prática da avaliação de alimentos diz respeito a maior eficiência na sua utilização, a melhora no desempenho dos animais e aumento do retorno financeiro aos produtores. Além disso tem como objetivo minimizar a excreção de nutrientes para o meio (Dijkstra et al., 2005). As metodologias tradicionais de avaliação nutricional dos alimentos e das necessidades dos animais vêm se complementando com o surgimento de novas técnicas, evoluindo rápido e constantemente, de forma a balizar os programas de melhoramento genético das plantas utilizadas para produção de silagem. Borges et al. (1997) e Evangelista e Rocha (1997) recomendaram que o melhoramento de forrageiras deve ter por objetivo a melhora na adaptação ao solo, na resistência a pragas e doenças, na adaptação ao pisoteio e/ou corte, na aceitabilidade pelo animal, na relação caule/folha e na composição química e digestibilidade.

Um dos problemas da pecuária no Brasil é a sazonalidade de produção de forrageiras ao longo do ano, levando a períodos de grande produção, seguidos de escassez. Assim, para evitar a falta de alimento volumoso na época seca, são propostos métodos de conservação, sendo a ensilagem o mais utilizado. Embora tenha custo superior ao da utilização direta das pastagens, a confecção de silagem tem sido recomendada e viabilizada para utilização na seca, pois é uma forma segura de se armazenar alimento para os períodos de escassez. Os programas de melhoramento genético de plantas para produção de silagens devem oferecer materiais que sejam viáveis para as diferentes condições encontradas no país.

Para produção de silagem, pode-se utilizar uma grande variedade de plantas. Entre as gramíneas, o milho geralmente produz silagem bem preservada, devido aos elevados teores de matéria seca e de carboidratos solúveis e à baixa capacidade tamponante. Embora seja considerada silagem-padrão, sua produção e qualidade são incertas por serem muito influenciadas pela disponibilidade hídrica. Quanto ao sorgo, geralmente apresenta produções mais elevadas que o milho, principalmente em regiões onde freqüentemente ocorrem deficiências hídricas. Embora o sorgo seja uma opção para essa situação, são necessárias outras opções de forrageiras que completem o ciclo, exigindo menores precipitações e, dentre as forrageiras com maior tolerância ao estresse hídrico, o girassol se apresenta bastante apto a esse tipo de situação.

O cultivo do girassol no Brasil vem se expandindo, porém seu uso é mais restrito à produção de grãos para extração de óleo. A utilização de silagens de girassol no Brasil ainda é recente, embora existam relatos antigos de sua utilização (Schafer & Westley, 1921). A necessidade de novas alternativas para produção de silagens é crescente, visando melhor aproveitamento da terra, já que o tema sustentabilidade passou a ser fundamental dentro das propriedades.

REVISÃO DE LITERATURA

Características do girassol (Helianthus annuus L.)

O girassol é uma dicotiledônea anual, originária do continente Norte americano, que apresenta a seguinte classificação botânica:

ORDEM: Synandrales
FAMÍLIA: Compositae
GÊNERO: *Helianthus*
ESPÉCIE: *Helianthus annuus*

Uma planta de girassol caracteriza-se por apresentar um sistema radicular com raiz principal pivotante, bastante ramificado, que não havendo impedimentos químicos ou físicos, explora grande profundidade do solo, absorvendo água e nutrientes onde outras plantas normalmente não alcançam (Castiglioni et al., 1997). A inflorescência é composta de flores sésseis, condensadas em receptáculo comum discóide e rodeada por um involúcro de brácteas, formado na parte superior do caule (Castro & Farias, 2005). Ela é amplamente conhecida como capítulo, cuja forma pode variar de côncavo a convexo, com seis classes definidas. Quanto ao tipo de aquênios o girassol pode ser classificado em aquênios oleosos e não oleosos. Os oleosos apresentam aquênios menores com cascas bem aderidas de coloração negra, que são utilizadas para extração de óleo de cozinha e farelo de girassol para alimentação animal. Os não oleosos também chamados de variedades confeiteiras são maiores, apresentam casca grossa de coloração escura com listras, que são utilizados para consumo da semente pura, granola e alimento para pássaros (Carrão-Panizzi & Mandarino, 1994; Souza et al., 1998).

O caule do girassol é herbáceo, ereto, geralmente não ramificado, altamente pubescente, com interior aquoso e esponjoso, tornando-se oco e quebradiço na maturação, com altura variando entre 0,7 a 4,0m e com cerca de 20 a 40 folhas por planta (Castro & Farias, 2005). O caule pode apresentar diferentes curvaturas que são expressas na maturação (Castiglioni et al., 1997).

É uma planta de fecundação cruzada (alógama), sendo feita basicamente por insetos, particularmente as abelhas (*Apis melífera*) (Castro & Farias, 2005).

Exigências climáticas

O girassol é uma oleaginosa que se caracteriza pela tolerância a baixas temperaturas, na fase inicial de crescimento e pela relativa resistência a seca, quando comparada as demais culturas anuais das principais regiões agrícolas do país. O rendimento é pouco influenciado pela

altitude e pelo fotoperíodo. Tais características facilitam sua introdução nas diferentes condições edafoclimáticas das áreas tradicionais de produção (Balla et al., 1995).

A faixa de temperatura entre 10°C e 34°C é tolerada pelo girassol sem redução significativa da produção, indicando a adaptação a regiões com dias quentes e noites frias. Entretanto a temperatura ótima para o seu desenvolvimento situa-se na faixa entre 27 a 28°C.

O consumo de água pela cultura do girassol varia em função das condições climáticas, da duração do ciclo e do manejo do solo e da cultura. As necessidades hídricas do girassol ainda não estão bem definidas, mas na maioria dos casos, 500 a 700 mm de água bem distribuídos ao longo do ciclo, resultam em rendimentos próximos ao máximo. De uma forma prática, a fase mais crítica ao déficit hídrico é o período compreendido entre cerca de 10 a 15 dias antes do início do florescimento e 10 a 15 dias após o final da floração (Castiglioni et al., 1997).

Tipo de solo e adubações

Embora o girassol se adapte bem a vários tipos de solo, devem-se dar preferência para solos corrigidos, profundos férteis, planos e bem drenados. Essas características da área de cultivo possibilitam melhor desenvolvimento do seu sistema radicular, permitindo a exploração de grande volume de solo e, desta forma, conferindo maior resistência à seca e ao tombamento, proporcionando maior absorção de água e nutrientes e, conseqüentemente, maior rendimento. O girassol é sensível à acidez do solo em pH menor que 5,2. Nessas condições, o crescimento do girassol é afetado pela restrição do desenvolvimento do sistema radicular, diminuindo, conseqüentemente, a resistência à seca e ao acamamento, inibindo a resposta às adubações e aumentando a susceptibilidade às doenças. As áreas para plantio do girassol devem ter valores de pH entre 5,2 e 6,4 (Castiglioni et al., 1997).

A análise de solo é a ferramenta indispensável para tomada de decisão sobre as doses de fertilizantes a serem utilizados na cultura do girassol. Com base na análise de solo e em dados de produções anteriores da área deve ser feita aplicação de 40 a 60 kg/ha de nitrogênio, sendo 30% colocado na semeadura e o restante até 30 dias após a emergência, 40 a 80 kg de P₂O₅ e 40 a 80 kg de K₂O. Para prevenção da deficiência de boro, que é comum em solos onde foram aplicadas grandes quantidades de calcário, em solos com baixos teores de matéria orgânica, em solos arenosos e também em períodos de seca, recomenda-se à aplicação de 1 a 2 kg/ha do elemento, juntamente com adubação de base ou adubação de cobertura (Castiglioni et al., 1997).

Pragas e doenças do girassol

As principais pragas que atacam o girassol, em diferentes épocas, são a vaquinha (*Diabrotica speciosa*), a lagarta preta (*Chlosyne lacinia saundersii*) e os percevejos (*Nezara viridula*, *Piezodorus guildinii* e *Euschistus heros*).

Um dos fatores limitantes para o desenvolvimento da cultura do girassol é a ocorrência de doenças, que são responsáveis por cerca de 12% das perdas mundiais da cultura (Zimmer & Hoes, 1978). Embora não se tenham dados precisos no Brasil às perdas podem atingir os 100% , dependendo das condições climáticas (Leite, 1997).

Mancha de alternaria – *Alternaria spp.*

As condições ótimas para germinação de conídios de *Alternaria spp.* são alta umidade e temperatura. Essas condições são encontradas em clima subtropical úmido, que predominam nas áreas de cultivo do girassol no Brasil. Portanto a mancha de alternaria ocorre em todas as regiões de cultivo no país, em todas as épocas de semeadura. Os sintomas iniciais típicos são pequenas pontuações necróticas com cerca de 3 a 5m de diâmetro, de coloração variável da castanha à negra, de formato arredondado a angular, com halo clorótico. As lesões características apresentam círculos concêntricos, semelhantes a um alvo. Os principais danos

causados pela doença podem ser atribuídos à diminuição da área fotossintética da planta, devido à formação de manchas foliares e desfolha precoce, resultando na diminuição do diâmetro dos capítulos, do número de aquênios por capítulo, do peso de 1000 aquênios e do teor de óleo (Leite, 1997).

Podridão branca – *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) de Bary

Este fungo é considerado o patógeno mais importante para o girassol no mundo e está distribuído em todas as regiões produtoras. Pode infectar a raiz e o colo da planta, a haste ou o capítulo. *S. sclerotiorum* mata rapidamente as plântulas infectadas, ocasionando falhas no estande. A podridão da base pode ocorrer a partir da floração, sendo que o sintoma inicial é a murcha súbita da planta, que pode recuperar a turgidez à noite ou após uma chuva, mas que, em poucos dias torna-se irreversível. Uma lesão marron-clara, mole e encharcada aparece na haste, ao nível do solo, que pode se estender até 50 cm de comprimento e circundar a haste. A podridão na porção mediana da haste ocorre em plantas a partir do final do estágio vegetativo até a maturação, com lesões semelhantes a da podridão basal. Já a podridão do capítulo ocorre a partir do final da floração. Os sintomas iniciais caracterizam-se por lesões pardas encharcadas no lado dorsal do capítulo, com presença de micélio branco cobrindo porções dos tecidos (Leite 1997).

Míldio – *Plasmopara halstedii* (Farl.) Berl. & de Toni

O míldio está entre as principais doenças do girassol no mundo, por ser potencialmente muito destrutivo e estar distribuído por todas as áreas onde o girassol é cultivado. A incidência da doença e o tipo e severidade de sintomas do míldio são determinados pela natureza e pela quantidade do inóculo, pela idade da planta por ocasião da infecção e pelas condições do ambiente (Zimmer & Hoes, 1978). O tombamento resulta da infecção do sistema radicular das plantas, nos estádios iniciais de desenvolvimento, sob condições de temperatura amena e alta umidade. Já as plantas com infestação sistêmica apresentam crescimento lento ou nanismo, com folhas cloróticas e

anormalmente grossas, hastes quebradiças com capítulos eretos e geralmente estéreis. O sintoma inicial é o amarelecimento do primeiro par de folhas verdadeiras, quase sempre na base das folhas ou ao longo da nervura central. A infecção localizada pode ser observada nas folhas jovens, inicialmente como manchas angulares, pequenas, verde-amareladas, distribuídas ao acaso no limbo foliar (Leite, 1997). Como ocorre endemicamente em vários países produtores, a importação de sementes de girassol comum e demais espécies do gênero *Helianthus* para o Brasil provenientes desses países é proibida.

Ferrugem – *Puccinia helianthi* Schw

A ferrugem é uma doença importante em várias regiões produtoras do mundo. Encontra-se em todas as regiões onde se cultiva o girassol (Zimmer & Hoes, 1978). Os sinais típicos da ferrugem do girassol são pequenas pústulas circulares, de 1 a 2 mm de diâmetro, pulverulentas, de coloração alaranjada a preta, distribuídas ao acaso por toda a superfície da planta. A severidade da ferrugem pode variar com a idade da planta, com as condições climáticas e com a resistência do genótipo. O patógeno é favorecido por temperaturas de 18 a 22° C e alta umidade relativa. Perdas severas tem sido atribuídas a esse fungo, que causa redução na produtividade e na qualidade de aquênios, pela diminuição do peso e teor de óleo (Zimmer & Hoes, 1978).

Mancha cinzenta da haste – *Phomopsis helianthi* Munt.-Cvet. et al.

Esta doença é relativamente nova, relatada a partir dos anos 80 e tem se mostrado altamente destrutiva nos países da Europa oriental e França (Leite, 1997). É uma doença que frequentemente ocorre em reboleiras provocando a quebra e acamamento das plantas atacadas e, dependendo das condições climáticas, o grau de incidência pode alcançar 50% a 80% do stand (Pereyra & Escande 1994).

Podridão da medula da haste – *Erwinia* sp

Entre as doenças bacterianas, a podridão da medula é a que causa danos de maior importância em girassol (Pereira & Escande 1994). Inicialmente observa-se uma lesão

encharcada na haste, que aumenta de tamanho rapidamente. Internamente, o sintoma típico da doença caracteriza-se pela decomposição total dos tecidos da medula da haste, que adquire coloração parda e odor característico e finalmente, liquefaz-se na região lesionada (EMBRAPA, 1983).

Controle de doenças

Após sua instalação nas lavouras, as doenças do girassol são de difícil controle. Portanto, as medidas de controle assumem caráter principalmente preventivo e não devem ser utilizadas de forma isolada. O controle efetivo baseia-se então num programa integrado de medidas.

As medidas regulatórias são aquelas propostas pelo Ministério da Agricultura para controlarem a entrada de sementes de girassol no país, visando principalmente impedir a entrada do míldio e *S. sclerotiorum*. A escolha e busca de cultivares que sejam resistentes às doenças são altamente desejáveis e podem se tornar à medida mais eficaz de controle, pois eliminariam a necessidade de outras medidas. A época de semeadura deve ser aquela que permita satisfazer as exigências da cultura, nas diferentes fases de desenvolvimento, e que desfavoreça a ocorrência de doenças. Outras medidas eficazes são a escolha adequada da área, o uso de sementes sadias, o tratamento das sementes com fungicidas, a densidade de semeadura adequada, tratamentos culturais como adubação, irrigação e capinas, controle químico através de pulverizações com fungicidas, a antecipação da colheita, a rotação e sucessão de culturas e a destruição dos restos de culturas.

Época de semeadura para produção de silagem de girassol

O girassol é uma planta que se adapta em diversas condições edafoclimáticas, podendo ser cultivada no Brasil desde o Rio Grande do Sul até o hemisfério norte, no estado de Roraima (Castro e Faria, 2005). Em geral a época de semeadura do girassol para produção de silagem segue a mesma recomendação da semeadura para produção

de grãos, sendo que a melhor época é aquela que satisfaz as exigências da cultura, permitindo produções satisfatórias (Castiglioni et al., 1997).

É recomendado o plantio do girassol para produção de silagem no Estado de Goiás de janeiro até 15 de fevereiro, no Paraná de agosto até 15 de outubro, em São Paulo vai de fevereiro a março, no Rio Grande do Sul de 15 de julho ao final de agosto e em Minas Gerais vai de janeiro a 15 de março (Castro et al., 1997). De uma forma geral, a semeadura do girassol para produção de silagem é indicada após a colheita da cultura principal, em período de safrinha, ou em locais onde as deficiências hídricas tornam inviáveis culturas tradicionalmente utilizadas para este propósito, como milho e sorgo (Gonçalves et al., 2005).

Produtividade

A produção ou rendimento de forragem por área é um ponto decisivo no custo de produção de silagem, sendo portanto fundamental na tomada de decisão para escolha da forrageira a ser utilizada. Por suas características de manter produções satisfatórias em situações de déficit hídrico, o girassol se apresenta como opção onde as culturas como milho e sorgo não apresentam desempenho satisfatório.

Em trabalho avaliando treze cultivares de girassol ensilados na fase final de maturação fisiológica, Tomich et al. (2003) encontraram produções de matéria seca variando de 3,6 t/ha para o V2000 a 7,7 t/ha para o Rumbosol 91, mostrando que o genótipo utilizado tem efeito significativo sobre a produtividade do girassol. Valores de produção de matéria seca inferiores foram observados por Tosi et al. (1975) para colheita das plantas aos 94 dias após plantio com produções que variaram de 4,4 a 5,8 t de MS/ha. Já para Gonçalves et al. (1996) trabalhando com três épocas de corte (83, 93 e 103 dias) as produções de matéria seca foram respectivamente 6,78; 6,5 e 8,5 t/ha, para a semeadura no mês de fevereiro; 6,1; 6,2 e 6,1 t/ha, para a semeadura no mês de março; 2,3, 2,1 e 2,7 t/ha, para a semeadura no mês de abril, mostrando que a época de plantio exerce

influência sobre a produção da cultura. Pereira (2003) não observou diferenças na produção de MS/ha para colheitas efetuadas aos 30, 37, 44 e 51 dias após o florescimento, com valores que variaram de 5,12 t/ha a 6,08 t/ha. Entretanto Câmara et al. (1999) avaliando o híbrido Cargil 11 ensilado aos 49, 56, 68, 94 e 103 dias após emergência, verificaram produções de MS/ha de 3,3; 4,9; 7,3; 7,2 e 6,9 t/ha, respectivamente.

Ponto de ensilagem

Segundo McDonald et al. (1991) o valor de matéria seca (MS) é considerado como o mais importante fator no processo de ensilagem, sendo recomendado que o mesmo seja de 30 a 35%. Para Câmara et al. (1999) esses valores só são encontrados para plantas nos estádios finais de maturação fisiológica, quando a um aumento nos teores de fibra em detergente ácido (FDA), fibra bruta (FB) e lignina e diminuição na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Já Pereira et al. (1999) avaliando diferentes épocas de ensilagem para quatro genótipos de girassol, observaram que as melhores épocas de ensilagem com relação aos teores de MS variaram entre os genótipos, sendo que a época que mais se aproximou da ideal para o Rumbosol 91 foi a de 30 dias após o florescimento, para o V2000 essa época foi de 44 a 51 dias após a floração e para o DK 180 e M734 foi de 37 dias após o florescimento. Esses dados sugerem que talvez seja necessário se determinar o ponto ideal de ensilagem para os diferentes genótipos de girassol encontrados no mercado.

Pereira (2003) reunindo os dados disponíveis na literatura para silagens de girassol encontrou valor médio de matéria seca (MS) de 24,1%. Esse mesmo autor encontrou perfis de fermentação satisfatórios para os genótipos de girassol avaliados por ele, embora os valores de MS obtidos tenham sido baixos. Morrison (1966) sugere a ensilagem do girassol quando metade ou dois terços das plantas estiverem em flor. No entanto, avaliando a ensilagem do girassol em vários estádios de maturação, Tan & Tumer (1996)

concluíram que a fase de floração final foi a mais adequada para a obtenção de silagem de boa qualidade. Para ensilagem em estágio final de maturação fisiológica Tomich et al. (2003) e Jayme (2003) encontraram silagens de boa qualidade. Entretanto Pereira (2003) observaram diminuição na cinética de degradação com o avançar do estágio de maturação das plantas de girassol. Já Câmara et al. (1999) encontraram máximos rendimentos de matéria seca para plantas ensiladas no estágio final de maturação fisiológica. Contudo segundo Lima et al. (1999) o estágio de maturidade onde ocorre máxima produção de forragem por área não corresponde necessariamente ao momento adequado para colheita, que, nesse caso, pode ser determinado pela produção de matéria orgânica digestível ou energia por unidade de área, visando associar qualidade e disponibilidade de forragem.

Como pode ser observado existe uma variação muito grande na literatura a respeito do ponto ideal de ensilagem do girassol, sendo portanto necessárias pesquisas que avaliem a utilização de silagem de girassol para animais em diferentes épocas de ensilagem.

Qualidade das silagens

A qualidade das silagens é influenciada por vários fatores como o teor de umidade, pH, composição química dentre outros, que afetam também o consumo pelos animais (Van Soest, 1994)

As características desejáveis de uma gramínea para conservação via ensilagem são: apresentar níveis adequados de carboidratos solúveis, ter baixa capacidade tampão e conteúdo de matéria seca superior a 20%. O baixo conteúdo de matéria seca observado na silagem de girassol tem sido colocado como uma desvantagem (McDonald et al., 1991), o que segundo Vilela (1998) coloca em risco o processo de conservação devido a possibilidade de surgirem fermentações secundárias. Os valores de MS encontrados por Tosi et al. (1975) para silagens de três cultivares de girassol ensilados aos 94 dias variaram de 15,43 a 16,98%, sendo inferiores a média

de 29,82% observada por Jayme (2003) para ensilagem no estágio final de maturação fisiológica.

Os padrões de fermentação das silagens de girassol parecem adequados, geralmente com pH mais elevado que o milho e teores moderados de nitrogênio amoniacal (Gonçalves et al., 2000; Rodrigues et al., 2001). No trabalho de Fernandes et al. (2002) os padrões de fermentação da silagem de girassol mostraram-se adequados, com teores de N-NH₃ e valores de pH mais elevados do que a silagem de milho, contudo, permitem classificá-la como de boa qualidade para estes parâmetros segundo critérios sugeridos por Henderson (1993) e Paiva (1976), e de média qualidade para os valores de DIVMS (Paiva, 1976), o que esta de acordo com Tomich (1999) e Jayme (2003) que avaliando a qualidade das silagens de seis genótipos de girassol classificou as silagens do genótipo Mycogen 93338 como de boa qualidade para os valores DIVMS e as demais como de média qualidade, atribuindo esta classificação intermediária a necessidade de ensilagem em estádios mais avançados de maturação (100% de grãos maduros) para se atingirem adequados valores de MS para ensilagem, já que nesta fase as plantas apresentam maiores concentrações de constituintes de parede celular que são menos digestíveis.

Os valores de pH observados por Tosi et al. (1975) foram 3,87 e 5,56 para silagens de milho e girassol respectivamente, segundo esses autores os maiores valores de pH encontrados na silagem de girassol foram devido o maior poder tampão desta silagem. Avaliando genótipos de girassol confeiteiros e genótipos produtores de óleo, Jayme (2003) obteve valor médio de pH de 4,51, que é próximo à média de 4,67 encontrada por Tomich (1999).

Quando a ensilagem é conduzida de forma adequada, o girassol produz silagens com fermentação apropriada à conservação da forragem estocada.

Valor nutritivo e composição

O conteúdo e a digestibilidade da PB, os valores de digestibilidade da energia, bem como o consumo e digestibilidade da matéria seca, são critérios importantes para exprimir o valor nutritivo de gramíneas tropicais (Roston & Andrade, 1992). Ko et al. (2005) encontraram valor médio de digestibilidade aparente da energia bruta (DAEB) de 53,98% e da PB de 57,64%, para silagens de girassol ensilado na fase final de maturação fisiológica. Já Valdez et al. (1988) encontraram maiores valores de DAEB para silagem de milho que para silagem de girassol, com valores de 69,3% e 63,1%, respectivamente. Geralmente a silagem de girassol apresenta alto teor protéico e, devido ao alto conteúdo de óleo, também possui alto valor energético (Gonçalves et al., 2005).

A silagem de girassol apresenta composição bromatológica distinta da silagem de milho, com diferença na composição da parede celular (McGuffey & Schingoethe, 1980; Thomas et al., 1982; Henrique et al., 1998a; Rodrigues et al., 2001). Os valores de FDN e FDA observados por Valdez et al (1988) foram de 58,2% e 34,7% para silagens de milho e 43,5% e 30,0% para silagem de girassol, respectivamente. Já McGuffey & Schingoethe (1980) encontraram valores de FDN de 49,1% e 41,8% e de FDA de 23,5% e 38,4% para silagens de milho e girassol, respectivamente. Tomich et al. (2003) avaliando 13 cultivares de girassol encontraram valores de FDN que variaram de 37,7% a 52,8% e de FDA que se situaram entre 28,9% e 40,1%.

Análises de composição química do girassol têm mostrado valores de PB de 14 a 30% maiores e cerca de 1,6 a 4,3 vezes mais EE que as silagens de milho (Vandersall, 1976; McGuffey & Schingoethe, 1980). Valdez et al. (1988) encontraram maiores teores de PB e EE para silagens de girassol que para as silagens de milho. O que esta de acordo com Fernandes et al. (2002) que observaram menores teores de MS e DIVMS e maiores teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e FDA para silagem de girassol em relação à silagem de milho. Segundo Gonçalves et al. (2005) a silagem de girassol em geral apresenta

maiores teores de lignina e menor digestibilidade, quando comparada às silagens de milho e sorgo, características que podem limitar sua utilização para categorias animais mais exigentes. Valdez et al. (1988) observaram maiores teores de lignina e menores valores de digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) para silagem de girassol que para silagem de milho. Tomich et al. (2004) encontraram valor médio de DIVMS de 49,8% para silagens de 13 cultivares de girassol ensilados em fase final de maturação fisiológica. Valdez et al. (1988) encontraram valor de DAFDN de 68,1% e 51,6%, e de DAFDA de 64,2% e 63,2% para silagens de milho e girassol, respectivamente. Segundo Morrison (1940) e Wilson & Kuhlman (1922) a silagem de girassol apresenta cerca de 2/3 dos nutrientes digestíveis da silagem de milho.

Valdez et al. (1988) encontraram valor de DAEE de 66,3% para silagem de milho e 70,5% para silagem de girassol.

Desempenho animal

Ribeiro et al. (2002) observaram ganho de peso diário em média 34% superior para ovelhas em confinamento alimentadas com silagem de girassol, quando comparado às alimentadas com silagem de milho e sorgo. Além disso as ovelhas que receberam silagem de girassol apresentaram um rendimento de carcaça quente maior que as que receberam silagens de sorgo ou milho, 53,14%, 48,13%, 46,36%, respectivamente. Esses autores concluíram que o uso de silagem de girassol como única fonte de volumosos pode ser uma boa opção para a engorda de ovinos.

McGuffey & Schingoethe (1980) encontraram menores produções de leite (kg/d) para vacas recebendo silagem de girassol em comparação com aquelas recebendo silagem de milho, entretanto não foram observadas diferenças na produção de leite corrigida para 4% de gordura, já que a porcentagem de gordura do leite foi maior para as vacas que recebiam silagem de girassol. Segundo estes autores a maior produção de gordura do leite para os animais que recebiam silagem de girassol

pode ser atribuída aos maiores teores de EE desta silagem. Contudo para Van Soest (1963) dietas ricas em ácidos graxos polinsaturados reduzem a concentração de gordura do leite. Tal afirmação esta de acordo com o que foi observado por Thomas et al. (1982) que relataram menores concentrações de gordura no leite de vacas alimentadas com silagem de girassol em relação aquelas alimentadas com silagem de alfafa, o que, segundo estes autores pode ser explicado pela menor ingestão de FDA dos animais que receberam silagem de girassol, embora os teores de FDA da silagem de girassol fossem adequados para o bom funcionamento ruminal. Vacas alimentadas com silagem de girassol consomem menos forragem e produzem menos leite por dia com menores concentrações de proteína e sólidos totais que aquelas alimentadas com silagem de milho (McGuffey & Schingoethe 1980). Segundo Thomas et al. (1982) as reduções na produção de leite observadas em alguns trabalhos para animais que receberam silagem de girassol estão mais relacionadas as menores IMS desta silagem, que a composição química da silagem quando se trabalha com dietas isocalóricas. Thomas et al. (1982) não observaram diferenças na produção de leite para vacas alimentadas com silagem de girassol ou de alfafa, o que esta de acordo com Vandersall (1976), que trabalhando com vacas alimentadas com silagem de girassol de genótipo confeiteiro encontraram produções similares de leite aquelas alimentadas com silagem de milho e feno de alfafa. Thomas et al. (1982) indicam a silagem de girassol como uma opção para vacas no meio e final de lactação. Segundo Silva et al. (2004) a inclusão parcial da silagem de girassol na dieta de vacas leiteiras em substituição à silagem de milho é viável para vacas com produção de 26kg/dia de leite, por não alterar as produções de leite, de leite corrigido para gordura (LCG4%), de proteína e de gordura do leite. Já a substituição completa da silagem de milho pela silagem de girassol não deve ser recomendada em razão de reduções nas produções de leite, proteína e extrato seco total (EST).

Sneddon et al. (1979) relataram menores ganhos de peso por dia e menor consumo de MS por dia para novilhas de leite recebendo silagem de girassol em relação aquelas que recebiam silagem de alfafa, entretanto as novilhas alimentadas com silagem de girassol apresentaram melhor conversão alimentar.

Consumo e digestibilidade

A ingestão de alimento é mais importante que a digestibilidade para limitar a produção de vacas de leite (Crampton et al., 1960). McGuffey & Schingoethe (1980) encontraram menor IMS para vacas recebendo silagem de girassol que para aquelas recebendo silagem de milho, o que foi atribuído aos maiores teores de FDA e EE da silagem de girassol. Fato semelhante foi observado por Thomas et al. (1982) que encontraram consumo de 2,4% inferiores para vacas alimentadas com silagem de girassol em relação aquelas alimentadas com silagem de alfafa, entretanto as necessidades de energia para produção de leite e ganho de peso dos animais foram atendidas. Contudo Valdez et al. (1988) não observaram diferenças de consumo de MS entre vacas de leite alimentadas com silagem de milho (12,5 kg/d) e girassol (12,0 kg/d). Entretanto foi observada menor digestibilidade da MS para a silagem de girassol, o que foi atribuído aos maiores teores de EE desta silagem, que teriam efeito negativo sobre a digestibilidade das frações fibrosas. Segundo Palmquist & Conrad (1978) dietas contendo mais que 8% de gordura levam a diminuição na ingestão e digestibilidade da matéria seca, diminuindo a performance dos animais.

A estrutura física da forragem pode exercer efeito negativo sobre o consumo (Campling, 1966) porque a silagem permanece por um maior tempo no rúmen. Segundo Mertens (1973) existe uma relação direta entre conteúdo de FDN e ingestão de forragem, no entanto Valdez et al. (1988) trabalhando com vacas holandesas não observaram efeito do conteúdo de FDN sobre a ingestão de MS. De acordo com Van Soest (1965) os teores de FDA e lignina exercem efeito negativo sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca.

Vacas alimentadas com silagem de girassol consumiram menos FDN e FDA que as alimentadas com silagem de alfafa, mas apresentaram maiores ingestões de EE (Thomas et al. 1982). Já Leite et al. (2002) avaliando dietas isoprotéicas com níveis crescentes de silagem de girassol em substituição à silagem de milho na dieta de vacas leiteiras observaram que o aumento da concentração de silagem de girassol na dieta causou redução na ingestão de matéria seca, matéria orgânica e FDN, mas não foram observadas diferenças na ingestão de PB e FDA, concluindo que a silagem de girassol apresenta potencial para ser utilizada em dietas de vacas leiteiras, em associação ou não à silagem de milho.

McGuffey & Schingoethe (1980) encontraram 4,3 vezes mais EE na silagem de girassol que na silagem de milho, o que segundo estes autores causa redução na IMS destas silagens. Entretanto Vandersall (1976) trabalhando com vacas de leite e Sneddon et al. (1979) trabalhando com novilhas encontraram reduções na IMS dos animais alimentados com silagem de girassol em relação à silagem de alfafa, mas atribuíram esta redução de consumo ao maior teor de umidade da silagem de girassol e não a concentração de EE. Maior ingestão de EB foi observada por Valdez et al. (1988) para vacas alimentadas com silagem de girassol em comparação com aquelas que recebiam silagem de milho, o que pode estar associado aos maiores teores de extrato etéreo desta silagem.

Ribeiro et al. (2002) encontraram valores de consumo de matéria seca por unidade de tamanho metabólico maiores para ovelhas alimentadas com silagem de milho (83,25g/UTM/d), intermediários para as alimentadas com silagem de girassol (76,75g/UTM/d) e inferiores para as alimentadas com silagem de sorgo (69,75g/UTM/d). Henrique et al. (1998) não observaram diferenças no consumo de nutriente digestíveis totais (NDT) e MS em porcentagem do peso vivo para as silagens de milho, sorgo e girassol.

Técnica de degradabilidade in situ

A eficiência de utilização dos alimentos pelos animais é uma importante área de pesquisa, envolvendo não somente a comparação da eficiência produtiva entre diferentes animais, mas também a avaliação de diversos recursos alimentares disponíveis (Van Soest, 1994). As interações dinâmicas dentro do rumen são difíceis de serem simuladas. Neste contexto as técnicas *in situ* permitem o estudo da digestão dentro do rúmen reduzindo desta forma a necessidade de simulação ruminal. Tais técnicas foram utilizadas extensivamente durante as últimas duas décadas, primeiramente para comparar as características da degradação entre alimentos e aumentar o entendimento da digestão ruminal. Entretanto recentemente, os sistemas de avaliação de dietas tornaram-se mais elaborados e requerem o conhecimento de características ruminais da degradação dos alimentos com a finalidade de prever o desempenho animal (NRC, 1989; AFRC, 1992; NRC, 1996).

A técnica consiste em colocar pequena quantidade de alimento em sacos de náilon não degradáveis e suspendê-los no rúmen de animais fistulados. O uso dos sacos de náilon tem a vantagem de dar uma estimativa muito rápida da taxa, e extensão da degradação dos alimentos no rúmen, sem necessitar de nenhum procedimento mais complicado do que a simples pesagem dos sacos. Os métodos *in situ* têm a capacidade de fornecer informações a respeito da degradabilidade efetiva dos componentes químicos dos alimentos no rúmen (Orskov & McDonald, 1979). Contudo Marinucci et al (1992) concluíram que o método *in situ* pode ser utilizado para comparar a digestibilidade ruminal dos alimentos, embora seja necessário ter cautela na avaliação dos dados em termos absolutos.

A quantificação da parede celular e de sua degradabilidade é de fundamental importância para formulação de dietas de forma eficiente. A composição da parede celular de dietas tem maior importância quando dietas ricas em forragem são utilizadas (Andrighetto et al., 1993). Segundo Mertens (1982) a ingestão de matéria seca é influenciada pelo enchimento ruminal. Alimentos com alta

taxa de degradabilidade da FDN são correlacionados positivamente com a ingestão (Van Soest, 1965). Entretanto alimentos com a mesma quantidade de FDN podem apresentar ingestões diferentes, as quais podem estar relacionadas à porção FDN indigestível (Mertens, 1982). A síntese de proteína microbiana é dependente da matéria seca degradada no rúmen (Clark et al, 1992), desta forma avaliações de degradabilidade ruminal dos alimentos são essenciais em sistemas de alimentação de ruminantes (Arieli et al., 1998).

Variações na técnica

Diversos fatores influenciam os estudos de degradabilidade *in situ*. Estes podem estar relacionados às características dos animais, as características do substrato, as características dos sacos de náilon utilizados, em características temporais, além de aspectos processuais, e componentes matemáticos. Vale ressaltar que as interações entre diversos destes fatores existem.

Segundo Nocek (1988) o tamanho dos poros, o tamanho de partícula do material incubado e a dieta dos animais utilizados podem influenciar o desaparecimento da matéria seca do material incubado.

A seqüência de incubação no rúmen pode influenciar a degradação. Nocek (1985) observou que colocando-se todos os sacos de uma vez no rúmen e retirando nos tempos de degradação pré-definidos, a taxa de degradação da MS e do nitrogênio do farelo de soja foi menor que a incubação dos sacos na seqüência reversa, retirando todos de uma só vez. Segundo este autor as diferenças podem estar relacionadas à paralisação da degradação quando os sacos eram retirados do rúmen nos horários intermediários.

As técnicas de lavagem dos sacos de náilon podem ter efeito significativo sobre desaparecimento da matéria seca no rúmen (Mehrez & Orskov, 1977; Nocek et al., 1979; Cherney et al., 1990).

A técnica dos sacos de náilon apresenta três limitações importantes. Primeiro, as amostras estão confinadas dentro dos sacos de náilon e não são expostas à degradação pela mastigação ou ruminação. Segundo, o alimento finamente moído poderia deixar os sacos devido seu tamanho de partículas. Terceiro, o que é medido é a quebra do material até um tamanho que o permita deixar os sacos náilon, e não necessariamente a quebra dos compostos químicos das amostras. Os resultados então deveriam ser utilizados com cautela, levando-se em consideração apenas os valores qualitativos (Orskov et al., 1980).

Modelagem da degradabilidade in situ

O modelo de Ørskov e McDonald (1979) proposto para estimativa da degradabilidade ruminal da proteína sugere as seguintes equações:

$$\text{Degradação Potencial (DP)} = a + b * [1 - \exp(-ct)]$$

Em que,

a = a percentagem rapidamente degradável (solúvel) do material contido nos sacos de náilon;

b = a fração potencialmente degradável do material incubado nos sacos de náilon;

c = a taxa fracional constante de degradação da fração b ;

t = o tempo de incubação no rúmen;

S = a percentagem solúvel em água do material obtida pela lavagem dos sacos de náilon;

Merhez e Ørskov (1977) sugeriram a seguinte equação:

$$p = a + b (1 - e^{-ct}) \quad (1)$$

Em que,

p = porcentagem de degradação após um tempo (t) expresso em horas de incubação no rúmen;

a = intercepto da curva de degradação no tempo zero (t_0), representando o substrato solúvel e completamente degradado;

b = degradabilidade potencial do material que permaneceu no saco após o tempo zero

e que será degradado (substrato insolúvel potencialmente degradável);

c = taxa fracional constante de degradação da fração b remanescente, após o tempo zero.

O material não degradado pode ser representado como sendo $1 - (a + b)$.

Sampaio (1988) propôs uma equação simplificada da equação (1):

$$p = A - B * e^{-ct} \quad (2)$$

Em que,

A = percentagem máxima de degradação do material contido no saco e corresponde a "a + b", como definidos para a equação (1);

B = não tem valor biológico de interesse

c = taxa fracional constante de degradação da fração b remanescente, após o tempo zero; e

t = tempo de incubação expresso em horas.

k = a taxa fracional de passagem.

Os parâmetros "A" e "c" são os principais na qualificação de uma forragem (Sampaio, 1988). Um elevado valor de A indica um material muito degradável, enquanto que um maior valor de "c" implica em menor tempo para o desaparecimento da fração imediatamente degradável. Segundo Borges (1997) as forragens mais digestíveis apresentam valores altos de A, mas necessitam também de altos valores de "c", para que alcancem o potencial máximo de degradação em menor tempo.

McDonald (1981) inclui na equação a chamada *lag time* ou tempo de colonização (TC), que seria uma fase que precede o início do processo de degradação, onde ocorre o início da colonização bacteriana, porém sem ocasionar hidrólise do material incubado. A estimativa da degradabilidade potencial e do tempo de colonização de acordo com estes autores são representadas pelas seguintes equações:

$$Lag = 1/c \ln (b/a' + b' - S) \quad (3)$$

Já o conceito de degradabilidade efetiva é utilizado quando se inclui a taxa de

passagem do alimento no cálculo da degradabilidade, Ørskov e McDonald (1979) propuseram a seguinte equação para estimar a degradabilidade efetiva (DE):

$$DE = S + \frac{B1 * c}{c + k} \quad (4)$$

Em que,

S = fração solúvel da amostra no tempo zero;

B1 = fração lentamente degradável, correspondente a subtração de A (equação 2) - S;

c = taxa de degradação;

k = taxa de passagem.

Técnica in vitro semi-automática de produção de gases

É de conhecimento dos nutricionistas a importância de parâmetros como ingestão voluntária e digestibilidade na avaliação de alimentos para ruminantes (Minson, 1990). Entretanto os métodos mais comumente utilizados para estes fins, demandam grande quantidade de animais, volumes consideráveis de alimentos, se estendem por vários dias e em geral tem custo elevado. Várias são as tentativas de se encontrar soluções alternativas que minimizem esses fatores, sendo utilizadas principalmente as técnicas *in vitro*. Dentre as técnicas *in vitro* comumente utilizadas a metodologia proposta por Tilley & Terry (1963) merece destaque na análise de forrageiras, no entanto ela não fornece dados referentes à cinética de degradação, o que também é observado em métodos enzimáticos de estimativa de digestibilidade, que apresentam o agravante de não apresentarem boas correlações com os dados *in vivo*. Vários grupos pesquisa medem a produção de gases através de seringas de vidro (Hidayat et al., 1993; Khaazal e Ørskov, 1994), ou mediante a utilização de sistemas manométricos (Garg e Gupta, 1992; Warghorn e Stafford, 1993). Os dois sistemas requerem medidas periódicas do volume de gases produzidos o que faz com que a técnica seja muito laboriosa e limite o número de substratos a

serem analisados. Nos últimos anos Maurício et al. (1999) modificou a técnica proposta por Theodorou et al. (1994), mediante a incorporação de um software que permite a captura das leituras automaticamente reduzindo o erro do operador e aumentando a capacidade analítica da técnica, além de substituir as medições de volume por medições de pressão dos gases. A técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases tem ganhado espaço nos últimos anos dada sua alta correlação com os dados obtidos de ensaios de digestibilidade *in vivo* (Menke et al., 1979), além de permitir a obtenção de dados referentes à taxa de fermentação e degradação das forrageiras.

A técnica da produção *in vitro* de gases pode ser utilizada como uma medida da degradação ruminal dos alimentos (Menke e Steingass, 1988; Getachew et al., 1998) e como um indicador de ingestão de matéria seca digestível (Blummel e Ørskov, 1993; Williams et al., 1996). Esta técnica tem também o potencial de investigar efeitos associativos entre alimentos (Prasad et al., 1994; Liu et al., 2000).

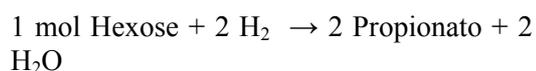
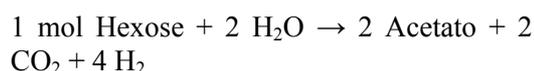
Os estudos iniciais de medidas de gases baseavam-se na investigação da atividade microbiana usando medidas manométricas (Czerkawski & Breckenridge, 1969). Esses métodos permitiram concluir que as taxas de fermentação dos diferentes substratos não são constantes, e variam de acordo com mudanças na dieta dos animais (McBee, 1953). Devido as dificuldades para se avaliar um grande número de amostras e falta de agitação mecânica das amostras, o método manométrico tem limitada aplicabilidade na rotina de avaliação de alimentos (Getachew et al., 1998). A agitação das amostras é determinante na taxa de produção de gases (Wilkins, 1974; Pell & Schofield, 1993). Uma das principais vantagens da técnica de avaliação de forragens via produção de gases é a possibilidade de se avaliar à parte do alimento que é realmente fermentada, uma vez que se avaliam os produtos da fermentação. Já nas demais técnicas *in vitro* o estudo baseia-se em medidas gravimétricas, levando em consideração a porções dos alimentos que podem ou não

contribuir para fermentação (Blummel e Ørskov, 1993). Dessa forma o método de produção de gases permite estudar a cinética de degradação dos alimentos com amostras simples, sendo possível então se avaliar um grande número de amostras conjuntamente (Getachew et al., 1998).

A origem dos gases

Os gases produzidos a partir dos alimentos incubados em meio contendo suco de rúmen e um tampão derivam basicamente da fermentação dos carboidratos, pois a contribuição das proteínas é pequena e da gordura é desprezível (Blummel e Ørskov, 1993). Os gases produzidos na técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases pode ser direta, a partir da fermentação de carboidratos até CO₂ e metano ou indiretas a partir do tamponamento dos ácidos graxos de cadeia curta (CO₂ liberado do tampão bicarbonato). Cerca de 50% dos gases gerados a partir da fermentação das forragens tem origem no tamponamento dos ácidos graxos voláteis (AGV) quando se utiliza o tampão bicarbonato (Blummel e Ørskov, 1993).

As estequiometrias da fermentação das hexoses foram descritas por Hungate (1966) e encontram-se demonstradas abaixo.



Maiores produções de gases são observadas para substratos que são fermentados até acetato e butirato, já que os gases formados a partir de substratos fermentados até propionato são apenas de origem indireta, ou seja, formados a partir do tamponamento deste ácido graxo volátil (Van Soest, 1994). As produções de gases então estariam diretamente relacionadas às proporções molares dos ácidos graxos gerados a partir da fermentação dos substratos (Getachew et al., 1998). Vários fatores estão envolvidos

na produção de gases, como temperatura ideal, pH e tamponamento adequado, tamanho de partícula do material incubado (Trei et al., 1970), quantidade de amostra (Raab et al., 1983), quantidade de AGVs gerados pelo tampão disponível e qualidade do inóculo ruminal (Beuvink & Spoelstra, 1992).

Cinética da fermentação e descrição matemática da de produção de gases em sistema in vitro

A descrição das características de degradação das forragens tem importância fundamental, uma vez que a utilização das mesmas é dependente de sua degradação microbiana no rúmen (Hovell et al., 1986). A cinética de fermentação dos alimentos pode ser determinada a partir dos gases originários da fermentação e dos gases liberados do tamponamento dos AGVs. Já a cinética de produção de gases é dependente das proporções relativas dos componentes solúveis, insolúveis mas degradáveis e não degradáveis dos alimentos (Getachew et al., 1998). Vários modelos tem sido descritos para se avaliar as características de produção de gases, entre eles o modelo exponencial proposto por Orskov e McDonald (1979), que é utilizado para avaliação de forragens pela técnica dos sacos de náilon. Entretanto desde que este modelo assume uma taxa fracional constante de fermentação (Groot et al., 1996), e as diferentes partículas dos alimentos fermentam em diferentes taxas, sua utilização não é aceita universalmente (Getachew et al., 1998). Um dos modelos mais utilizados é o proposto por France et al. (2005) que é derivado de um modelo geral compartimental que procura relacionar a técnica de produção de gases ao desempenho animal. France et al. (1993) propôs um modelo para descrever a cinética de produção *in vitro* de gases, assumindo que a taxa de degradação pode variar durante o processo de degradação, conforme mostra a equação abaixo.

$$Y = A * [1 - \exp(-b(t-lag) - c(\sqrt{t} - \sqrt{lag}))]$$

Em que,

Y é a produção acumulada de gases (mL);
A é o potencial máximo de produção *in vitro* de gases (mL)
b e *c* são as taxas fracionais constantes (horas⁻¹ e horas^{-0.5} respectivamente);
lag é a tempo de colonização (horas);
t é o tempo de incubação (horas).

Predição de ingestão voluntária

O conhecimento da ingestão voluntária de alimentos por ruminantes tem grande importância no estudo dos alimentos (Hovell et al., 1986), pois este é um fator que restringe a utilização de alguns alimentos, em especial aqueles ricos em frações fibrosas (Orskov e Ryle, 1990). Vários trabalhos têm mostrado correlações significativas entre ingestão voluntária e produção de gases (Blummel & Becker, 1997; Chenost et al., 1997; Fernandez-Rivera, 1997; Romney et al., 1997). Entretanto a produção *in vitro* de gases da porção FDN tem maior correlação com a ingestão de matéria seca que a produção de gases do alimento como um todo (Blummel & Becker, 1997). Dentre os vários modelos para predição de ingestão, aqueles que combinam medidas de volumes de gases com determinação concomitante da quantidade de substrato degradado tem apresentados os melhores resultados que aqueles baseados apenas na produção de gases (Blummel & Becker, 1997). Deve-se ter em mente que as medidas de gases sozinhas não apresentam resultados satisfatórios, sendo necessário à complementação com medições dos resíduos (Getachew et al., 1998).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFRC. Nutritive requirements of ruminant animals: Protein. *Nutr. Abstr. Rev.* (Ser. B) 62, p. 787-835, 1992.
- ANDRIGHETTO, I.; BAILONI, L; COUI, G.; TOLOSA, H. F. Observations on *in situ* degradation of forage cell components in alfalfa and italian ryegrass. *J Dairy Sci.* 76, p. 2624-2631, 1993

- ARIELI, A. Whole cottonseed in dairy cattle feeding: a review. *Anim. Feed Sci. Techn.*, v.72, p.97-110, 1998.
- BALLA, A.; CASTIGLIONI, V. B. R.; CASTRO, C. *Colheita do girassol*. Londrina: Embrapa - CNPSo. 1995. 25p. (Embrapa - CNPSo. Documento, 92).
- BEUVINK, J.M.W., SPOELSTRA, S.F. Interactions between substrate, fermentation end-products, buffering systems and gas production upon fermentation of different carbohydrates by mixed rumen microorganisms in vitro. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 1992, 37, 505-509.
- BLUMMEL, M., BECKER, K. The degradability characteristics of 54 roughages and neutral detergent fibre as described by gas production and their relationship to voluntary feed intake. *Br. J. Nutr.* 1997, v.77, p. 757-768.
- BLUMMEL, M., ØRSKOV, E.R. Comparison of gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting feed intake in cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1993, 40, 109-119.
- BORGES, A.L.C.C.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Silagem de sorgo de porte alto com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. I - Teores de matéria seca, pH e ácidos graxos durante a fermentação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.49, p.719-732, 1997.
- BORGES, I. *Influência da dieta na degradabilidade in situ do caroço de algodão integral, e do bagaço de cana-de-açúcar auto-hidrolisado, na dinâmica da fermentação ruminal e na cinética sanguínea de ovinos*. Belo Horizonte: UFMG - Escola de Veterinária, 1997. 130p. Tese (Doutorado em Ciência Animal)
- CAMARA, G. M. S., SILVA, S. C., ANDRADE, F. M. E., MONTEIRO C.A. et al. Determinação do momento ideal de colheita do girassol (*Helianthus annuus L.*) para a ensilagem durante a safrinha de 1997. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 13, SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL, 1, 1999, Itumbiara. *Resumos...* Londrina: EMBRAPA Soja, 1999. P. 123-125.
- CAMPLING, R. C., FREER, M. Factors affecting the voluntary feed of food by cows. Experiments with ground, pelleted roughages. *British Journal of Nutrition* 20, p. 229-244, 1966.
- CARRÃO-PANIZZI, M.C., MANDARINO, J.M.G. Girassol: derivados protéicos. *Documentos*, EMBRAPA-CNPSo, n.74, 1994, 27p.
- CASTIGLIONI, V.B.R., LEITE, R.M.V.B.C., OLIVEIRA, M.F. Girassol Embrapa 122-V 2000. *Folder*, EMBRAPA-CNPSo, n.4, 1997.
- CASTRO, C. DE.; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A. A cultura do girassol : tecnologia de produção. 2a ed. Ver. Aum. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1997, 20p. (EMBRAPA-CNPSo *Documentos*, 67).
- CASTRO, C., FARIAS, J. R. B. Ecofisiologia do Girassol. In: Girassol no Brasil. Embrapa Soja, Londrina, PR, 2005.
- CHENOST, M., DEVERRE, F., AUFRERE, J., DEMARQUILLY, C. The use of gas-test technique for predicting the feeding value forage plants. In: In vitro techniques for measuring nutrient supply to ruminants. Proceedings of Occasional Meeting of the *British Society of Animal Science*, 1997, 8-10 July 1997, University of Reading, UK.
- CHERNEY, D. J. R., J. A. PATTERSON, AND R. P. LEMENAGER. Influence of in situ bag rinsing technique on determination of dry matter disappearance. *J. Dairy Sci.* 73, p. 391-397, 1990.
- CLARK, J. H., T. H. KLUSMEYER, AND M. R. CAMERON. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 75, p. 2304-2323, 1992.

- CRAMPTON, E. W.; DONNEFER, L. L.; LLOYD, L. E. A nutritive value index for forages. *J. Anim. Sci.*, v. 19, n.2, p.538-544, 1960.
- CZERKAWSKI, J.W., BRECKENRIDGE, G. The fermentation of sugar-beet pulp and sucrose in an artificial rumen, and the effect of linseed oil fatty acids on the fermentation. *Br. J. Nutr.* 1969, 23, 51–66.
- DIJKSTRA, J., FORBES, J.M., FRANCE, J. (Eds.), 2005. Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism, second ed. CAB International, Wallingford, UK.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). Resultados de pesquisa de girassol – 1983. 86p.
- EVANGELISTA, A.R.; ROCHA, G.P. *Forragicultura*. Lavras: Gráfica Universitária, 1997. 246p.
- FERNANDES, F.D., VELOSO, R., AMABILE, R.F., et al. Avaliação do valor nutritivo de silagens de girassol, milho e suas misturas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA 39, 2002, Recife. *Anais...* Recife: SBZ, 2002 (CD-ROOM).
- FERNANDEZ-RIVERA, S. Relationships between gas release in vitro and in vivo quality measures of tropical forages. In: In vitro techniques for measuring nutrient supply to ruminants, Proceedings of Occasional Meeting of the *British Society of Animal Science*, 1997, 8–10 July 1997, University of Reading, UK.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2004. FAOSTAT data, 2004. FAO, Rome, Italy.
- FRANCE, J., DHANOA, M.S., THEODOROU, M.K., et al. A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds. *Journal of Theoretical Biology*, v. 163, p. 99-111, 1993.
- FRANCE, J., L'ÓPEZ, S., KEBREAB, E., BANNINK, A., DHANOA, M.S., DIJKSTRA, J. A general compartmental model for interpreting gas production profiles. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 2005, p.123–124, p. 473–485.
- GARG, M. R., GUPTA, B. N. Effect of different supplements on the degradability of organic matter, cell wall constituents, in vitro gas production and organic matter digestibility of wheat straw. *Animal Feed Science and Technology*, v. 38, p. 187-198, 1992.
- GETACHEW, G., MAKKAR, H.P.S., BECKER, K. The in vitro gas coupled with ammonia measurement for evaluation of nitrogen degradability in low quality roughages using incubation medium of different buffering capacity. *J. Sci. Food Agric.*, 1997 in press.
- GONÇALVES, L.C.; SILVA, F.F.; CORREA, C.E.S., et al. Produtividade e teor de matéria seca de girassol (*Helianthus annuus*) cultivado em diferentes épocas do ano e colhido em diferentes estágios vegetativos. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, REUNIÃO ANUAL, 33, 1996, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1996.
- GONÇALVES, L.C., TOMICH, T.R., PEREIRA, L.G.R. Produção e utilização de silagem de girassol. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 1, 2000, Lavras. *Anais...* Lavras: UFLA, 2000. p.203-236.
- GONÇALVES, L.C., TOMICH, T.R., PEREIRA, L.G.R., RODRIGUES, J. A. S. Silagem de girassol como opção forrageira. In: Girassol no Brasil. Embrapa Soja, Londrina, PR, 2005.
- GROOT, J.C.J., CONE, J.W., WILLIAMS, B.A., DEBERSAQUES, F.M.A., LANTINGA, E.A. Multiphasic analysis of gas production kinetics for in vitro fermentation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1996, 64, 77–89.
- HENDERSON, N. Silage additives. *Animal Feed Science and Technology*, v.45, n.1, p.35-56, 1993.

- HENRIQUE, W., ANDRADE, J.B., SAMPAIO, A.A.M. Silagem de milho, sorgo, girassol e suas consorciações. II. Composição bromatológica. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, REUNIÃO ANUAL, 35, 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p.379-381.
- HIDAYAT, HILMAN, K., NEWBOLD, C. J., STEWART, C. S. The contributions of bacteria and protozoa to ruminal forage fermentation in vitro, as determined by microbial gas production. *Animal Feed Science and Technology*, v. 42, p. 193-208, 1993.
- HOVELL, F.D.DEB., NGAMBI, J.W.W., BARBER, W.P., KYLE, D.J. The voluntary intake of hay by sheep in relation to its degradability in the rumen as measured in nylon bags. *Anim. Prod.* 1986, v.42, p.111-118.
- HUNGATE, R. *The Rumen and Its Microbes*. New York: Academic Press, 1966.
- JAYME, D. G. *Qualidade das silagens de genótipos de girassol (Helianthus annuus) confeiteiros e produtores de óleo*. 2003. 44 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2003.
- KHAZAAL, K., ORSKOV, E. R. The in vitro gas production technique: an investigation on its potential use with insoluble polyvinilpirrolidone for the assessment of phenolics-related antinutritive factors in browse species. *Animal Feed Science and Technology*, v. 47, p. 305-320, 1994.
- KO, H.J.F.; REIS R.B.; GONÇALVES L.C.; RODRIGUES J.A.S. et al. Consumo voluntário e digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, energia e parede celular das silagens de quatro genótipos de girassol (*Helianthus annuus*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.55, n.3, 2005.
- LEITE, L. A.; REIS, R.B.; GONÇALVES, L.C.; OLIVEIRA, M.A.; et al. Avaliação do consumo de silagem de girassol em substituição à silagem de milho na dieta de vacas leiteiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. *Anais...*Recife: SBZ, 2002.
- LEITE, R.M.V.B.C. Doenças do girassol. Londrina: EMBRAPA-CNCPSO, 1997, 68p. (EMBRAPA-CNCPSO. Circular técnica, 19).
- LIMA, M. L. M.; CASTRO, F. G. F.; TAMAFFIA, L. F. M. Culturas não convencionais Girassol e Milheto. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7, 1999, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: ESALQ, 1999, p.167-181.
- LIU, J. X., Y. YAN., J. YAO, AND A. SUSENBETH. The use of in vitro gas production to reflect associate effects in feeding trials. In: Proc. 51st Annu. Mtg. of the *Eur. Assoc. Anim. Prod.*, The Hague, The Netherlands. p 153, 2000.
- MARINUCCI, M.T., DEHORITY, B.A., LOERCH, S.C. 1992. In vitro and in vivo studies of factors affecting digestion of feeds in synthetic fiber bags. *J. Anim. Sci.*, 70(1):296-307.
- MAURICIO, R. M. *Comparison of bovine rumen liquor and bovine faeces as inoculum for an in vitro gas production technique for evaluating forage*. P.h.D. Thesis. The University of Reading, reading, UK, pp. 282, 1999.
- MAURICIO, R.M., MOULD, F.L., DHANOA, M.S., OWEN, E., KULWANT, C.S., THEODOROU, M.K.. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant feedstuff evaluation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1999, 79, p. 321-330.
- MCBEE, R.H. Manometric method for the evaluation of microbial activity of rumen with application to utilisation of cellulose and hemicelluloses. *Appl. Microbiol.* 1953, 1, 106-110.

- McDONALD, I. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, v. 96, p.251–252, 1981.
- McDONALD, P., HENDERSON, A. R., HERON, S. *The biochemistry of silage*. 2ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- McGUFFEY, R.K., SCHINGOETHE, D.J. Feeding value of high oil variety of sunflowers as silage to lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v. 63, n. 7, p. 1109-1113, 1980.
- MEHREZ, A.Z., ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *Journal agricultural Science*, v. 88, p. 645-650, 1977.
- MENKE, K.H., RAAB, L., SALEWSKI, A., STEINGASS, H., FRITZ, D., SCHNEIDER, W. The estimation of the digestibility and metabolisable energy content of ruminant feedingstuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor. *J. Agric. Sci.* 1979, 93, 217–222.
- MENKE, K.H., STEINGASS. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.*, 28, 7–55, 1988.
- MERTENS, D. R. application of theoretical mathematical models to cell wall digestion And forage intake in ruminants. PhD. Thesis, Cornell Univ., Ithaca, 1973, NY.
- MERTENS, D. R. Using neutral detergent fiber to formulate dairy rations. In: *Proc. gainut conf. for the feed industry*. Georgia: Athens University of Georgia, 1982. p. 116-126.
- MINSON, D.J. *Forage in ruminant nutrition*. Academic Press, San Diego, CA, 482 pp. 1990.
- MORRISON, F. B. feeds and feeding. 20^o ed. The Morrison Publ. Co., Ithaca, NY., 1940.
- MORRISON, S. B. *Alimentos e alimentação dos animais*. 2^o ed. São Paulo: Melhoramentos, 1966. 892p.
- NOCEK, J.E., *In Situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review.. *Journal of Dairy Science*, v. 71, n.8, p. 2051-2069, 1988.
- NOCEK, J. E. Evaluation of specific variables affecting in situ estimates of ruminal dry matter and protein digestion. *J. Anim. Sci.* 60, p. 1347-1358, 1985.
- NOCEK, J. E., K. A. Cummins, and C. E. Polan. Ruminal disappearance of crude protein and dry matter in feeds and combined effects in formulated rations. *J. Dairy Sci.* 62, p. 1587-1598, 1979.
- NRC. 1989. Nutrient Requirements of Dairy Cattle (6th Rev. Ed.) National Academy Press, Washington, DC.
- NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle (7th Rev. Ed.). National Academy Press, Washington, DC.
- ØRSKOV, E.R., McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal or Agricultrual Science, Cambridge*, v. 92, p. 499-503, 1979.
- ØRSKOV, E. R.; HOVELL, F.D.B.; MOULD, F. The use of the náilon bag technique for evaluation of feedstuffs. *Trop. Anim. Prod.* v.5, p.195-213, 1980.
- ØRSKOV, E.R., RYLE, M., 1990. Energy Nutrition in Ruminants. Elsevier, London, 149 pp.
- PAIVA, J.A.J. *Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1976. 85p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)
- PALMQUIST, D. L., CONRAD, H. R. High fat rations for dairy cows. Effects on feed intake, milk and fat production, and

- plasma metabolites. *J. Dairy Sci.*, v.61, n.7, p.890-901. 1978.
- PELL, A.N., SCHOFIELD, P. Computerised monitoring of gas production to measure forage digestion. *J. Dairy Sci.* 1993, 76, 1063–1073.
- PEREIRA, L.G.R. *Avaliação do potencial forrageiro da cultura do girassol (Helianthus annuus L.) para produção de silagem.* 2003, 88f. Tese (Doutorado em Ciência Animal)- Escola de Veterinária da UFMG. Belo Horizonte.
- PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUES, J.A.S.; et al. Avaliação de diferentes épocas de ensilagem da cultura de girassol (*Helianthus annuus* L.). II-Produção de matéria natural e matéria seca por hectare e matéria seca da planta, capítulo, folha e haste. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 13, 1999, *Resumos...* Londrina: EMBRAPA Soja, 1999, p123-125. (Embrapa Soja. Documentos, 135).
- PEREYRA, V., ESCANDE, A. R. Enfermedades del girasol en la Argentina manual de reconocimiento. Balcarce: INTA, 1994. 113p.
- PRASAD, C. S., C. D. WOOD, AND K. T. SAMPATH. Use of in vitro gas production to evaluate rumen fermentation of untreated and urea-treated finger millet straw (*Eleusine coracana*) supplemented with different levels of concentrate. *J. Sci. Food Agric.* 65:457–464, 1994.
- RAAB, L., CAFANTARIS, B., JILG, T., MENKE, K.H. Rumen protein degradation and biosynthesis: 1. A new method for determination of protein degradation in the rumen fluid in vivo. *Br. J. Nutr.* 1983, 50, 569–582.
- RIBEIRO, E.L.A., ROCHA, M.A., MIZUBUTI, I.Y.; et al. Silagens de girassol (*Helianthus annuus* L.), milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para ovelhas em confinamento. *Ciência Rural*, v.32, n. 2, p. 299-302. Santa Maria, 2002.
- RODRIGUES, P. H. M., ANDRADE, S. J. T., ALMEIDA, T. F., et al. Valor nutritivo de silagens inoculadas com bactérias ácido-láticas. 3. Inoculação da silagem de girassol. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. São Paulo: SBZ, 2001. *Anais...* Piracicaba: SBZ, 2001.
- ROMNEY, D.L., CADARIO, F.C., OWEN, E., MURRAY, A.H. Comparison of parameters from the Theodorou gas production technique using nitrogen-free and nitrogen-rich media as predictors of DM intake and digestibility. In: In vitro techniques for measuring nutrient supply to ruminants. Proceedings of Occasional Meeting of the *British Society of Animal Science*, 8–10 July 1997, University of Reading, UK.
- ROSTON, A. J., ANDRADE, P. Digestibilidade de forrageiras com ruminantes: coletânea de informações. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 21, n. 4, p. 647-666, 1992.
- SAMPAIO, I.B.M. *Experimental designs and modelling techniques in the study of roughage degradation in the rumen and growth of ruminants.* Reading: University of Reading, 1988, 228 p. Thesis (PhD).
- SCHAFFER, E.G., WESTLEY, R.O. Sunflower production for silage. Pullman : State College of Washington, 1921. 20p. (*Bulletin*, 162).
- SILVA, B.O.; LEITE, L.A.; FERREIRA, M.I.C.; FONSECA, L.M.; REIS, R.B. Silagens de girassol e de milho em dietas de vacas leiteiras: produção e composição do leite. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* vol.56, no.6, 2004.
- SNEDDON, D.N.; THOMAS, V.M.; MURRAY, R.E.; et al. Feeding value of sunflower silage for growing dairy heifers. *Journal of Dairy Science*. Suplemento. v.62, p.138, 1979.
- SOUZA, B.P.S.; COELHO, S.G.; GONÇALVES, L.C.; et al. Momento de colheita de quatro genótipos de girassol

- (*Helianthus annuus*). I Frações fibrosas. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, REUNIÃO ANUAL, 35, 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p. 382-384.
- TAN, A.S.; TUMER, S. Research on the evaluation of silage quality of sunflowers. *Anadolu*, v.6, n.1, p.45-57, 1996. (Abstract)
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. A two-stage technique for the “*in vitro*” digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society*. v.18, n.2, p.104-111, 1963.
- THEODOROU, M. K., WILLIAMS., WILLIAMS, B. A. DHANOA, M. S., McALLAN, A. B., FRANCE, J. A new gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminal feeds. *Animal feed Science and Technology*, v. 48, p. 185-197, 1994.
- THOMAS, V.M., MURRAY, G.A, THACKER, D.L., SNEDDON, D.N. Sunflower silage in rations for lactating Holsteins cows. *Journal of Dairy Science*. v.65, n.2, p.267-270, 1982.
- TOMICH, T.R. *Avaliação do potencial forrageiro e das silagens de treze cultivares de girassol (Helianthus annuus L.)*. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 1999. 131p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).
- TOMICH, T.R.; RODRIGUES, J.A.S.; GONÇALVES, L.C. et al. Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safrinha para ensilagem. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.55, p.756-762, 2003.
- TOMICH, T. R., GONÇALVES, L. C., TOMICH, R. G. P., RODRIGUES, J. A. S., BORGES, I., RODRIGUEZ, N. M. Características Químicas e Digestibilidade *in vitro* de Silagens de Girassol. *R. Bras. Zootec.*, v.33, n.6, p.1672-1682, 2004 (Supl. 1)
- TOSI, H., SILVEIRA, A.C., FARIA, V.P., PEREIRA, R.L. Avaliação do girassol (*Helianthus annuus*) como planta para a esilagem. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. v. 4, n. 1, p. 39-48, 1975.
- TREI, J., HALE, W.H., THEURER, B. Effect of grain processing on gas production. *J. Anim. Sci.* 1970, 30, 825–831.
- VALDEZ, F.R., HARRISON, J.H., FRASEN, S.C. Effect of feeding sunflower silage on milk production, milk composition, and rumen fermentation of lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.71, n.9, p.2462-2469, 1988.
- VALDEZ, F.R., HARRISON, J.H., DEETZ, D.A., FRASEN, S.C. In vivo Digestibility of corn and sunflower intercropped as a silage crop. *Journal of Dairy Science*, v.71, n.7, p.1860-1867, 1988a.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J. Use of detergent in analysis of fibrous feeds. III. Study of effects of heating and drying on yield of fiber and lignin in forages. *Journal Association Official Agriculture Chemistry*, v. 48, p. 785, 1965.
- VAN SOEST, P. J. II Use of detergents in analysis of fibrous feeds. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J. Assoc. Offic. Agric. Chem.* V. 46, p. 829, 1963.
- VANDERSALL, J.H. Sunflower silage for lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*. v.42, n.6, p.1583-1584, 1976.
- VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: SIMPOSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, 1, Botucatu. *Anais...* Botucatu: XXXV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998, p.73-108.
- WAGHOM, G. C., STAFFORD, K. J. Gas production and nitrogen digestion by rumen microbes from deer and sheep. *N.Z.J.*

Agricultural Research , v. 36, p. 493-497, 1993.

WILKINS, J.R. Pressure transducer method for measuring gas production by microorganisms. *Appl. Microbiol.* 1974, 27, 135-140.

WILLIAMS, B.A., CHUZAEMI, S., VAN BRUCHEM, S.J., BOER, H., TAMMINGA, S. A comparison of ten rice straw varieties grown at two different altitudes during a wet and dry season, using

the in vitro cumulative gas production technique. *Anim. Feed Sci. Technol.* 1996, 57, 183-194.

WILSON, J. W., KUHLMAN, A. H. Sunflower silage for steers. *South Dakota Agric. Exp. Stn. Bull.* n. 199, 1922.

ZIMMER, D.E.; HOES, J.A.; Diseases. In: CARTER, J.F. ed. *Sunflower science and technology*. Madison: American Society of Agronomy, p.225-262, 1978.

CAPÍTULO II

CONSUMO VOLUNTÁRIO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DAS SILAGENS DE QUATRO GENÓTIPOS DE GIRASSOL (*Helianthus Annuus*) (RUMBOSOL 91, VICTORIA 627, VICTORIA 807 E MYCOGEN 93338).

RESUMO

Foram avaliados os consumos voluntários e as digestibilidades aparentes das silagens de quatro genótipos de girassol (Rumbosol 91, Victoria 807, Victoria 627 e Mycogen 93338) em ovinos. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições. Os consumos de matéria seca em g/unidade de tamanho metabólico (CMSUTM) oscilaram entre 59,9 (Mycogen 93338) a 85,0 g/UTM/dia (Victoria 627). Quanto aos teores de digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) foram obtidos os seguintes valores: 48,69% para a silagem do genótipo Rumbosol 91, 49,52% para a do Victoria 807, 50,70% para o Mycogen 93338 e 57,42% para o Victoria 627, não sendo observadas diferenças ($p > 0,05$) entre os materiais. Os consumos de energia bruta variaram de 252,0 g/UTM/dia para a silagem do genótipo Rumbosol 91 a 402,0 g/UTM/dia para a silagem do Victoria 627. Já os valores de digestibilidade aparente da energia bruta (DAEB) variaram de 44,9% para o Rumbosol a 57,0% para o Victoria 627. Para os consumos de energia digestível (CED) e metabolizável (CEM) os maiores valores foram observados para o genótipo Victoria 627. Os valores de consumo de proteína bruta por unidade de tamanho metabólico (CPBUTM) variaram de 5,39 g/UTM/dia para a silagem do genótipo Rumbosol 91 a 7,47 g/UTM/dia para a silagem do Victoria 627. Os valores de nitrogênio retido (N)/nitrogênio ingerido situaram-se entre 42,51 para o genótipo Rumbosol 91 a 55,865 para o genótipo Victoria 627. Não foram encontradas diferenças para os parâmetros de consumo e digestibilidade da FDN. Já para a fibra em detergente ácido (FDA) os maiores ($p < 0,05$) valores de digestibilidade da fibra em detergente ácido (DFDA) foram encontradas para os genótipos Victoria 627 com 39,84% e Mycogen 93338 com 42,67%. O menor ($p < 0,05$) consumo de fibra em detergente ácido por unidade de tamanho metabólico (FDAUTM) foi obtido para o Rumbosol 91 com 12,62 g/UTM/d. As silagens dos genótipos avaliados neste experimento apresentaram boa composição química e consumos satisfatórios, permitindo assim se indicar o girassol como uma opção para utilização na forma de silagem.

Palavras chave: valor nutricional, consumo voluntário, digestibilidade, ruminantes, silagem

ABSTRACT

Voluntary intakes and apparent digestibilities of four sunflower genotypes silages (Rumbosol 91, Victoria 807, Victoria 627 e Mycogen 93338) were evaluated in castrated adult sheep. Statistical design was completely randomized with four treatments and five replicates. Dry matter intake in grams per metabolic weight (g/MW) ranged from 59.9 (Mycogen 93338) to 85.0 g/MW/day (Victoria 627). Dry matter apparent digestibilities values were: 48.69% to Rumbosol 91 genotype silage, 49.52% to Victoria 807 silage, 50.70% to Mycogen 93338 silage and 57.42% to Victoria 627, with no differences ($p>0.05$) between genotypes. The gross energy silages intake ranged from 252.0 g/MW/day to Rumbosol 91 genotype silage to 402.0 g/MW/day to Victoria 627 silage. Values of gross energy apparent digestibilities ranged from 44.9% to Rumbosol silage to 55.58% to Victoria 627 silage. However highest values of digestible energy intake and metabolizable energy intake were observed to Victoria 627 genotype silage. The crude protein intake varied from 5,39 g/MW/day to Rumbosol 91 genotype silage to 7,47 g/MW/day to Victoria 627 silage. The lowest value utilization efficiency of N (42.51%) was observed to Rumbosol 91 genotype silage, shown lowest utilization efficiency of this nutrient for this genotype. Highest efficiency was measured in Victoria 627 (55,86%). No differences ($p>0.05$) were found to parameters of NDF intake and digestibility. Highest ($p<0.05$) ADF apparent digestibilities values were Victoria 627 with 39.84% and Mycogen 93338 with 42.67%. The lowest ($p<0.05$) ADF intake value obtained was Rumbosol 91 with 12.62 g/MW/day. Silage genotypes availed in this experiment presented good chemical composition and satisfactory intakes, being sunflower crop indicated for utilization as silage .

Keywords: digestibility, nutritional value, ruminant, silage, voluntary intake.

INTRODUÇÃO

O plantio de culturas na época da safrinha, semeadura realizada entre janeiro e março, vem aumentando consideravelmente nos últimos anos (Henrique et al., 1998). Como opções, vêm sendo utilizados o milho, o sorgo e mais recentemente o girassol. Pelas suas características de se adaptar bem em regiões onde a umidade é um fator limitante (Morrisson, 1966; McGuffey & Shingoethe, 1980; Balla et al., 1995; Castro et al., 1997), o girassol enquadra-se como uma boa opção onde as condições climáticas são desfavoráveis para o milho e o sorgo (McGuffey & Shingoethe, 1980; Thomas et al., 1982), sendo portanto uma boa opção para o plantio na safrinha (Gonçalves et al., 1996; Tomich, 1999).

O consumo voluntário é um componente de grande importância na avaliação de forragem, podendo ser influenciado por vários fatores como: teor de fibra e consumo de matéria seca (Van Soest, 1965).

Valdez et al. (1988) não observaram diferenças de consumo de MS entre vacas de leite alimentadas com silagem de milho (12,5 kg/d) e girassol (12,0 kg/d). Entretanto McGuffey & Schingoethe (1980) encontraram menor IMS para vacas recebendo silagem de girassol que para aquelas recebendo silagem de milho, o que foi atribuído aos maiores teores de FDA e EE da silagem de girassol. Segundo Palmquist & Jenkins (1980) dietas contendo mais que 8% de gordura levam a diminuição na ingestão e digestibilidade da matéria seca, diminuindo a performance dos animais. Leite et al. (2002), avaliando o consumo da silagem de girassol em substituição a silagem de milho na dieta de vacas leiteiras observaram que um aumento da concentração de silagem de girassol na dieta, causou redução na ingestão de matéria seca, matéria orgânica e FDN, mas não foram observadas diferenças na ingestão de PB e FDA, concluindo que a silagem de girassol apresenta potencial para ser utilizada em dietas de vacas leiteiras, em associação ou não à silagem de milho. Já Ribeiro et al. (2002) encontraram valores de consumo de matéria seca por

unidade de tamanho metabólico maiores para ovelhas alimentadas com silagem de milho (83,25g/UTM/d), intermediários para as alimentadas com silagem de girassol (76,75g/UTM/d) e inferiores para as alimentadas com silagem de sorgo (69,75g/UTM/d).

Almeida et al. (1995), em trabalho com carneiros alimentados com silagens de milho, sorgo e girassol, verificaram o maior consumo voluntário de PB para a silagem de girassol, atribuindo esse maior consumo ao teor mais elevado de PB desta silagem. Thomas et al. (1982) encontraram consumo de 2,4% inferiores para vacas alimentadas com silagem de girassol em relação aquelas alimentadas com silagem de alfafa, entretanto as necessidades de energia para produção de leite e ganho de peso dos animais foram atendidas.

Os trabalhos de Tosi et al. (1975), Tomich (1999), Noguera (2000), Freire (2001), Rezende (2001) e Jayme (2001) comprovaram o potencial da cultura do girassol em produzir silagens de boa qualidade, entretanto, experimentos que avaliem a resposta animal ainda precisam ser realizados.

Este trabalho teve como objetivos determinar o valor nutritivo das silagens de quatro genótipos de girassol, através da determinação do consumo voluntário, da digestibilidade aparente da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose e hemiceluloses.

MATERIAL E MÉTODOS

Considerações Gerais

Quatro cultivares de girassol foram plantados em fevereiro de 2002 nas dependências da EMBRAPA Milho e Sorgo, localizado no Km 424, no município de Sete Lagoas, em Minas Gerais, entre 19°28' de latitude Sul e 44°15' de longitude Oeste de Greenwich, altitude média de 732 metros. Como adubação de

plantio foram utilizados 350 Kg de NPK (8-28-16) e 100 Kg de uréia 40 dias após o plantio. Foram feitas também aplicações de Boro 2% por via foliar, na emissão dos botões florais.

Cultivares Utilizados

Foram utilizados os genótipos confeiteiros de ciclo intermediário (110dias) Mycogen 93338, Victoria 627, Victoria 807 e o genótipo forrageiro Rumbosol 91 (ciclo 110 dias). O corte foi realizado quando 100% dos grãos apresentavam-se maduros, sendo que o material foi imediatamente picado com tamanho médio de partículas de 2 centímetros em uma picadeira estacionária Nogueira, modelo DPM-4, e ensilado em tambores metálicos com capacidade de 200 litros.

Procedimento experimental

O ensaio de digestibilidade aparente foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da EV-UFMG, em Belo Horizonte/MG. Os animais foram adaptados às gaiolas metabólicas e à alimentação por um período de 21 dias com silagens de quatro genótipos de girassol (Rumbosol 91, Victoria 627, Victoria 807 e Mycogen 93338). O período experimental foi de 5 (cinco) dias, quando foram realizadas as coletas de amostras de alimento oferecido, sobras de cocho, fezes e urina, e dados de produção fecal, urinária e consumo das dietas.

Foram utilizados 20 (vinte) carneiros adultos sem raça definida, pêlo curto, com peso vivo médio de 32,0 kg, castrados e caudectomizados. Esses animais foram submetidos a dois exames parasitológicos (OPG) e combate a endo e ectoparasitos no período pré-experimental. As pesagens dos animais foram no início e no final dos períodos pré-experimental e experimental, utilizando-se o valor médio.

Os animais foram alojados em gaiolas metabólicas individuais confeccionadas em aço e piso com ripado de madeira, nas dimensões de 1,50 X 0,80 m. Foram distribuídos entre os tratamentos de forma a

se obter peso vivo médio e posicionamento na sala semelhantes. As gaiolas dispunham de bebedouro em aço inoxidável para água, cocho em aço inoxidável para volumoso e outro em polietileno para sal mineral. Os animais receberam água e mistura mineral *ad libidum*, sendo o cocho de água lavado diariamente.

A quantidade de silagem fornecida foi registrada e realizada diariamente às 8 horas e às 17 horas. Amostras das silagens fornecidas foram retiradas diariamente pela manhã, acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas. O arraçamento ocorreu de forma a se obter 20% de sobras que foram coletadas e pesadas antes de cada arraçamento. Diariamente foram retiradas amostras do oferecido que foram congeladas para análises posteriores.

Para a coleta de fezes foram utilizadas um fundo em funil nas gaiolas com um caixa coletora. As fezes foram recolhidas duas vezes por dia, imediatamente após o fornecimento das dietas, e o volume total diário foi congelado.

Para a coleta de urina utilizou-se funis de aço inoxidável acoplados ao fundo das gaiolas e baldes contendo 100 mL de ácido clorídrico 2N como forma de se evitar fermentação, degradação e perdas de nitrogênio. A coleta total de urina ocorreu uma vez por dia com mensuração do volume total obtido por animal e retirada de alíquotas de 10%, que foram armazenadas em garrafas plásticas e congeladas.

Procedimento laboratorial

As amostras diárias de fezes, alimento fornecido e sobras foram descongeladas durante um período de 14 horas. Tiveram o teor de matéria pré-seca determinado em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e foram moídas em moinho estacionário tipo “Thomas-Wiley”, modelo 4, utilizando-se peneira de 5 mm. Após a moagem das amostras diárias procedeu-se a homogeneização das mesmas para confecção das amostras compostas, que foram moídas utilizando peneira de 1 mm e estocadas a temperatura ambiente em frascos de vidro com tampa. As amostras

compostas de urina foram preparadas após retirada de 10% do volume diário total coletado, sendo mantidas sob congelamento até a realização das análises.

As amostras compostas de fezes, silagens e sobras foram analisadas em duplicatas no laboratório de nutrição da Escola de Veterinária da UFMG. Determinou-se os teores de matéria seca em estufa a 105°C (AOAC, 1980), proteína bruta PB, multiplicando-se o teor de nitrogênio obtido pelo método de combustão de Dumas em analisador Leco® FP-528 por 6,25, conteúdo de nitrogênio (N) pelo método de Kjeldahl (segundo AOAC International, 1995), utilizando aparelho da marca Büchi para destilação e titulação, extrato etéreo pelo processo Soxlet segundo AOAC (1995), energia bruta (EB) por combustão em bomba calorimétrica adiabática modelo PARR 2081 (AOAC International, 1995), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), celulose (Cel), hemiceluloses (Hel) e lignina (Lig) pelo método seqüencial de Van Soest et al. (1991) em aparelho ANKOM²⁰⁰ Fiber Analyser. As amostras de urina foram analisadas para determinação dos teores de energia bruta, nitrogênio e proteína bruta seguindo as metodologias já mencionadas.

Os valores de energia digestível (ED) foram obtidos pela diferença entre a EB dos alimentos e das fezes. Os valores de energia metabolizável (EM) foram obtidos pela diferença entre energia digestível e perda de

energia sob a forma de metano e energia da urina. Para cálculo das perdas em metano (cm) ao nível de manutenção, foi utilizada a fórmula sugerida por Blaxter & Clapperton (1965) em que $cm = 3,67 + 0,062D$, e D representa a digestibilidade aparente da energia bruta do alimento.

A avaliação do consumo voluntário da MS das silagens foi determinada pela diferença entre a quantidade de material fornecido aos animais e as sobras nos cochos, e os valores de digestibilidade aparente foram obtidos através da fórmula:

$$DA = \frac{(Kg \text{ cons} \times \%cons) - (kg \text{ sb} \times \%sb) - (kg \text{ fz} \times \%fz)}{(Kg \text{ cons} \times \%cons) - (kg \text{ sb} \times \%sb)} \times 100,$$

Onde:

kg cons = quantidade de alimento consumido

% cons = teor do nutriente no alimento fornecido

kg sb = quantidade de sobras retiradas

% sb = teor do nutriente nas sobras

kg fz = quantidade de fezes coletadas

% fz = teor do nutriente nas fezes

Procedimento estatístico

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 5 repetições, utilizando-se o seguinte esquema de análise de variância:

Análise de variância

Fontes de variação	Graus de liberdade
Total	19
Tratamentos	3
Erro	16

Para a análise de variância utilizou-se o pacote estatístico SAEG versão 8.0, 1998, sendo as médias comparadas a 5% de probabilidade, utilizando-se o teste de SNK.

As médias geradas pelo experimento foram analisadas segundo o modelo estatístico abaixo

$$\hat{Y}_{ij} = \mu + H_i + e_{ij} \quad \text{onde,}$$

\hat{Y}_{ij} = variável dependente

μ = média geral

H_i = efeito do tratamento i (i = 1,2,3,4)

e_{ij} = erro padrão da média

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são mostrados a composição química e os valores de energia bruta das silagens avaliadas.

Tabela 1. Composição química (em % da MS) e valores de energia bruta (Mcal/kg) das silagens de girassol oferecidas a ovinos

Material	%MS	%PB	%FDN	%FDA	%HEM	%CEL	%Lig	%EE	EB(Mcal/kg)
Rumbosol 91	31,20	8,72	50,39	24,04	26,34	16,30	7,75	10,68	4,79
Victoria 807	28,62	8,93	51,88	27,83	24,05	20,56	7,27	17,21	5,00
Victoria 627	36,88	8,09	44,11	27,98	16,12	19,11	8,87	12,42	4,71
Mycogen 93338	22,80	9,16	47,35	32,29	15,06	20,66	11,64	13,02	4,70

Segundo a classificação de silagens proposta por Paiva (1976) os teores de matéria seca dos genótipos utilizados neste experimento foram satisfatórios, sendo que apenas o genótipo Mycogen 93338 seria classificado como apresentando uma silagem de média qualidade, já os demais seriam classificados como de boa e muito boa qualidade. Menores teores de MS foram verificados por Tosi et al. (1975) com valores variando de 15,43% a 16,98% para o corte com 94 dias após plantio e Ribeiro et al. (2002) com o valor de 18,93% para plantas ensiladas no início de maturação fisiológica (grãos leitosos). Entretanto McGuffey & Schingoethe (1980) encontraram valor de 30,6% de MS para silagem de girassol que está próximo aos dados observados neste experimento.

As concentrações de PB das silagens utilizadas variaram de 8,09% para o Victoria 627 a 9,16% para o Mycogen 93338. Resultados superiores foram observados por Tosi et al (1975) com 11,5% e Almeida et al (1995) com 11,7%. A possibilidade de perdas de grãos devido ataque de pássaros, insetos, ou maturidade fisiológica da planta podem ser uma possível explicação para os menores teores de PB encontrados neste experimento, quando comparado aos dados freqüentemente observados na literatura. Contudo as silagens deste experimento apresentam variação nas concentrações de PB superiores aos 6 a 8% recomendados por Van Soest (1994) como mínimo necessário para adequado funcionamento ruminal.

Em geral as silagens de girassol apresentam menores concentrações de FDN que as

silagens de milho (McGuffey & Schingoethe 1980). As silagens do presente experimento apresentaram média de 48,43% de FDN que é inferior aos 65,9% e 68,4 % obtidos por Almeida et al. (1995) para silagens de girassol e milho respectivamente. Já os valores de FDA variaram de 24,04 a 32,29%, estando próximo aos 30,00% observados por Valdez et al. (1988).

Os teores de EE da silagem de girassol atingem valores cerca de 4 vezes maiores que as silagens de alfafa ou milho (Thomas et al. 1982). Os valores de EE das silagens que foram oferecidas aos animais neste experimento variaram de 10,68% para o Rumbosol 91 a 17,21% para o Victoria 807. Valores de EE inferiores foram obtidos por Mizubuti et al. (2002) com valores de 3,69%, 2,43% e 9,55% para as silagens de milho, sorgo e girassol respectivamente.

Quanto aos teores de EB a variação observada foi de 4,70 a 5,00 Mcal/kg para as silagens dos genótipos Mycogen 93338 e Victoria 807 respectivamente. Estes valores estão de acordo com os 4,99 Mcal/kg para silagem de girassol e 4,53 Mcal/kg para silagem de milho observados por Almeida et al. (1995).

Os valores de consumo voluntário de matéria seca em gramas por dia (g/dia) e gramas por unidade de tamanho metabólico por dia (g/UTM/dia), digestibilidade aparente da matéria seca e consumo de matéria seca digestível das silagens dos quatro genótipos de girassol estão na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios de consumo de matéria seca (CMS) em g/dia, consumo de matéria seca em g/UTM/dia (CMSUTM), digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) em percentagem (%) e consumo de matéria seca digestível em g/UTM/dia (CMSDUTM) das silagens de quatro genótipos de girassol

PARÂMETROS	GENÓTIPOS			
	Rumbosol 91	Victoria 807	Victoria 627	Mycogen 93338
CMS	900,5 ^B	1093,8 ^{AB}	1472,8 ^A	946,1 ^B
CMSUTM	63,26 ^B	67,8 ^B	85,0 ^A	59,9 ^B
DAMS	48,69 ^A	49,52 ^A	57,42 ^A	50,70 ^A
CMSDUTM	31,1 ^B	33,75 ^B	48,63 ^A	30,4 ^B

Médias seguidas por letras maiúsculas idênticas significam semelhança estatística em uma mesma linha; CMS: CV=27,72%; CMSUTM : CV=17,1%; DAMS: CV=10,9%; CMSDUTM: CV=20,55%.

Os valores de consumo de matéria seca (CMS) em g/dia variaram de 1472,8 para o genótipo Victoria 627 a 900,5 g/dia para o genótipo Rumbosol 91. O maior consumo de matéria seca em gramas por unidade de tamanho metabólico por dia (CMSUTM) foi observado para o genótipo Victoria 627 com 85g/UTM/dia, sendo superior aos demais ($p < 0,05$) que apresentaram valores entre 59,9 g/UTM/d para o Mycogen 93338 e 67,8 g/UTM/d para o genótipo Victoria 807. A superioridade do Victoria 627 quanto ao CMSUTM, pode estar relacionada (Tabela 1) ao menor teor de FDN deste material, já que segundo Van Soest (1994) a ingestão de forragens por ruminantes é dependente do conteúdo de parede celular. Os valores de CMSUTM obtidos no presente experimento são superiores aos 53,19 g/UTM/d recomendados pelo NRC (1985) para ovinos adultos em manutenção. Os resultados de CMSUTM observados neste experimento foram próximos à média de 64,48 g/UTM/d obtidos por Ko et al. (2005), bem como aos obtidos por Mizubuti et al. (2002) para silagens de girassol (62,25 g/UTM/d) e milho (63,24g/UTM/d), e superiores aos encontrados por estes mesmos autores para silagens de sorgo (48,06g/UTM/d).

Não foi observada diferença entre os valores de digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS) para os genótipos estudados, que apresentaram valor médio de 51,58%, o qual segundo a classificação de silagens proposta por Paiva (1976) permite classificar estas silagens como de

qualidade mediana para este parâmetro. Segundo Van Soest (1994) a digestibilidade é dependente do conteúdo de parede celular e da disponibilidade da parede celular para digestão, que esta relacionada à lignificação e outros fatores dos alimentos. O consumo de matéria seca digestível por unidade de tamanho metabólico (CMSDUTM) seguiu o mesmo padrão do CMSUTM, ou seja, o maior ($p < 0,05$) valor foi observado para a silagem do genótipo Victoria 627 com 48,63 g/UTM/d, sendo desta forma um reflexo direto do CMSUTM, já que a DAMS não apresentou diferença entre as silagens estudadas. A média de CMSDUTM foi de 35,97g/UTM/d que é inferior a média de 38,02g/UTM/d obtidos por Freitas et al. (2003) trabalhando com silagens de milho e superior a média de 34,14g/UTM/d encontrados por Martins et al.(2003) para silagens de sorgo.

Mizubuti et al. (2002) encontraram valor de DAMS de 59,28% para silagem de girassol que é superior aos valores observados neste trabalho. Entretanto vale ressaltar que estes autores trabalharam com ensilagem das plantas de girassol em estágio inicial de maturação fisiológica, o que pode ser responsável pelas diferenças observadas em relação ao presente experimento. Segundo McDonald et al. (1991), em geral, existe um declínio na digestibilidade das forrageiras com o avanço da idade, resultante do aumento do conteúdo de carboidratos estruturais, os quais são menos digestíveis que os componentes solúveis das plantas. Já Ko et al. (2005) trabalhando com quatro genótipos de girassol ensilados

na fase final de maturação fisiológica encontraram média de DAMS de 51,81%, bastante semelhante a média observada no presente experimento.

Na Tabela 3 são apresentados os valores de consumo de energia bruta, digestibilidade da energia bruta, consumo de energia digestível e energia metabolizável.

Tabela 3- Valores médios de consumo de energia bruta em Kcal/UTM/dia (CEBUTM), digestibilidade aparente da energia bruta (DAEB) em %, consumo de energia digestível (CED) em Kcal/UTM/dia, consumo de energia metabolizável (CEM) em Kcal/UTM/dia, energia digestível por grama de MS consumida em Kcal ED/gMS (ED) e energia metabolizável por grama de MS consumida em Kcal EM/gMS (EM) das silagens de quatro genótipos de girassol

PARÂMETROS	GENÓTIPOS				CV (%)
	Rumbosol 91	Victoria 807	Victoria 627	Mycogen 93338	
CEBUTM	252,0 ^B	340,0 ^{AB}	402,0 ^A	286,0 ^B	18,13
DAEB	44,99 ^B	51,22 ^{AB}	57,0 ^A	51,28 ^{AB}	11,87
CEDUTM	114,0 ^C	176,0 ^B	230,0 ^A	144,0 ^{BC}	21,17
CEMUTM	90,0 ^C	146,0 ^B	192,0 ^A	124,0 ^{BC}	20,91
ED (Kcal ED/gMS)	1,79 ^B	2,58 ^A	2,69 ^A	2,45 ^A	12,66
EM (Kcal EM/gMS)	1,42 ^B	2,15 ^A	2,28 ^A	2,04 ^A	14,20

Médias seguidas por letras maiúsculas idênticas significam semelhança estatística em uma mesma linha.

Quando se incrementa a densidade energética da dieta pelo uso de gorduras é de se esperar um maior consumo de energia desde que se mantenha o consumo de matéria seca (Coppock e Wilks, 1991). Em relação aos valores de CEBUTM o maior valor foi observado para o genótipo Victoria 627 com 402,0 Kcal/UTM/dia, sendo superior aos genótipos Rumbosol 91 (252,0 Kcal/UTM/dia) e Mycogen 93338 (Kcal/UTM/dia), já o genótipo Victoria 807 apresentou valor de 340 Kcal/UTM/dia, que é semelhantes a todos os genótipos estudados. Embora existam diferenças nos teores de EB dos materiais aqui estudados, as diferenças observadas para CEBUTM estiveram associadas às diferenças de CMSUTM entre os genótipos ($r_{\text{CEBUTM} \times \text{CMSUTM}} = 0,95$). Fato semelhante foi observado para a digestibilidade aparente da energia bruta que variou de 44,90% a 57,0% para os genótipos Rumbosol 91 e Victoria 627 respectivamente, sendo este valores muito próximos aos valores de DAMS para cada silagem estudada, mostrando coerência entre os dados. Os maiores valores de consumo de energia digestível por unidade de tamanho metabólico (CEDUTM) e energia metabolizável por unidade de tamanho metabólico (CEMUTM) foram observados para o genótipo Victoria 627 com valores de 230,0 e 192,0 Kcal/UTM/d,

respectivamente, o que esta associado aos valores de CEBUTM e aos teores de ED e EM das silagens ($r_{\text{CEBUTM} \times \text{CEDUTM}} = 0,93$; $r_{\text{CEBUTM} \times \text{CEMUTM}} = 0,90$; $r_{\text{CEDUTM} \times \text{ED}} = 0,79$; $r_{\text{CEMUTM} \times \text{EM}} = 0,83$). Quanto aos valores de energia digestível em relação ao CMS (ED) e energia metabolizável em relação ao CMS (EM), os menores valores foram observados para o genótipo Rumbosol 91, com valores de 1,79 (Kcal ED/gMS) e 1,42(Kcal EM/gMS), respectivamente. Entretanto os valores observados para os demais genótipos foram superiores aos 2,4 Mcal/kg de ED e 2,0 Mcal/kg de EM recomendados pelo NRC para ovinos em manutenção.

Trabalhando com silagens de girassol Ko et al. (2005) encontraram média de CEBUTM de 288,49 Kcal/UTM/d, que é inferior a média de 320,0 Kcal/UTM/d obtida no presente experimento, o que pode estar relacionado aos maiores teores de EE das silagens utilizadas no presente experimento. Médias de CEBUTM também inferiores foram observados por Freitas et al. (2003) para silagem de milho e Martins et al. (2003) para silagens de sorgo, com valores de 280,69 Kcal/UTM/d e 257,96 Kcal/UTM/d, respectivamente. Estes resultados estão de acordo com que foi observado por Valdez et al. (1988), que avaliando silagens de milho e girassol, para

vacas em lactação, encontraram maiores consumos de energia para os animais alimentados com silagem de girassol em relação aos animais alimentados com silagem de milho, o que segundo este autor esta relacionado aos maiores teores de EE da silagem de girassol em relação a silagem de milho. O mesmo foi observado por Almeida et al. (1995) que em experimento com ovinos utilizando silagens de girassol, milho e sorgo encontraram valores de CEBUTM de 298,6Kcal/UTM/d, 297,9 Kcal/UTM/d e 279,3 Kcal/UTM/d respectivamente.

Os valores de DAEB observados por Freitas et al. (2003) para silagem de milho, Ko et al. (2005) para silagem de girassol, Martins et al. (2003) para silagem de sorgo e Guimarães Júnior (2006) para silagem de milheto foram 61,18%, 53,98%, 50,99% e 44,24%, respectivamente.

O consumo voluntário de proteína bruta, digestibilidade aparente da proteína bruta e o consumo de proteína digestível das silagens de quatro genótipos de girassol são mostrados na Tabela 4.

Tabela 4- Valores médios de consumo de proteína (CPB) em g/dia, digestibilidade aparente da PB (DAPB) em %, consumo de PB em g/UTM/dia (CPBUTM) e consumo de proteína digestível em g/UTM/dia (CPDUTM) das silagens de quatro genótipos de girassol

PARÂMETROS	GENÓTIPOS				CV (%)
	Rumbosol 91	Victoria 807	Victoria 627	Mycogen 93338	
CPB	76,66 ^B	96,14 ^{AB}	129,36 ^A	79,10 ^B	27,46
DAPB	44,50 ^B	53,76 ^{AB}	56,97 ^A	50,73 ^{AB}	12,02
CPBUTM	5,39 ^B	5,96 ^B	7,47 ^A	4,99 ^B	18,47
CPDUTM	2,45 ^B	3,22 ^B	4,23 ^A	2,54 ^B	22,92

Médias seguidas por letras maiúsculas idênticas significam semelhança estatística em uma mesma linha.

O genótipo Victoria 627 apresentou o maior valor de consumo de proteína bruta em gramas por dia (CPB) com valor de 129,36 g/dia, sendo semelhante ($p > 0,05$) ao genótipo Victoria 807 (96,14g/d) e superior ($p < 0,05$) aos demais. Para a digestibilidade aparente da proteína bruta (DAPB) o menor valor foi observado para o Rumbosol 91 com 44,50% e o maior valor foi encontrado para o Victoria 627 com 56,97%, já os genótipos Victoria 807 e Mycogen 93338 apresentaram valores intermediários e semelhantes aos demais. O consumo de proteína bruta por unidade de tamanho metabólico (CPBUTM) variou de 4,99 g/UTM/d para o Mycogen 93338 a 7,47 g/UTM/d para o Victoria 627, estas diferenças estão relacionadas com as diferenças no CMSUTM ($r_{CPBUTM \times CMSUTM} = 0,89$), ou seja, quanto maior foi o CMSUTM maior foi o CPBUTM. O consumo de proteína digestível por unidade de tamanho metabólico também seguiu o mesmo padrão e situou-se entre 2,45g/UTM/d para o Rumbosol 91 e 4,23 g/UTM/d para o Victoria 627.

Mizubuti et al. (2002) encontraram o valor de 9,05g/UTM/d para CPBUTM, que é

superior ao do presente experimento. Já Almeida et al. (1995) encontraram valores de 7,1g/UTM/d, 3,5g/UTM/d, 4,8g/UTM/d e 5,1g/UTM/d para as silagens de girassol, sorgo em estágio leitoso, sorgo em estágio semi-duro e milho, respectivamente. As diferenças observadas entre os dados acima e os dados do presente experimento podem estar relacionadas às diferenças entre os materiais avaliados, animais utilizados, momento de colheita, tratamentos culturais, condições de cultivo, entre outras.

O CPDUTM médio encontrado para as silagens no presente experimento (3,11g/UTM/d) foi inferior aos obtidos por Ko et al. (2005) de 3,78g/UTM/d e Almeida et al (1995) de 4,4g/UTM/d. Alguns dados de CPDUTM observados na literatura para silagens de sorgo, milho e milheto variaram de 0,76 a 3,25 g/UTM/dia, 4,24 a 5,19g/UTM/dia e 2,54 a 3,17g/UTM/d respectivamente (Pires, 2003; Freitas et al., 2002; Guimarães Júnior, 2006). Segundo Van Soest (1994) para otimizar as condições ruminais é necessário um sinergismo entre a degradação da proteína, nível de amônia e a fermentação de carboidrato no rúmen para uma máxima

eficiência de síntese de proteína microbiana. No entanto quando a velocidade de produção de amônia excede sua utilização, há aumento de excreção de nitrogênio (N) e do custo energético de síntese de uréia, resultando em redução da digestibilidade da proteína.

Na Tabela 5 são observados os valores de nitrogênio ingerido, nitrogênio eliminado nas fezes (N fecal), nitrogênio eliminado na urina (N urinário), nitrogênio retido (diferença entre a quantidade de nitrogênio ingerido e excretado) e a relação entre nitrogênio retido sobre o ingerido.

Tabela 5- Nitrogênio (N) ingerido, N fecal, N urinário e balanço de nitrogênio em gramas por dia (g/dia) das silagens de quatro genótipos de girassol

PARÂMETROS	GENÓTIPOS				CV (%)
	Rumbosol 91	Victoria 807	Victoria 627	Mycogen 93338	
N ingerido	12,27 ^B	15,38 ^{AB}	20,70 ^A	12,66 ^B	27,46
N fecal	6,67 ^A	7,03 ^A	8,86 ^A	6,18 ^A	28,97
N urinário	0,21 ^B	0,23 ^B	0,23 ^B	0,27 ^A	11,4
N retido	5,38 ^B	8,13 ^B	11,60 ^A	6,19 ^B	32,78
N ret / N ing	42,51 ^B	52,21 ^{AB}	55,86 ^A	48,30 ^{AB}	12,93

Médias seguidas por letras maiúsculas idênticas significam semelhança estatística em uma mesma linha.

O genótipo Victoria 627 (20,70g/d) apresentou valor de N ingerido superior ($p < 0,05$) aos genótipos Rumbosol 91 (12,27g/d) e Mycogen 93338 (12,66g/d), seguindo o mesmo padrão do CPB. Não foram observadas diferenças ($p > 0,05$) entre os valores de N fecal para os genótipos estudados. O maior ($p < 0,05$) valor de N urinário foi obtido para o genótipo Mycogen 93338 com 0,27g/d. O genótipo Victoria 627 apresentou valor de 11,60g/d de N retido que foi superior aos genótipos Victoria 807 (8,13g/d), ao Rumbosol 91 (5,38g/d) e Mycogen 93338 (6,19g/d). O genótipo Rumbosol 91 apresentou o menor valor de balanço de N (Nret/Ning) com valor de 42,51%, e o maior valor foi observado para o Victoria 627 com 55,86%, já os genótipos Victoria 807 e Mycogen 93338 apresentaram valores intermediários, sendo semelhantes aos demais. Pode-se observar que o N retido ($r_{DAPB \times NRET} = 0,77$) e o balanço de N ($r_{DAPB \times BALN} = 0,99$) foram diretamente relacionados com a DAPB, mostrando a importância da qualidade da

proteína para a utilização do N pelos animais. Valdez et al. (1988) trabalhando com vacas de leite não observaram diferenças entre o N retido em % do N ingerido para silagens de milho e girassol. Freitas et al. (2003) encontraram valores de % Nret/Ning que variaram de 46,73 a 51,91% para silagens de milho, já a variação obtida por Martins et al. (2003) para silagem de sorgo foi de 24,60 a 44,28%. Para Andrigueto et al. (1990), o balanço de nitrogênio pode ser indicativo do metabolismo protéico animal, sendo mais eficiente que a digestibilidade e consumo de proteína para evidenciar se há perda ou não de proteína pelo organismo.

Na Tabela 6 são observados os valores de de consumo de extrato etéreo (CEE) em g/dia, digestibilidade aparente do EE (DAEE) em %, consumo de EE em g/UTM/dia (CEEUTM) e consumo de proteína digestível em g/UTM/dia (CEEDUTM) das silagens de quatro genótipos de girassol

Tabela 6- Valores médios de consumo de extrato etéreo (CEE) em g/dia, digestibilidade aparente do EE (DAEE) em %, consumo de EE em g/UTM/dia (CEEUTM) e consumo de extrato etéreo digestível em g/UTM/dia (CEEDUTM) das silagens de quatro genótipos de girassol

PARÂMETROS	GENÓTIPOS				CV (%)
	Rumbosol 91	Victoria 807	Victoria 627	Mycogen 93338	
CEE	94,4 ^B	203,0 ^A	190,8 ^A	135,0 ^B	26,03
DAEE	78,36 ^B	89,34 ^A	85,74 ^A	87,33 ^A	3,17
CEEUTM	6,23 ^B	12,60 ^A	10,98 ^A	8,51 ^B	17,24
CEEDUTM	5,23 ^C	11,24 ^A	9,39 ^A	7,43 ^B	16,88

Médias seguidas por letras maiúsculas idênticas significam semelhança estatística em uma mesma linha.

Os maiores valores de consumo de extrato etéreo (CEE) foram observados para os genótipos Victoria 807 e Victoria 627 com 203,0 e 190,8g/d respectivamente, e valores inferiores foram obtidos para os genótipos Mycogen 93338 com 135,0 g/d e Rumbosol 91 com 94,4 g/d, o que esta relacionado as diferenças nos teores de EE (Tabela 1) e as diferenças no CMSUTM (Tabela 2). Entretanto para a digestibilidade aparente do extrato etéreo (DAEE) apenas o Rumbosol 91 foi diferente dos demais com valor de 78,36%. Para o consumo de extrato etéreo por unidade de tamanho metabólico (CEEUTM) foi verificado padrão semelhante ao CEE, com variação de 12,60 a 6,23g/UTM/d para os genótipos Rumbosol 91 e Victoria 807, respectivamente. O genótipo Rumbosol 91 apresentou o menor ($p<0,05$) consumo de extrato etéreo digestível por unidade de tamanho metabólico com 5,23g/UTM/d, o que esta de acordo com o menor CEEUTM e menor valor de DAEE observados para este genótipo, além da menor concentração

de EE deste genótipo em relação aos demais.

Para o valor médio de CEEUTM Ko et al. (2005) encontraram 7,39g/UTM/d, que é inferior a média de 9,67g/UTM/d obtida no presente experimento. Entretanto a média observada por Almeida et al. (1995) para silagem de girassol foi de 9,55g/UTM/d. Já o valor médio de DAEE de 85,19% do presente experimento foi inferior aos 92,07% observados por Almeida et al. (1995), mas superior aos 77,9% encontrados por Valdez et al. (1988) e aos 82,1% obtidos por Ko et al. (2005). Esta variabilidade, pode parcialmente, ser explicada pela grande diversidade existente entre os diferentes genótipos de girassol, já que tanto os cultivares desenvolvidos para a produção de óleo quanto os cultivares com sementes confeitadas têm sido utilizados na confecção de silagens.

A digestibilidade aparente e o consumo voluntário de FDN e de FDA são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7- Valores médios de consumo de FDN (CFDN) em g/dia, digestibilidade da FDN (DFDN) em %, consumo de FDN em g/UTM/dia (CFDNUTM), consumo de FDN digestível em g/UTM/dia (CFDNDUTM), consumo de FDA (CFDA) em g/dia, digestibilidade da FDA (DFDA) em %, consumo de FDA em g/UTM/dia (CFDAUTM) e consumo de FDA digestível em g/UTM/dia (CFDADUTM) das silagens de quatro genótipos de girassol

PARÂMETROS	GENÓTIPOS				CV (%)
	Rumbosol 91	Victoria 807	Victoria 627	Mycogen 93338	
CFDN	451,0 ^A	567,6 ^A	613,8 ^A	436,0 ^A	28,28
DFDN	48,12 ^A	41,60 ^A	39,75 ^A	38,92 ^A	13,27
CFDNUTM	31,58 ^A	35,17 ^A	35,43 ^A	27,56 ^A	18,84
CFDNDUTM	15,15 ^A	14,71 ^A	14,00 ^A	10,76 ^A	23,98
CFDA	182,64 ^B	284,0 ^{AB}	386,2 ^A	302,2 ^{AB}	28,49
DFDA	23,02 ^B	23,79 ^B	39,84 ^A	42,67 ^A	19,66
CFDAUTM	12,62 ^B	17,60 ^A	22,32 ^A	19,13 ^A	19,58
CFDADUTM	2,99 ^B	4,27 ^B	8,83 ^A	8,17 ^A	26,87

Médias seguidas por letras maiúsculas idênticas significam semelhança estatística em uma mesma

Não foram observadas diferenças no consumo de FDN (CFDN), no consumo de FDN por unidade de tamanho metabólico (CFDNUTM), no consumo de FDN digestível por unidade de tamanho metabólico (CFDNDUTM) e na digestibilidade aparente da FDN (DFDN), com valores que se situaram entre 436,0 a 613,18 g/d, 27,56 a 35,43 g/UTM/d, 10,76 a 15,15 g/UTM/d e 38,92 a 48,12%,

respectivamente. Segundo Mertens (1973) o consumo de FDNUTM de ovinos é de 35g/UTM/dia para forragens com teores de 35,0% a 75% de FDN, o que está de acordo com os dados deste experimento, sugerindo desta forma que a quantidade de FDN consumida pode ter sido um dos fatores responsáveis pela regulação do consumo de matéria seca deste experimento.

Os valores de consumo de FDA (CFDA) variaram de 182,64g para o Rumbosol 91 a 386,2g para o Victoria 627, valores intermediários foram obtidos para os genótipos Victoria 807 e Mycogen 93338. Os melhores valores de digestibilidade aparente da FDA (DFDA) foram encontrados para os genótipos Mycogen 93338 com 42,67% e Victoria 627 com 39,84%, já os genótipos Rumbosol 91 (23,02%) e Victoria 807 (23,79%) apresentaram valores inferiores ($p < 0,05$). O menor consumo de FDA por unidade de tamanho metabólico (CFDAUTM) foi observado para o genótipo Rumbosol 91 (12,62 g/UTM/d). Fato semelhante aconteceu com o valor de consumo de FDA digestível por unidade de tamanho metabólico (CFDADUTM) com 2,99 g/UTM/d para o Rumbosol 91, sendo este valor semelhante ao encontrado para o genótipo Victoria 807 com 4,27 g/UTM/d. As diferenças observadas entre os genótipos em parte podem ser explicadas pela possibilidade de seleção do material ingerido pelos ovinos, já que os materiais com maiores teores de FDA (Tabela 1), apresentaram maiores valores de DAFDA e CFDAUTM.

Os valores de DFDN de 51,92% e 44,27% e DFDA de 52,88% e 50,20% encontrados por Mizubuti et al. (2002) e por Rodrigues et al. (2001), respectivamente para silagens de girassol ensilados em estágio inicial de maturação fisiológica foram superiores aos do presente experimento, o que em parte pode ser atribuído às diferenças na época de colheita. Valdez et al. (1988) não

encontraram diferenças entre a DFDA de silagens de milho (64,2%) e girassol (63,2%), entretanto a silagem de girassol (51,6%) apresentou menor valor de DFDN que a silagem de milho (68,1%).

Avaliando quatro genótipos de girassol ensilados no estágio final de maturação fisiológica Ko et al. (2005) não observaram diferenças nos consumos de FDN e FDA por ovinos, com valores que variaram de 24,28g/UTM/d a 33,65g/UTM/d e 17,53 a 24,17g/UTM/d, respectivamente. As variações obtidas por estes autores esta próxima à encontrada no presente experimento. Já Mizubuti et al. (2002) avaliando silagens de milho sorgo e girassol para ovinos encontraram maiores consumos de FDN para a silagem de milho (41,5g/UTM/d) e o menor valor foi para silagem de sorgo (32,44g/UTM/d), ficando o girassol com valor intermediário (37,46g/UTM/d). Thomas et al. (1982) trabalhando com vacas em lactação alimentadas com silagens de alfafa e de girassol verificaram maiores consumos de FDN para os animais que recebiam silagem de alfafa. As diferenças observadas entre os dados acima e os dados do presente experimento podem estar relacionadas às diferenças entre os materiais avaliados, os animais utilizados, momento de colheita, tratamentos culturais, condições de cultivo, entre outras.

A digestibilidade aparente e o consumo voluntário de HCEL e da CEL são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8- Valores médios de consumo de hemiceluloses (CHCEL) em g/dia, consumo de hemiceluloses em g/UTM/dia (CHCEL UTM), consumo de hemiceluloses digestíveis em g/UTM/dia (CHCELDUTM), digestibilidade das hemiceluloses (DAHCEL) em %, consumo de celulose (CCEL) em g/dia, consumo de celulose em g/UTM/dia (CCELUTM), consumo de celulose digestível em g/UTM/dia (CCELDUTM), digestibilidade da celulose (DCEL) em % das silagens de quatro genótipos de girassol

PARÂMETROS	GENÓTIPOS				
	Rumbosol 91	Victoria 807	Victoria 627	Mycogen 93338	CV (%)
CHCEL	268,4 ^A	283,6 ^A	227,5 ^A	133,8 ^B	28,75
CHCELUTM	18,96 ^A	17,57 ^A	13,11 ^B	8,43 ^C	18,24
CHCELDUTM	12,72 ^A	10,44 ^B	5,16 ^C	2,59 ^D	20,56
DHCEL	67,57 ^A	59,30 ^B	39,61 ^C	30,24 ^D	11,71
CCEL	133,1 ^B	215,2 ^{AB}	266,7 ^A	195,7 ^{AB}	28,63
CCELUTM	9,19 ^B	13,33 ^A	15,41 ^A	12,35 ^{AB}	19,78
CCELDUTM	2,96 ^B	4,48 ^{AB}	6,65 ^A	5,20 ^{AB}	29,23
DCEL	31,15 ^B	33,40 ^{AB}	43,25 ^A	41,82 ^A	17,22

Médias seguidas por letras maiúsculas idênticas significam semelhança estatística em uma mesma linha.

O genótipo Mycogen 93338 apresentou o menor ($p < 0,05$) valor de consumo de HCEL (133,8 g/d) quando comparado com os demais, o que pode estar relacionado ao menor teor de HCEL (Tabela 1) e ao valor de CMSUTM observado para este genótipo (Tabela 2). O maior valor de digestibilidade da HCEL foi observado para o Rumbosol 91 com 67,57%, seguido pelos genótipos Victoria 807 com 59,30%, Victoria 627 com 39,61% e Mycogen 93338 com 30,24%, sendo todos diferentes entre si ($p < 0,05$). Comportamento semelhante foi encontrado para o consumo de HCEL digestível por unidade de tamanho metabólico (CHCELDUTM) com valores de 12,72; 10,44; 5,16 e 2,59 g/UTM/d para os genótipos Rumbosol 91, Victoria 807, Victoria 627 e Mycogen 93338, respectivamente. Foi observada correlação alta e positiva entre os valores de DHCEL e CHCELUTM ($r_{DHCEL \times CHCELUTM} = 0,78$), mostrando a importância da qualidade da fibra para aumentar o consumo.

O consumo de CEL seguiu o mesmo padrão do CFDA ($r_{CCEL \times CFDA} = 0,97$), ou seja o maior valor foi observado para o Victoria 627 com 266,7 g/d e o menor valor para o Rumbosol 91 com 133,1 g/d, já os genótipos Victoria 807 (215,2 g/d) e Mycogen 93338 (195,7 g/d) apresentaram valores intermediários e semelhantes aos demais. Os genótipos Victoria 627 (15,41 g/UTM/d) e Victoria 807 (13,33 g/UTM/d) apresentaram valores de consumo de CEL por unidade de tamanho metabólico

(CCELUTM) superiores ($p < 0,05$) ao genótipo Rumbosol 91 (9,19 g/UTM/d). O genótipo Victoria 627 também apresentou valor superior ($p < 0,05$) de consumo de CEL digestível por unidade de tamanho metabólico (CCELDUTM) quando comparado ao Rumbosol 91, com valores de 6,65 g/UTM/d e 2,96 g/UTM/d respectivamente. Os valores de digestibilidade da CEL (DCEL) variaram de 43,25% para o Victoria 627 a 31,15% para o Rumbosol 91, seguindo padrão semelhante a DFDA ($r_{DACL \times DAFDA} = 0,89$), o que era esperado, pois a CEL constitui a maior porção da FDA. As diferenças entre os materiais avaliados no presente experimento podem estar associadas as diferentes proporções capítulo, haste e folha das plantas.

As diferenças entre os teores de CEL e HCEL entre os genótipos (Tabela 1) e as diferenças nos valores de DHCEL e DCEL, podem parcialmente explicar o fato de não serem observadas diferenças entre os valores de DFDN entre os genótipos, sugerindo um efeito compensatório.

Os valores médios de CHEMUTM (14,52g/UTM/d) e DAHCEL (49,18%) observados neste trabalho foram superiores as médias de 8,38g/UTM/d e 41,01% encontradas por Ko et al. (2005). Já Valdez et al. (1988) encontraram valor de DAHCEL de 56,6% para silagem de girassol e 69,6% para silagem de milho. Trabalhando com os genótipos de girassol

C11 e S530, ensilados em estágio inicial de maturação fisiológica, Henrique et al. (1998) obtiveram valores de 59,92 e 68,35% respectivamente para a digestibilidade aparente da celulose. Tais valores foram superiores a média de 33,6% obtida por Ko et al. (2005) e 37,40% observada no presente experimento, o que em parte pode estar relacionado à ensilagem destes materiais no estágio final de maturação fisiológica, já que as plantas têm tendência de acumular estruturas de parede celular com o avanço da idade (Van Soest, 1994). Os valores de DCEL obtidos neste experimento foram inferiores aos observados para silagens de milho com 43,35%, de sorgo com 55,40% e próximos aos verificados para silagens de milho com 38,89% (Freitas et al., 2002; Pires, 2003; Guimarães Júnior, 2006). Quanto ao CCELUTM foi encontrado valor médio de 12,57g/UTM/d no presente experimento, que é inferior a média de 16,96g/UTM/d obtida por Ko et al. (2005) para silagens de girassol, 15,88g/UTM/d observada por Guimarães Júnior (2006) para silagens de milho e superior a média de 8,12g/UTM/d encontrados por Pires (2003) para silagens de sorgo. As diferenças observadas nos consumos e digestibilidade das frações fibrosas entre os genótipos aqui estudados, assim como as diferenças em relação aos dados de literatura, podem em parte ser atribuídas às diferentes proporções de folha, haste e capítulo, já que estas partes apresentam diferentes contribuições para o teor de componentes fibrosos das plantas.

CONCLUSÕES

Não foram observadas diferenças para os consumos e digestibilidade aparente da FDN e digestibilidade aparente da MS entre os genótipos confeiteiros e o genótipo forrageiro.

Os genótipos confeiteiros apresentaram maiores valores de ED e EM que o genótipo forrageiro.

As silagens dos genótipos avaliados neste experimento apresentaram boa composição química e consumos satisfatórios, permitindo assim indicar o girassol como

uma opção para utilização na forma de silagem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. F. DE, VON TIESENHAUSEN, I. M. E. V., AQUINO, L. H. DE, CARVALHO, V. D. DE, ROCHA, G. P., SILVA, M. G. C. M. Composição química e consumo voluntário das silagens de sorgo, em dois estádios de corte, girassol e milho para ruminantes. *Ciênc. e Prát.*, v.19, n.3, p.315-321. 1995.

ANDRIGUETO, J.M.; PERLY, L.; MINARD, I. et al. *Nutrição animal: Bases e os fundamentos da nutrição animal*, v.1, Rio de Janeiro: Nobel, 1990. 389p.

BALLA, A.; CASTIGLIONI, V. B. R.; CASTRO, C. *Colheita do girassol*. Londrina: Embrapa - CNPSo. 1995. 25p. (Embrapa - CNPSo. Documento, 92).

BLAXTER, K.L., CLAPPERTON, J.L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *British Journal of Nutrition*, v. 19, n.4, p.511-522, 1965.

CASTRO, C. DE.; CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A. *A cultura do girassol : tecnologia de produção*. 2a ed. Ver. Aum. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1997, 20p. (EMBRAPA-CNPSo documentos, 67).

COPPOCK, C.E., WILKS, D.L. Supplemental fat in high energy ration for lactating cows; effects on intake, digestion, milk yield and composition. *Journal of Animal Science*, 1991, v.69, n. 9, p. 3826-3837.

FREIRE, E. M. *Padrão de fermentação das silagens de cinco híbridos de girassol*. Belo Horizonte. UFMG. Escola de Veterinária, 2001. 44p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

FREITAS G.A.R.; COELHO S.G.; GONÇALVES L.C. et al. Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia bruta, e balanço de nitrogênio das silagens de cinco genótipos

de milho. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.55, n.4, 2003.

FREITAS, G. A. R.; GONÇALVES, L.C. COELHO, S. G.; et al. Consumo e digestibilidade aparente das frações fibrosas das silagens de cinco genótipos de milho (*Zea mays* L.) em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. *Anais...* Recife: SBZ, 2002. CD-ROM

GAGLIOSTRO, G. CHILLARD, Y. Duodenal rapeseed oil infusion in early and mid lactation cows. 2. Voluntary intake, milk production and composition. *Journal of Dairy science*, v. 74, n. 5, p. 1288-1297, 1991.

GONÇALVES, L. C.; SILVA, F.F.; CORREA, C.E.S.; et al. Produtividade e teor de matéria seca de girassol (*Helianthus annuus*) cultivado em diferentes épocas do ano e colhido em diferentes estágios vegetativos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23, 1996, Fortaleza. *Anais - Fortaleza*, SBZ, 1996. v. 2, p. 377-379.

GUIMARÃES JUNIOR. *Avaliação nutricional de silagens de milho [Pennisetum glaucum (L.) R. Br.]*. 2006. 78 p. Doutorado (Ciência Animal). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2006.

HENRIQUE, W.; ANDRADE, J.B.; SAMPAIO, A.A.M. Silagem de milho, sorgo, girassol e suas consorciações. III. Coeficientes de Digestibilidade. In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, REUNIÃO ANUAL, 35, 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p. 382-384.

JAYME, D. G., GONÇALVES, L. C. RODRIGUES, J. A. S. et al. Qualidade da silagem de seis genótipos de girassol (*Helianthus annuus*). In: SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, REUNIÃO ANUAL, 38 Piracicaba *Anais ...Piracicaba* . SBZ, 2001 p. 301-302.

KO, H.J.F.; REIS R.B.; GONÇALVES L.C.; RODRIGUES J.A.S. et al. Consumo

voluntário e digestibilidade aparente da matéria seca, matéria orgânica, energia e parede celular das silagens de quatro genótipos de girassol (*Helianthus annuus*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.55, n.3, 2005.

LEITE, L. A.; REIS, R.B.; GONÇALVES, L.C.; OLIVEIRA, M.A.; et al. Avaliação do consumo de silagem de girassol em substituição à silagem de milho na dieta de vacas leiteiras. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002, Recife. *Anais...*Recife: SBZ, 2002.

MORRISON, S. B. *Alimentos e alimentação dos animais*. 2 ed. São Paulo : Melhoramentos, 1966. 892 p.

MARTINS R.G.R. GONÇALVES L.C.; RODRIGUES J.A.S. et al. Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta e da energia de silagens de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) por ovinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.57, n.5, 2005.

MAYNARD, L.A., LOOSLI, B.S., HINTZ, H.F. et al. *Nutrição animal*. 3. Ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 726p.

MERTENS, D. R. Dietary fiber components: relationship to the rate and extent of ruminal digestion. *Federantion Proceedings*, 36, p. 483-488, 1973.

MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M. A; et al. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) girassol (*Helianthus annuus* L.). *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.1, p.267-272, 2002.

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

McGUFFEY, R. K.; SCHINGOETHE, D. J. Feeding value of high oil variety of sunflowers as silage to lactating dairy cows,

- Journal of Dairy Science*, Champaign: JDS v. 63, n. 7, p. 1109 - 1113, 1980.
- NOGUERA, J. R. R. *Qualidade de silagens de quatro cultivares de girassol ensilados com diferentes proporções da planta*. 2000. 17f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Escola de Veterinária da UFMG. Belo Horizonte.
- N. R. C. National Research Council. Nutrient Requirements of sheep. 6. ed. Whashington DC, USA: National Academic Press, 1985, 99p.
- OFFICIAL methods of analysis of AOAC International. 16ed. Arlington: AOAC International, 1995. v.1.
- PAIVA, J.A.J. *Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais*. 1976, 85f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) . Escola de Veterinária da UFMG. Belo Horizonte, 1976.
- PALMQUIST, D.L. JENKINS, T. C. Fat in lactation rations: review. *Journal of Dairy Science*. v.63, n.1, p.1-14, 1980.
- PIRES, D. A. A. *Consumo e digestibilidade aparente em ovinos, de silagens de sorgo (Sorghum bicolor (L.)) com e sem tanino nos grãos*. 2003. 52p. Dissertação (Mestrado em zootecnia) Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- REZENDE, A.V.; EVANGELISTA, A.R.; SIQUEIRA, G. R.; et al. Avaliação do valor nutritivo da silagem de girassol (*Helianthus annuus* L) em diferentes épocas de corte na safra . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: SBZ, 2001a. p. 234-235.
- RIBEIRO, E.L.A., ROCHA, M.A., MIZUBUTI, I.Y., SILVA, L.D.F. Silagens de girassol (*Helianthus annuus* L.), milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para ovelhas em confinamento. *Ciência Rural*, v.32, n. 2, p. 299-302. Santa Maria, 2002.
- RODRIGUES, P. H. M., ANDRADE, S. J. T. DE, ALMEIDA, T. F. DE, MEYER, P. M., MELOTTI, L. Valor nutritivo de silagens inoculadas com bactérias ácido-lácticas. 3. Inoculação da silagem de girassol. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. São Paulo: SBZ, 2001.
- SILVA, F. C., LEÃO, M. I. Fundamentos da nutrição dos ruminantes. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- SISTEMA de análises estatísticas e genéticas - SAEG. Versão 8.0. Viçosa, MG: UFV, 2000. 142p.
- THOMAS, V. M.; MURRAY, G. A.; THACKER, D. L.; SNEDDON, D. N. Sunflower silage in rations for lactating Holsteins cows. *Journal of Dairy Science*, v. 65, n. 2, p. 267 - 270, Champaign, 1982.
- TOMICH, T.R. *Avaliação das silagens de treze cultivares de girassol (Helianthus annuus L.) participantes do ensaio nacional*. 1999. 117p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola de Veterinária, UFMG. Belo Horizonte, 1999.
- TOSI, H.; SILVEIRA, A. C.; FARIA, V. P.; PEREIRA, R. L. Avaliação do girassol (*Helianthus annuus*) como planta para a ensilagem. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v. 4, n. 1, p. 39 - 48, Porto Alegre, 1975.
- VALDEZ, F. R.; HARRISON, J. H.; FRASEN, S. C. Effect of feeding sunflower silage on milk production, milk composition and rumen fermentation of lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v. 71, n. 9, p. 2462 -2469, Champaign, 1988.
- VAN SOEST, P. J.. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2 ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.
- VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n. 10, p.3583-3597,1991.

VAN SOEST, P.J. Use of detergent in analysis of fibrous feeds. III. Study of effects of heating and drying on yield of

fiber and lignin in forages. *Journal Assocation Official Agriculture Chemistry*, v. 48, p. 785, 1965.

CAPÍTULO III

DEGRADABILIDADE *IN SITU* DOS COMPONENTES NUTRICIONAIS DAS SILAGENS DE QUATRO GENÓTIPOS DE GIRASSOL (*Helianthus annuus*)

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a degradabilidade “in situ” da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e das frações fibrosas das silagens de quatro genótipos de girassol (*Helianthus annuus*). Os genótipos utilizados foram Rumbosol 91, Victoria 627, Victoria 807 e Mycogen 93338. Foi utilizado um delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema de parcelas sub-divididas, sendo os animais os blocos, as silagens as parcelas e os tempos de incubação as sub-parcelas (6, 12, 24, 48, 72, 96 h), respectivamente. Os genótipos Rumbosol 91 e Victoria 627 apresentaram os maiores valores de desaparecimento da MS no tempo de 6 horas com valores de 36,99% e 39,54%. Os menores valores de desaparecimento da MS nos tempos de 24, 48 e 72 horas foram observados para o genótipo Victoria 807. Já os maiores valores de desaparecimento da MS nos tempos de 72 e 96 horas de incubação foram observados para o genótipo Rumbosol 91 com valores de 68,16% e 68,61% respectivamente. O genótipo Victoria 807 apresentou os maiores valores de DE da PB para as taxas de 2, 5 e 8% com valores de 80,7, 74,9 e 71,6%, respectivamente. Já os menores valores foram encontrados para o genótipo Rumbosol 91. O genótipo Rumbosol 91 apresentou os maiores valores de DE da FDN para as taxas de passagem de 2, 5 e 8% com valores de 33,65%, 25,96% e 22,66%, respectivamente. O Victoria 807 apresentou os menores valores para as taxas de passagem de 2, 5 e 8% com valores de 11,67, 5,83 e 3,89%/hora. Os maiores valores de desaparecimento médio da FDA foram observados para o genótipo Mycogen 93338 para todos os tempos de incubação, com valores que se situaram entre 10,45% para o tempo de 6 horas a 33,36% para o tempo de 96 horas. A silagem do genótipo Rumbosol 91 foi superior às demais quanto a degradabilidade da fibra em detergente neutro. São necessários mais estudos para se esclarecer os fatores qualitativos envolvidos na degradação das silagens de girassol, visando direcionar os programas de melhoramento genético do girassol para produção de silagens.

Palavras chave: degradabilidade, girassol, frações fibrosas, silagem.

ABSTRACT

The aim of this work was evaluate *in situ* degradability of the dry matter (DM), crude protein (CP) and fibrous fractions of four sunflower silage genotypes (*Helianthus annuus*). Genotypes were Rumbosol 91, Victoria 627, Victoria 807 and Mycogen 93338. Experimental design was randomized blocks in sub-divided parcels scheme, where animals represented blocks, silages parcels and incubation times (6, 12, 24, 48, 72, 96 h) sub-parcels, respectively. Genotypes Rumbosol 91 and Victoria 627 had presented highest disappearance values of DM in time of 6 hours with values of 36.99% and 39.54%. Lower values of disappearance of DM in times of 24, 48 and 72 hours had been observed for genotype Victoria 807. Highest values of disappearance of the DM in times of 72 and 96 hours of incubation had been observed for the genotype Rumbosol 91 with values of 68.16% and 68.61% respectively. The genotype Victoria 807 presented the highest values of effective degradability (ED) of CP for the rates of 2.0, 5.0 and 8.0% with values of 80.7, 74.9 and 71.6%, respectively. In addition, lower values had been found for the genotype Rumbosol 91. Genotype Rumbosol 91 presented the highest values of ED of the NDF for the rates of 2, 5 and 8% with values of 33.65%, 25.96% and 22.66%, respectively. Victoria 807 presented lower values for 2, 5 and 8% rates with values of 11.67, 5.83 and 3.89%/hour. Highest values of mean disappearance of ADF had been observed for the Mycogen 93338 genotype for all incubation times, with values ranging between 10.45% for the time of 6 hours to 33.36% for the time of 96 hours. Silage of Rumbosol 91 was superior to others in relation to fiber degradability in neutral detergent. More studies are requested to clarify qualitative factors related to degradation of sunflower silages in order to focus breeding programs for silage production.

Key words: degradability, fibrous fractions, silage, sunflower.

INTRODUÇÃO

O milho e o sorgo se destacam como as espécies mais adaptadas ao processo de ensilagem devido à sua facilidade de cultivo, altas produções por hectare e principalmente pela qualidade da silagem produzida. Porém, o girassol, por apresentar menor ciclo de produção, elevado valor energético e protéico, ser resistente ao frio e ter maior capacidade de extrair a água disponível no solo, tem se tornado uma alternativa para a produção de silagem como cultura de safrinha, ou em locais onde a deficiência hídrica torna inviáveis culturas tradicionais como o milho e o sorgo.

O conhecimento da degradação ruminal do alimento e de suas frações é fundamental para se avaliar a quantidade de nutrientes que estará disponível para os microrganismos do rúmen e a quantidade de nutrientes que chega ao intestino (Merhez e Orskov, 1977).

Para a avaliação dos alimentos as técnicas *in vivo* são sempre preferidas. Entretanto o uso de sacos de náilon tem a vantagem de possibilitarem uma rápida estimativa da taxa e extensão da degradação dos alimentos e funcionamento ruminal, sem necessitar de qualquer procedimento complicado (Orskov et al, 1978).

Dentre os métodos para a determinação da digestibilidade de forrageiras, destaca-se a técnica da degradabilidade *in situ*, devido a sua facilidade e rapidez de execução e principalmente devido à sua alta correlação com resultados obtidos em experimentos *in vivo*. Fornece ainda, parâmetros cinéticos relacionados a degradabilidade ruminal dos nutrientes, importantes na avaliação nutricional de alimentos para ruminantes (NRC, 2001).

Os objetivos deste experimento foram avaliar a degradabilidade *in situ* da matéria seca, proteína bruta e das frações fibrosas das silagens de quatro genótipos de girassol (*Helianthus annuus*).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento com animais foi conduzido na Fazenda Experimental Prof. Hélio Barbosa da EV-UFGM, localizada no município de Igarapé-MG.

Foram utilizadas nesse experimento às mesmas amostras do experimento I (capítulo II).

Animais utilizados

Foram utilizadas três vacas Holandesas em lactação (produção média de 27kg de leite/dia), com peso aproximado de 550 kg fistuladas no rúmen. As cânulas foram inspecionadas diariamente e, limpas com água sempre que necessário. Além disso, foi aplicado repelente ao redor das fistulas para evitar a infestação por larvas de moscas. Os animais do experimento ficaram com um grupo de vacas da mesma categoria em sistema de pastejo rotacionado de capim de elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier) com acesso livre à água e sal mineral. Os animais receberam concentrado (à base de farelo de amendoim e polpa cítrica) divididos em duas refeições diárias, ao redor das 7:00 e 13:00 horas, de acordo com suas produções de leite (9kg/vaca/dia).

Com o objetivo de explicar as possíveis influências do ambiente ruminal sobre os resultados de digestibilidade *in situ*, um dia antes do período experimental foram feitas, via fistula, colheitas de amostras do líquido ruminal dos animais experimentais a cada duas horas desde as 6h e 30 min até às 20h 30 min. Para obtenção do líquido ruminal, várias amostras de conteúdo ruminal foram espremidas e coadas por meio de uma gaze e o pH medido imediatamente. Para análise de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) foram adicionados à 150mL de suco ruminal, 3 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) 50%, já para medir os ácidos graxos voláteis (AGV), se adicionou à 10mL do suco, 2mL de ácido metafosfórico a 25%. As amostras para análise de N-NH₃ e AGV foram armazenadas, separadamente, em recipientes de plástico identificados, vedados e congeladas a -10°C.

Preparo dos sacos de náilon e incubação

As bolsas utilizadas na degradabilidade *in situ* foram confeccionadas em náilon com poros de 50 micrômetros (μm) com dimensões de 15 x 8 cm. Foram previamente limpos e secos a 65°C por 24 horas, em seguida foram retirados e colocados em vidro dessecador por 30 minutos para equilíbrio da temperatura e então tiveram seus pesos registrados. Posteriormente, se adicionou aproximadamente cinco gramas do material pré-seco e moído da silagem a ser estudada. Assim a relação peso da amostra: área superficial da bolsa foi de 20,8 mg/cm². As bolsas foram lacradas com braçadeiras de polietileno a cerca de 2,5 cm da borda.

Cada uma das três vacas representou uma repetição e conteve os quatro tratamentos e os tempos de incubação 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. As bolsas, devidamente lacradas e numeradas, foram incubadas em trélicas, ou seja, cada um dos quatro tratamentos teve três bolsas em cada vaca para um determinado tempo de incubação. Grupos de 12 bolsas (4 tratamentos x 3 réplicas) foram divididos em dois grupos de seis bolsas e presas por braçadeiras de polietileno em lados opostos nas porções inferior, média e superior de uma corrente metálica cujas pontas foram unidas,

conforme o tempo de permanência no rúmen. Dessa forma, foi facilitada consideravelmente a rapidez no manuseio das bolsas durante a introdução e retirada.

A corrente metálica foi amarrada a uma corda de náilon (60 cm de comprimento) que ficou presa na tampa da fistula e deu condição para que as bolsas se movessem livremente no órgão, na outra extremidade da argola de corrente metálica havia uma peça metálica de aço inoxidável para que funcionasse como âncora (peso de 300 g) e mantivesse as bolsas na região ventral do rúmen, portanto, em contato permanente com o líquido ruminal. Assim, cada animal recebeu uma argola de corrente metálica onde foram colocadas 36 bolsas no máximo, ou seja, 3 grupos (porções inferior, média e superior) de 12 bolsas.

As bolsas foram colocadas sempre durante o fornecimento de concentrado da manhã (7 h) de forma que os três animais recebessem ao mesmo tempo as bolsas referentes a cada tempo de incubação (6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas). Antes de serem introduzidos no rúmen às bolsas foram mergulhadas em água para facilitar a entrada de fluido ruminal. O protocolo das datas e horários de incubação e retirada das bolsas do rúmen durante o período experimental pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1. Protocolo de incubação e retirada das bolsas do rúmen durante o período experimental.

Tempo de incubação	Incubação		Retirada	
	Data	Horário	Data	Horário
6 horas	26/11/2002	07:00	26/11/2002	13:00
12 horas	26/11/2002	07:00	26/11/2002	19:00
24 horas	27/11/2002	07:00	28/11/2002	07:00
48 horas	28/11/2002	07:00	30/11/2002	07:00
72 horas	27/11/2002	07:00	30/11/2002	07:00
96 horas	26/11/2002	07:00	30/11/2002	07:00

Imediatamente após a retirada do rúmen, as bolsas foram imersas em baldes com água fria e lavadas manualmente com água corrente a temperatura ambiente até que a água se mostrasse completamente límpida.

Para determinação do tempo zero ($t = 0$), foram utilizadas três bolsas de náilon por tratamento com a mesma quantidade de amostra utilizada para os demais horários de incubação, foram fechadas e lavadas

manualmente da mesma forma que nos outros horários. Após a lavagem, as bolsas foram congeladas a -10°C e, posteriormente, colocadas em bandejas para secagem em estufa de ventilação forçada a $60-65^{\circ}\text{C}$ por 48 horas, sendo então transferidas a um dessecador por 30 minutos, para o equilíbrio com a temperatura ambiente e pesadas. Descontando-se os pesos das bolsas vazias e limpas, determinou-se o desaparecimento da matéria pré-seca no rúmen. Após esse procedimento o material restante nas três bolsas, de um mesmo animal, tratamento e período de incubação, foram transformados em um *pool* homogêneo, moído em peneira de 1 mm e armazenados em recipientes de plástico vedados, assim como o material original (sem incubar), para as análises químicas.

Determinação do tempo zero (t_0)

O t_0 foi determinado a partir da colocação, nos sacos de náilon, da mesma quantidade de amostra utilizada para os demais horários de incubação, os quais foram fechados e lavados manualmente, em água de torneira conforme procedimento descrito anteriormente para a lavagem dos sacos incubados. Estes foram então, secos em estufa (48 horas) e pesados. Dessa forma, quantificou-se a fração solúvel de cada

alimento, empregando-se três réplicas por tratamento.

Análises laboratoriais

As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da EV-UFGM. Nos resíduos de incubação ruminal e do t_0 (1 mm), procederam-se às análises de matéria seca realizada em estufa a 105°C (AOAC, 1980), proteína bruta PB, multiplicando-se o teor de nitrogênio obtido pelo método de combustão de Dumas em analisador Leco[®] FP-528 por 6,25 e FDN e FDA segundo Van Soest et al. (1991) em aparelho ANKOM²⁰⁰ Fiber Analyser.

Procedimentos estatísticos

Foi utilizado um delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema de parcelas sub-divididas, sendo os animais os blocos, as silagens as parcelas e os tempos de incubação as sub-parcelas (6, 12, 24, 48, 72, 96 h), respectivamente. A Tabela 2 apresenta a análise de variância. As médias para o desaparecimento da MS, PB, FDN e FDA da mesma silagem de girassol nos vários tempos de incubação e, num mesmo tempo de incubação, entre os tratamentos foram comparadas a 5% de probabilidade ($p < 0,05$) pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK).

Análise de variância

Fonte de Variação	Grau de liberdade
Total _a	11
Tratamentos (diferentes genótipos)	3
Blocos (animais)	2
Erro _a	6
Total _b	71
Subtratamentos (tempo de incubação)	5
Tratamento x Subtratamento	15
Erro _b	40

As equações de regressão para o desaparecimento da matéria seca, proteína bruta, fibra detergente neutro e fibra detergente ácido foram estimadas usando o software SAEG, versão 8.0, utilizando-se os procedimentos de análise de regressão não linear do método iterativo do algoritmo de MARQUARDT.

Para estimar as curvas de degradação foi utilizado o seguinte modelo proposto por Sampaio (1988):

$$p = A - B e^{-ct}$$

Em que,

p = porcentagem de degradação após um tempo (t) de incubação no rúmen;

A = porcentagem máxima de degradação do material contido no saco de náilon, ou degradabilidade potencial

B = parâmetro sem valor biológico. Se não houvesse tempo de colonização, ele corresponderia ao total a ser degradado pela ação microbiana

c = taxa constante de degradação da fração que permanece no saco de náilon, expressa em porcentagem por hora

t = tempo de incubação no rúmen, em horas

Após a determinação dos parâmetros 'A', 'B' e 'c' do modelo anterior, se estimou o tempo de colonização (TC) ou "lag time", conforme McDonald (1981):

$$TC = -1 \times \frac{\ln(A-S)}{c \cdot B} \quad (2) \text{ onde:}$$

'A', 'B' e 'c' são os mesmos parâmetros definidos pela equação (1);

'S' é a fração solúvel, determinada pela porcentagem de desaparecimento no tempo zero de incubação, sendo obtido pela simples imersão das amostras em água.

As degradabilidades efetivas (DE) para taxas de passagem de 2, 5 e 8 %/h (Agricultural., 1984) foram calculadas segundo o modelo proposto por Orskov & McDonald (1979):

$$DE = S + \frac{b \cdot c}{C + K} \quad (3) \text{ em que:}$$

'S' é a fração prontamente solúvel;

'b' é a fração correspondente de 'A - S';

'C' é a taxa fracional constante de degradação da fração que permanece na bolsa de náilon;

'k' é a taxa fracional de passagem de partículas pelo rúmen, obtida após o uso de diferentes níveis de alimentação e diferentes dietas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parâmetros ruminais

Os dados de concentração dos ácidos graxos voláteis no líquido ruminal (mMoles /100 mL), pH e N-NH₃ em diferentes tempos em relação à refeição concentrada encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Concentração dos ácidos graxos voláteis no líquido ruminal (mMoles /100 mL), pH e N-NH₃ em diferentes tempos em relação à refeição concentrada fornecida as vacas em lactação

Tempo (h)	Acetato	Propionato	Butirato	AGV total*	Acet./Prop.	pH	N-NH ₃ (mg%)
-30'	5,58	2,34	0,47	8,39	2,39	6,35	3,43
1h e 30'	5,70	2,97	0,61	9,28	1,92	6,12	29,06
3h e 30'	8,76	3,44	0,68	12,88	2,67	6,01	15,45
5h e 30' **	6,60	3,04	0,58	10,23	2,20	6,27	12,01
7h e 30'	8,38	4,22	0,84	13,43	1,99	5,69	31,58
9h e 30'	8,29	4,06	0,78	13,13	2,05	5,60	27,23
11h e 30'	6,96	3,25	0,60	10,82	2,22	5,78	20,60
13h e 30'	7,47	3,74	0,70	11,91	1,99	5,96	19,57

* Somatório dos ácido acético, propiônico e butírico. ** Horário do segundo fornecimento de concentrado.

Os ácidos graxos totais (AGV total), assim como os ácidos acético, propiônico e butírico sofreram variações com a alimentação. Podendo se verificar que houve uma tendência de aumento de todos os AGVs após a alimentação com ração concentrada, voltando a diminuir após 9,5 horas do primeiro arraçoamento. A relação

acetato/propionato variou de 1,92 a 2,67, mostrando sempre uma ligeira queda após os arraçoamentos. A relação acetato/propionato observada no presente trabalho foi inferior à relação de 3,3 sugerida por Van Soest (1994) para o líquido ruminal de vacas alimentadas com dietas ricas em forragem porém suplementadas com

concentrado, o que está relacionado aos altos valores de concentrado fornecidos aos animais do presente experimento.

Segundo Lindberg (1984) valores de pH ruminal ótimos estariam entre 6 e 8 para possibilitarem a ação de enzimas microbianas. Entretanto no presente experimento verificou-se uma variação nos valores de pH de 5,6 a 6,35. Como pode ser observado na Tabela 1 o maior valor de pH foi observado meia hora antes do primeiro arração, apresentando diminuição a partir deste tempo até 5,5 horas após o arração, quando então voltou a subir. O segundo arração foi realizado 5,5 horas após o primeiro, então os valores de pH voltaram a cair a partir deste horário, não atingindo o valor mínimo de 6 até 13,5 horas após o primeiro arração. Tal observação pode estar relacionada ao fato dos animais utilizados diminuírem consideravelmente a ingestão de volumoso no período da tarde após o segundo arração, permanecendo deitados à sombra por longo período.

A concentração de nitrogênio amoniacal variou de 3,43 a 31,58 mg%, apresentando comportamento inverso ao do pH, alcançando as maiores concentrações duas horas após o segundo arração. A mesma tendência foi observada no trabalho de Souza (2001) trabalhando com bois em terminação no qual o N-NH₃ variou de 3 a 13,8mg% e apresentou concentração média inferior à do presente experimento (7,20 versus 19,57%). Este autor sugeriu que a concentração ótima de amônia no rúmen seria aquela que proporcionasse a máxima produção de proteína microbiana por unidade de substrato fermentado ou máxima taxa de fermentação que, segundo Van Soest (1994), seria de 5 e 23,5% de N-NH₃, respectivamente.

Degradabilidade da matéria seca

Os desaparecimentos médios da MS das silagens de quatro genótipos de girassol aparecem na tabela 2.

Tabela 2. Desaparecimento médio (%) da MS das silagens de quatro genótipos de girassol em função dos tempos de incubação

Horários	Genótipos			
	Rumbosol 91	Victoria 807	Victoria 627	Mycogen 93338
06	36,99 ^{ABd}	35,44 ^{Bd}	39,54 ^{Ad}	35,64 ^{Bd}
12	54,48 ^{Ac}	51,89 ^{Ac}	52,33 ^{Ac}	52,67 ^{Ac}
24	62,85 ^{Ab}	57,22 ^{Cb}	58,25 ^{BCb}	60,78 ^{ABb}
48	66,37 ^{Aa}	60,26 ^{Ca}	61,46 ^{BCa}	64,12 ^{ABa}
72	68,16 ^{Aa}	60,77 ^{Ca}	62,36 ^{BCa}	64,46 ^{Ba}
96	68,61 ^{Aa}	62,22 ^{Ba}	64,05 ^{Ba}	64,92 ^{Ba}

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na mesma linha (genótipos) e minúsculas na mesma coluna (horários) não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK (P>0,05). CV= 2,87%

O genótipos Victoria 627 apresentou o maior valor de desaparecimento da MS no tempo de 6 horas, sendo semelhante ao Rumbosol 91 com valores de 39,54% e 36,99%, respectivamente. Esses valores se mostraram intermediários em relação aos observados por Pereira (2003) para o genótipo de girassol M734 ensilado aos 100, 107, 114 e 121 dias de maturação com valores de 45,7%, 42,3%, 37,2% e 35,8% respectivamente. Não foram observadas diferenças entre os genótipos estudados para o tempo de 12 horas de incubação. Os menores valores de desaparecimento da MS nos tempos de 24, 48 e 72 horas foram

observados para o genótipo Victoria 807, que podem em parte ser atribuídos aos maiores teores de EE deste genótipo (17,21%), embora esses valores foram semelhantes aos observados para o Victoria 627. Já os maiores valores de desaparecimento da MS nos tempos de 72 e 96 horas de incubação foram observados para o genótipo Rumbosol 91 com valores de 68,16% e 68,61% respectivamente, que é o genótipo com menor teor de extrato etéreo (10,68%). Sabe-se que os lipídeos reduz a digestão da fibra (Brooks et al 1954), e a taxa de digestão da celulose (Kowalczyk et al 1977). Segundo Ørskov et

al (1978) os principais efeitos da gordura são a inibição da população microbiana do rúmen e a inibição da atividade celulolítica.

Os valores de desaparecimento da MS no tempo de 48h de incubação encontrados no presente experimento são inferiores ao obtido por Pereira (2003) para o genótipo M734 ensilado aos 100 dias de maturação (68,1%). Entretanto esses valores são superiores aos observados por Guimarães Júnior (2006) para silagens de três genótipos de milho com valores de 50,6%, 51,6% e 53,7% e aos 49,19%, 50,83% e 54,71% obtidos por Serafim et al (2000) para as silagens de três genótipos de sorgo.

Todos os materiais estudados apresentaram uma tendência de estabilização da degradação a partir de 48 horas de incubação no rúmen. Sendo o horário de 96 horas suficiente para conseguir-se a máxima degradação das silagens.

Todos os materiais estudados convergiram para o modelo proposto por Orskov e McDonald (1979) adaptado por Sampaio (1988). A seguir aparecem as equações para o desaparecimento da MS:

$$\text{Rumbosol 91: } p = 74,95 - 34,21 e^{-0,025t}$$

$$R^2 = 0,77$$

$$\text{Victoria 807: } p = 66,94 - 27,39 e^{-0,025t}$$

$$R^2 = 0,71$$

$$\text{Victoria 627: } p = 68,14 - 26,26 e^{-0,025t}$$

$$R^2 = 0,79$$

$$\text{Mycogen 93338: } p = 71,11 - 31,21 e^{-0,025t}$$

$$R^2 = 0,74$$

Os parâmetros de degradação ruminal e as degradabilidades efetivas da matéria seca das silagens estudadas encontram-se na tabela 3.

Tabela 3. Potenciais de degradação (A), taxas de degradação (c), frações solúveis (S), frações degradáveis (B1), tempos de colonização (TC) e degradabilidades efetivas (DE), nas taxas de passagem 2,0%/h, 5,0%/h e 8,0%/h, da matéria seca das silagens de quatro genótipos de girassol

Parâmetros	Genótipos			
	Rumbosol 91	Victoria 807	Victoria 627	Mycogen 93338
A (%)	74,94	66,94	68,14	71,11
c (%/h)	0,025	0,025	0,025	0,025
S (%)	37,14	32,84	42,35	36,33
B1 (%)	37,80	34,09	25,79	34,78
TC (h)	-4,00	-8,75	0,72	-4,33
DE 2,0%/h (%)	58,14	51,79	56,68	55,65
DE 5,0%/h (%)	49,74	44,21	50,94	47,92
DE 8,0%/h (%)	46,14	40,96	48,49	44,61
R ²	74,94	66,94	68,14	71,11

Os valores de potenciais de degradação variaram de 66,9% para o Victoria 807 a 74,9% para o Rumbosol 91. Esses resultados são próximos ao valor de 71,1% obtido por Pereira (2003) para o genótipo de girassol M734 ensilado aos 100 dias após o plantio. Entretanto foram superiores aos 59,91% obtidos por Possenti et al. (2005) para silagens do genótipo Rumbosol 91.

Os valores de taxas de degradação (c) para os genótipos avaliados tiveram que ser fixados (2,5%/h), uma vez que o modelo estimou valores incompatíveis fisiologicamente. Fato semelhante foi observado por Pereira (2003) avaliando o genótipo M734 ensilado em diferentes dias pós-plantio. Entretanto esses valores foram inferiores aos 5,3 e 5,6 %/h relatados por Possenti et al. (2005) e Ramos et al. (2001), respectivamente. Forragens mais digestíveis devem apresentar valores altos de "A", mas

também altos para "c", que indicam maior potencial de degradação em menor tempo. Para Sampaio (1988), taxa de degradação inferior a 2%/h é indicativa de alimento de baixa qualidade, já que necessita de um período longo no rúmen para que ocorra sua digestão. Todos os genótipos avaliados apresentaram taxas de degradação superiores a 2%, o que caracteriza estes materiais como de boa qualidade. Os valores de taxas de degradação de 1,2%, 1,4% e 1,4% observados por Serafim et al. (2000) para silagens de sorgo de genótipos granífero, forrageiro e duplo-propósito, respectivamente, foram inferiores aos do presente experimento.

Os tempos de colonização (TC) oscilaram de -8,75 horas para o Victoria 807 a 0,72 horas para o Victoria 627, sendo que tal variação pode estar relacionada às características morfofisiológicas da parede celular dos materiais estudados. Valores superiores foram observados por Pereira (2003) para o híbrido M734 ensilado aos 100, 107, 114 e 121 dias pós-plantio.

O genótipo Victoria 807 apresentou os menores valores de degradabilidade efetiva da MS para as taxas de passagem de 2,0%, 5,0% e 8,0%, com valores de 51,79%, 44,21% e 40,96%. Já os maiores valores foram observados para o genótipo Rumbosol 91 na taxa de 2,0 (58,14%) e Victoria 627 para as taxas de passagem de 5,0 e 8,0% com 50,94% e 48,49%, respectivamente, o que pode estar associado

a maior fração solúvel deste material em relação aos demais. Valores inferiores foram encontrados por Possenti et al (2005) para a silagem do cultivar Rumbosol 91 com 47,5, 40,42, e 35,85%, considerando as taxas de 2, 4 e 6%/h. Já valores superiores foram reportados por Carneiro et al. (2002) com 59,3, 55,1 e 50,5% para silagem de girassol, considerando as taxas de 3, 5 e 8%/h e valores próximos foram observados por Pereira (2003) que encontrou uma variação de 43,77 a 61,40% para os materiais ensilados com 121 (8%/h) e 100 dias (2%/h), respectivamente.

Os valores de degradabilidade efetiva da matéria seca na taxa de passagem de 5,0% estão de acordo aos valores de digestibilidade aparente da matéria seca observados no experimento I (pág. 34).

Segundo Minson (1990) as características químicas e a estrutura da parede celular das forrageiras determinam a resistência das partículas à quebra durante o consumo e a ruminação. Os resultados obtidos neste estudo sugerem que o arranjo estrutural da matriz fibrosa pode estar relacionado às diferenças de degradabilidade entre os genótipos estudados.

Degradabilidade da proteína bruta

Os desaparecimentos médios da proteína bruta das silagens de quatro genótipos de girassol aparecem na tabela 4.

Tabela 4. Desaparecimento médio (%) da proteína bruta das silagens de quatro genótipos de girassol em função dos tempos de incubação

Horários	Genótipos			
	Rumbosol 91	Victoria 807	Victoria 627	Mycogen 93338
06	55,06 ^{Bc}	66,56 ^{Ac}	67,47 ^{Ac}	67,55 ^{Ac}
12	73,59 ^{Ab}	77,64 ^{Ab}	75,67 ^{Ab}	76,72 ^{Ab}
24	83,94 ^{Aa}	83,09 ^{Aa}	83,65 ^{Aa}	84,23 ^{Aa}
48	86,60 ^{Aa}	82,72 ^{Aa}	83,11 ^{Aa}	85,26 ^{Aa}
72	86,98 ^{Aa}	82,86 ^{Aa}	84,11 ^{Aa}	84,66 ^{Aa}
96	86,82 ^{Aa}	82,11 ^{ABa}	82,07 ^{Ba}	84,22 ^{ABa}

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na mesma linha (genótipos) e minúsculas na mesma coluna (horários) não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK ($P > 0,05$). CV= 2,64%

O genótipo Rumbosol 91 apresentou os menores valores de desaparecimento da PB no tempo de 6 horas de incubação ruminal, o que em parte pode estar associado a

menor fração solúvel da PB deste genótipo em relação aos demais. Para os horários de 12, 24, 48 e 72 horas não foram observadas diferenças estatísticas entre os genótipos

avaliados. O maior valor de desaparecimento da PB no tempo de 96 horas foi obtido para o genótipo Rumbosol 91 com 86,82% e o menor valor para o genótipo Victoria 627 com 82,07%, valores intermediários e semelhantes aos demais foram observados para os genótipos Victoria 807 e Mycogen 93338. Os valores de desaparecimento da PB no tempo de 24h do presente experimento foram próximos aos 83,8%, 83,1%, 82,6% e 82,2% observados por Pereira (2003) para silagens de girassol colhidas aos 100, 107, 114 e 121 dias após o plantio. A degradação máxima da proteína foi atingida após 24 horas de incubação para todos os materiais. Sendo assim, o período de incubação de 96 horas foi suficiente para que o máximo da degradação da proteína bruta fosse atingido.

Todos os materiais incubados convergiram ao modelo exponencial proposto por Orskov e McDonald (1979), modificado por Sampaio (1988):

$$\text{Rumbosol 91: } p = 89,33 - 42,28 e^{-0,06t}$$

$$R^2 = 0,88$$

$$\text{Victoria 807: } p = 87,73 - 35,0 e^{-0,06t}$$

$$R^2 = 0,74$$

$$\text{Victoria 627: } p = 87,92 - 35,0 e^{-0,06t}$$

$$R^2 = 0,81$$

$$\text{Mycogen 93338: } p = 89,03 - 35,0 e^{-0,06t}$$

$$R^2 = 81$$

Foi observado pelo R^2 da equação para o genótipo Victoria 807 que, mesmo obtendo-se convergência dos pontos a curva, a mesma carece de confiabilidade para expressar a resposta ao desaparecimento da PB da silagem. A necessidade de se fixar às taxas de degradação em 6% pode ter contribuído para este resultado.

Os parâmetros de degradação ruminal da proteína bruta das silagens encontram-se na tabela 5.

Tabela 5. Potenciais de degradação (A), taxas de degradação (c), frações solúveis (S), frações degradáveis (B1), tempos de colonização (TC) e degradabilidades efetivas (DE), nas taxas de passagem 2,0%/h, 5,0%/h e 8,0%/h, da proteína bruta das silagens de quatro genótipos de girassol

Parâmetros	Genótipos			
	Rumbosol 91	Victoria 807	Victoria 627	Mycogen 93338
A (%)	89,33	87,73	87,92	89,03
c (%/h)	0,06	0,06	0,06	0,06
S (%)	46,20	59,51	55,10	54,50
B1 (%)	43,13	28,22	32,82	34,53
TC (h)	-0,33	3,59	1,07	0,23
DE 2,0%/h (%)	78,55	80,67	79,72	80,39
DE 5,0%/h (%)	69,73	74,90	73,00	73,33
DE 8,0%/h (%)	64,69	71,60	69,17	69,30
R^2	0,88	0,74	0,81	0,81

Foi observada pequena variação entre os potenciais de degradação para os genótipos estudados 89,3 para o Rumbosol 91, 87,73 para o Victoria 807, 87,92 para o Victoria 627 e 89,0% para o Mycogen 93338, sendo superiores aos valores de 80,7 e 81,0% encontrados por Ramos et al. (2001) para duas épocas de ensilagem do Rumbosol 91 (100 e 114 dias após o florescimento). Entretanto esses valores foram próximos aos 88,8; 87,0; 88,3 e 89,3% observados por Pereira (2003) para as épocas de

ensilagem de 100, 107, 114 e 121 dias após o plantio, respectivamente.

Os valores de taxas de degradação “c” tiveram que ser fixados em 6%, desta forma não foram observadas diferenças entre os genótipos estudados.

O genótipo Victoria 807 apresentou os maiores valores de DE da PB para as taxas de 2, 5 e 8% com valores de 80,7, 74,9 e 71,6%, respectivamente. Já os menores

valores foram encontrados para o genótipo Rumbosol 91. Os resultados do presente experimento estão de acordo com os relatados por Pereira (2003) para o genótipo M734 ensilado em diferentes épocas pós-plantio. Já valores menores foram observados por Serafim et al. (2000) para silagens de três híbridos de sorgo com valores que variaram de 30,78 a 58,67%.

As diferenças entre os dados do presente experimento e os dados observados na literatura podem estar associadas às diferenças entre genótipos, momento de

colheita, animais utilizados, dieta dos animais, diferenças no tamanho dos poros dos sacos de náilon, tamanho de partícula do material testado, homogeneidade da amostra, entre outras.

Degradabilidade das frações fibrosas

Fibra detergente neutro (FDN)

Os desaparecimentos médios da FDN das silagens de quatro genótipos de girassol aparecem na tabela 6.

Tabela 6. Desaparecimento médio (%) da fibra em detergente neutro (DFDN) das silagens de quatro genótipos de girassol em função dos tempos de incubação

Horários	Genótipos			
	Rumbosol 91	Victoria 807	Victoria 627	Mycogen 93338
06	15,65 ^{Ad}	10,90 ^{Bd}	0,18 ^{Ce}	10,62 ^{Bd}
12	28,05 ^{Abc}	22,88 ^{Bc}	8,63 ^{Dd}	18,94 ^{Cc}
24	35,80 ^{Ab}	27,69 ^{Bb}	15,55 ^{Cc}	27,86 ^{Bb}
48	40,59 ^{Aa}	32,23 ^{Ba}	20,60 ^{Cb}	32,02 ^{Ba}
72	42,90 ^{Aa}	32,08 ^{Ba}	24,72 ^{Ca}	32,83 ^{Ba}
96	43,38 ^{Aa}	34,56 ^{Ba}	25,60 ^{Ca}	33,67 ^{Ba}

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na mesma linha (genótipos) e minúsculas na mesma coluna (horários) não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK ($P > 0,05$). CV= 4,56%

O genótipo rumbosol 91 apresentou os maiores valores de DFDN para todos os tempos estudados, variando de 15,65% a 43,38% para os tempos de 6 e 96 horas, respectivamente. Tal fato pode estar relacionado aos maiores teores de HEM deste genótipo e a maior digestibilidade desta fração deste genótipo que foi observado no experimento I deste trabalho. Já os menores valores foram observados para o genótipo Victoria 627 em todos os tempos estudados com variação de 0,18% para o tempo de 6 horas a 25,60% para o tempo de 96 horas. Valores intermediários foram observados para o Victoria 807 e Mycogen 93338. Assim como para o DMS esses resultados DFDN podem estar relacionados aos teores de EE dos materiais, uma vez que a gordura tem efeito negativo sobre a degradação da fibra. Os dados de DFDN observados por Pereira (2003) foram próximos aos do presente experimento (variação de 4,6% a 36,4% para os tempos de 6 e 96 horas respectivamente). As diferenças observadas entre os dados dos diferentes experimentos podem ser devidas às diferenças nos

genótipos utilizados, na época de colheita e na extensão de degradação das frações fibrosas com o processo de ensilagem.

Todos os materiais estudados apresentaram uma tendência de estabilização da degradação a partir de 48 horas de incubação no rúmen, exceto o Victoria 627 que só apresentou esta tendência após 72 horas de incubação. Sendo assim, o período de incubação de 96 horas foi suficiente para que o máximo da degradação da FDN fosse atingido. Fato semelhante foi observado por Pereira (2003) que avaliando a silagem do genótipo M734 obtiveram valores máximos de degradação da FDN após 48 horas de incubação para os materiais ensilados com 100 e 114 dias e após 72 horas para o material ensilado aos 107 e 121 dias após o plantio.

Em geral a degradabilidade da FDN da silagem de girassol tem sido inferior a da observada para a silagem de milho ou sorgo. Tal observação pode em parte ser devido aos menores teores de hemiceluloses encontrados para o girassol em relação a

estas forrageiras, além do fato de existirem características diferentes na composição das frações fibrosas dessas forragens.

Todos os materiais incubados convergiram ao modelo exponencial proposto por Orskov e McDonald (1979), modificado por Sampaio (1988):

$$\text{Rumbosol 91: } p = 49,04 - 32,38 e^{-0,025t} \\ R^2 = 0,85$$

$$\text{Victoria 807: } p = 38,45 - 25,81 e^{-0,025t} \\ R^2 = 0,78$$

$$\text{Victoria 627: } p = 35,00 - 34,75 e^{-0,018t} \\ R^2 = 0,87$$

$$\text{Mycogen 93338: } p = 38,42 - 27,64 e^{-0,025t} \\ R^2 = 0,79$$

Os altos coeficientes de determinação demonstram uma boa adequação dos resultados de desaparecimento da FDN ao modelo utilizado para todos os genótipos estudados.

Os parâmetros de degradação ruminal da FDN das silagens encontram-se na tabela 7.

Tabela 7. Potenciais de degradação (A), taxas de degradação (c), frações solúveis (S), frações degradáveis (B1), tempos de colonização (TC) e degradabilidades efetivas (DE), nas taxas de passagem 2,0%/h, 5,0%/h e 8,0%/h, da fibra em detergente neutro das silagens de quatro genótipos de girassol

Parâmetros	Genótipos			
	Rumbosol 91	Victoria 807	Victoria 627	Mycogen 93338
A (%)	49,04	38,45	35,00	38,42
c (%/h)	0,025	0,025	0,018	0,025
S (%)	14,42	8,63	11,54	0,00
B1 (%)	34,62	29,83	23,46	38,42
TC (h)	-2,68	-5,78	22,36	-13,18
DE 2,0%/h (%)	33,65	25,20	22,52	21,35
DE 5,0%/h (%)	25,96	18,57	17,65	12,81
DE 8,0%/h (%)	22,66	15,73	15,77	9,15
R ²	0,85	0,71	0,79	0,74

Os potenciais de degradação da FDN variaram de 35,0% para o Victoria 627 a 49,0% para o Rumbosol 91. Em geral as silagens de girassol apresentam menores potenciais de degradação que as silagens de milho, o que já foi confirmado por Possenti et al. (2005) que encontraram valores de 96,39% para silagem de milho e 48,22 % para silagem de girassol.

As taxas de degradação observadas no presente experimento foram próximas as encontradas por Possenti et al. (2005) com 2,0%/hora para a silagem de milho e 3,62%/hora para o girassol, e aos resultados obtidos por Guimarães Júnior (2006) para silagem de três genótipos de milheto, com valores que oscilaram de 1,38 a 2,39%/hora.

O genótipo Rumbosol 91 apresentou os maiores valores de DE da FDN para as taxas de passagem de 2, 5 e 8% com valores de 33,65%, 25,96% e 22,66%, respectivamente. Já os menores valores para as taxas de 2, 5 e 8%/hora foram observados para o Mycogen 93338 com valores de 21,35%, 12,81% e 9,15%, respectivamente. Os valores de DE da FDN deste experimento são próximos aos observadas por Possenti et al. (2002) para silagem de girassol com valores de 34,17, 27,57 e 23,72 para as taxas de passagem de 2, 4 e 6%, respectivamente, mas inferiores aos 56,59, 43,43 e 36,86% obtidos por este mesmo autor para silagens de milho.

Fibra detergente ácido (FDA)

Os desaparecimentos médios da FDA das silagens de quatro genótipos de girassol

aparecem na tabela 8.

Tabela 8. Desaparecimento médio (%) da fibra em detergente ácido das silagens de quatro genótipos de girassol em função dos tempos de incubação

Horários	Genótipos			
	Rumbosol 91	Victoria 807	Victoria 627	Mycogen 93338
06	0 ^{Bd}	0 ^{Bc}	0 ^{Bc}	10,45 ^{Ad}
12	1,31 ^{Bd}	0,70 ^{Bc}	3,09 ^{Bc}	19,93 ^{Ac}
24	8,61 ^{Bc}	8,01 ^{Bb}	9,03 ^{Bb}	27,57 ^{Ab}
48	15,27 ^{Bb}	11,67 ^{Bab}	16,44 ^{Ba}	32,80 ^{Aab}
72	18,50 ^{Bab}	12,42 ^{Cab}	18,88 ^{Ba}	32,15 ^{Aab}
96	20,95 ^{Ba}	15,29 ^{Ca}	20,76 ^{Ba}	33,66 ^{Aa}

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na mesma linha (genótipos) e minúsculas na mesma coluna (horários) não diferem estatisticamente entre si pelo teste SNK ($P > 0,05$). CV = 8,84%

Os maiores valores de desaparecimento médio da FDA foram observados para o genótipo Mycogen 93338 para todos os tempos de incubação, com valores que se situaram entre 10,45% para o tempo de 6 horas a 33,66% para o tempo de 96 horas. Não foram observadas diferenças entre os genótipos Rumbosol 91, Victoria 807 e Victoria 627 para os tempos de 12, 24 e 48 horas. Entretanto nos tempos de 72 e 96 horas os menores valores de desaparecimento médio da FDA foram observados para o Victoria 807 com 12,42% e 15,29%, respectivamente. O menor desempenho do Victoria 807 para o desaparecimento médio da FDA pode estar relacionado ao maior teor de extrato etéreo deste material, pois segundo Brooks et al. (1954) a gordura reduz a digestão da fibra, e a taxa de digestão da celulose. Pereira (2003) encontrou valores de desaparecimento médio da FDA após 96 horas de incubação de 37,0%, 28,8%, 32,9% e 31,8% para as silagens do genótipo de girassol M734 ensilado aos 100, 107, 114 e 121 após o plantio. Já Guimarães Júnior (2006) avaliando silagens de três genótipos de milho obteve valores de 35,5%, 29,4% e 52,7%.

As diferenças observadas entre os genótipos estudados podem ser justificadas pelas características da ultra-estrutura da parede celular destas silagens, principalmente da fração celulose, cuja cristalinidade está relacionada com a composição, quantidade e arranjo dos açúcares que a constituem. Segundo Van Soest (1994) a

degradabilidade da celulose é alterada ao longo do processo fermentativo na medida em que os açúcares que a constituem são degradados. Visando maior entendimento dos constituintes da fração fibrosa do girassol e as suas respectivas influências sobre a degradabilidade desta forrageira, estudos de avaliação de silagens de girassol com uso de microscopia eletrônica assumem grande importância. Estes estudos poderão contribuir para a determinação do valor nutritivo desta forrageira, bem como no norteamo dos programas de melhoramento genético da cultura para produção de silagem.

Todos os materiais estudados apresentaram uma tendência de estabilização da degradação a partir de 48 horas de incubação no rúmen, exceto o Rumbosol 91 que só apresentou esta tendência após 72 horas de incubação. Sendo assim, o período de incubação de 96 horas foi suficiente para que o máximo da degradação da FDA fosse atingido

Todos os materiais incubados convergiram ao modelo exponencial proposto por Orskov e McDonald (1979), modificado por Sampaio (1988):

$$\text{Rumbosol 91: } p = 35,0 - 37,02 e^{-0,011t} \\ R^2 = 0,89$$

$$\text{Victoria 807: } p = 35,0 - 38,34 e^{-0,01t} \\ R^2 = 0,75$$

$$\text{Victoria 627: } p = 35,0 - 36,08 e^{-0,011t}$$

$$R^2 = 0,89$$

$$\text{Mycogen 93338: } p = 38,27 - 27,07 e^{-0,025t}$$

$$R^2 = 0,77$$

Os altos coeficientes de determinação demonstram uma boa adequação dos

resultados de desaparecimento da FDA ao modelo utilizado para todos os genótipos estudados. Os parâmetros de degradação ruminal da FDA das silagens encontram-se na tabela 9.

Tabela 9. Potenciais de degradação (A), taxas de degradação (c), frações solúveis (S), frações degradáveis (B1), tempos de colonização (TC) e degradabilidades efetivas (DE), nas taxas de passagem 2,0%/h, 5,0%/h e 8,0%/h, da fibra em detergente ácido das silagens de quatro genótipos de girassol

Parâmetros	Genótipos			
	Rumbosol 91	Victoria 807	Victoria 627	Mycogen 93338
A (%)	35,00	35,00	35,00	38,27
c (%/h)	0,011	0,010	0,011	0,025
S (%)	0,00	0,00	6,49	0,00
B1 (%)	35,00	35,00	28,51	38,27
TC (h)	4,90	9,12	20,61	-13,84
DE 2,0%/h (%)	12,72	11,67	16,86	21,26
DE 5,0%/h (%)	6,51	5,83	11,79	12,76
DE 8,0%/h (%)	4,37	3,89	10,05	9,11
R ²	0,89	0,75	0,89	0,77

O maior valor de potencial de degradação foi de 38,27% para silagem do genótipo Mycogen 93338. O maior potencial de degradação observado para o genótipo Mycogen 93338 coincide com o menor tempo de colonização observado para este genótipo, o que sugere que esse genótipo apresenta maiores teores de carboidratos solúveis, e mesmo que apresentando conteúdos de FDN, FDA e lignina próximos aos outros genótipos avaliados as diferenças na composição química e organização individual dos constituintes estruturais da parede permitiram uma rápida colonização e extensa degradação do material. Maiores valores de potencial de degradação foram encontrados por Guimarães Júnior (2006) para silagens dos genótipos de milho BRS-1501 com 51,4% e CMS-3 com 76,5%. O maior valor de frações degradáveis foi observado para a silagem do genótipo Mycogen 93338 com 38,3% e o menor valor para silagem do Victoria 627 com 28,5%.

Os valores de DE da FDA variaram de 11,67% para o Victoria 807 a 21,26% para o Mycogen 93338, de 5,83% para o Victoria 807 a 12,76% para o Mycogen 93338, e de 3,89% para o Victoria 807 a

10,05% para o Victoria 627, nas taxas de passagem de 2, 5 e 8%, respectivamente. Molina et al. (2002) encontraram valores de DE para o híbrido BR 601 ensilado no estágio de grão leitoso de 45,2%, 30,7% e 24,0% para taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h, respectivamente.

CONCLUSÕES

A silagem do genótipo Rumbosol 91 foi superior às demais quanto a degradabilidade da fibra em detergente neutro.

Todos os materiais estudados apresentaram valores elevados de solubilidade da fração nitrogenada.

São necessários mais estudos para se esclarecer os fatores qualitativos envolvidos na degradação das silagens de girassol, visando direcionar os programas de melhoramento genético do girassol para produção de silagens.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. *The nutrient requirements of ruminant livestock*. spl. 1. Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux. 1984. 45p.
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis. 13 ed. Washington, D. C.: AOAC, 1980, 1015p.
- BROOKS C C, GARNER G, GEHRKE C W, MUHRER M E & PFANDER W H. The effect of added fat on the digestion of cellulose and protein by ovine rumen micro-organisms. *Journal of Animal Science*. 1954, 13, p. 758-764
- CARNEIRO, J.C., SILVA, J.O., VIANA, A.C., et al. Avaliação da degradabilidade "in situ" da matéria seca e da fibra detergente neutro de silagens de milho (*Zea mays*), sorgo (*Sorghum bicolor*) e girassol (*Helianthus annuus*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA 39, 2002, Recife. *Anais...* Recife: SBZ, 2002 (CD-ROOM).
- GUIMARÃES JUNIOR, R. *Avaliação nutricional de silagens de milheto [Pennisetum glaucum (L.) R. Br.]*. 2006. 78 p. Doutorado (Ciência Animal). Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2006.
- KOWALOZYK J. ØRSKOV E R, ROBINSON J J & STEWART C. Effect of fat supplementation on voluntary food intake and rumen metabolism in sheep. *British Journal of Nutrition*. 1977, 37, p.251-258
- LINDBERG, J.E., KASPERSSON, A., e CISZUK, P. Studies of pH, number of protozoa and microbial ATP concentrations in rumen-incubated nylon bags with different pore sizes. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, v. 102, p. 501-504, 1984.
- McDONALD, J. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *J. Agric. Sci. (Cambridge)*. v.96, n.1, p.251-252, 1981.
- MEHREZ A Z & ØRSKOV E R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *Journal of Agricultural Science Cambridge* 1977, 88, p. 645-650
- MINSON, D.J., 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press, San Diego, CA, 482 pp.
- MOLINA, L.R.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Degradabilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta das silagens de seis genótipos de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], com e sem tanino no grão, ensilados no estádio de grão farináceo. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.39, n.1/6, p.233-237, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). Nutrients requirements of dairy cattle. Washington, DC: Natl. Acad. Sc., 7^a rev. ed., 2001. 408 p.
- ØRSKOV, E.R., McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, v. 92, p. 499-503, 1979.
- ØRSKOV E R, HINE R S & GRUBB D A. The effect of urea on digestion and voluntary intake by sheep of diets supplemented with fat *Animal Production* . 1978, 27, p. 241-245
- PEREIRA, L. G. R. *Potencial forrageiro da cultura do girassol (Helianthus annuus L.) para a produção de silagem*. 2003. 134p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- POSSENTI, R.A., BIANCHINI, D., FERRARI JUNIOR, E., et al. Degradabilidade *in situ* das silagens de girassol e milho em bvinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA 39, 2002, Recife. *Anais...* Recife: SBZ, 2002 (CD-ROOM).
- POSSENTI, R. A; FERRARI JUNIOR, E; BUENO, M. S; BIANCHINI, D;

LEINZ, F. F.; RODRIGUES C. F. Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. *Ciência Rural*, Santa Maria, v35, n.5, p.1185-1189, 2005.

RAMOS, B.M.O., SILVA, L.D.F., RIBEIRO, E.L.A., et al. Degradabilidade ruminal in situ de silagem de girassol em dois estádio de corte com e sem adição de casca de soja In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASIEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba, *Anais...* Piracicaba: SBZ, 2001. p. 1058-1059.

SAMPAIO, I.B.M. *Experimental designs and modelling techniques in the study of roughage degradation in the rumen and growth of ruminants*. Reading: University of Reading, 1988, 228 p. Thesis (PhD).

SERAFIM, M.V.; BORGES, I.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; RODRIGUES, J.A.S. Desaparecimento *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fração

fibrosa das silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L). Moench). *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 2000, v.52 n.6, p.

SISTEMA de análises estatísticas e genéticas - SAEG. Versão 8.0. Viçosa, MG: UFV, 2000. 142p.

SOUZA, M. B. Degradabilidade in situ dos componentes nutricionais das silagens de três genótipos de sorgo (CMSXS 180, CMSXS 227 e BR 700). Belo Horizonte: UFMG Escola de Veterinária, 2001. (Dissertação de mestrado).

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

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n. 10, p.3583-3597, 1991.

CAPÍTULO IV

AVALIAÇÃO PELA TÉCNICA SEMI-AUTOMÁTICA DE PRODUÇÃO DE GASES (RPT) DAS SILAGENS DE QUATRO GENÓTIPOS DE GIRASSOL (*Helianthus annuus*) (RUMBOSOL 91, VICTORIA 627, VICTORIA 807 E MYCOGEN 93338)

RESUMO

Foram avaliadas as silagens de quatro genótipos de girassol (*Helianthus annuus*) (Rumbosol 91, Victoria 627, Victoria 807 e Mycogen 93338), pela técnica semi-automática de produção de gases (RPT). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema de parcelas sub-divididas, sendo as médias comparadas pelo teste SNK ($p < 0,05$). O genótipo Rumbosol 91 apresentou a maior PCG para o tempo de 96 horas de incubação com valor de 128,47 mL/g de MS, já o menor valor foi observado para o genótipo Victoria 807 com 92,88. Valores intermediários foram observados para os genótipos Victoria 627 e Mycogen 93338 com valores de 104,77 mL/g de MS e 111,27 mL/g de MS, respectivamente, que foram semelhantes entre si. Não foram observadas diferenças entre os valores de DMS para as silagens avaliadas nos diferentes tempos. Observa-se que as maiores produções de gases por hora foram obtidas aproximadamente no período de seis horas de fermentação, fato provavelmente ligado à fermentação dos carboidratos prontamente disponíveis. Desta forma, pode-se sugerir que a silagem do genótipo Rumbosol 91 é a que provavelmente possui maior concentração de carboidratos solúveis. Os potenciais máximos de produção de gases variaram de 88,23 para o genótipo Victoria 807 a 120,25 mL/g de MS para a silagem do genótipo Rumbosol 91, demonstrando que este material foi o que expressou a maior degradação ruminal. O genótipo Rumbosol 91 apresentou as maiores DMS para as taxas de passagem de 2 e 5% com valores de 36,80 e 26,91%. Já o maior valor para taxa de passagem de 8% foi observado para o genótipo Victoria 627, o que pode estar relacionado ao seu menor TC e a sua maior taxa de degradação (μ). As silagens dos genótipos Rumbosol 91 e Victoria 627 destacaram das demais, por apresentarem maior potencial de produção de gases e maior taxa de produção de gases, respectivamente.

Palavras chave: fermentação, produção de gases, valor nutritivo.

ABSTRACT

Four silages from distinct sunflower (*Helianthus annuus*) genotypes (Rumbosol 91, Victoria 627, 807 Victoria and Mycogen 93338) were evaluated by semi-automated *in vitro* gas production technique. Statistical design was randomized blocks in sub-divided parcels scheme, being means compared by SNK test ($p < 0.05$). Rumbosol 91 genotype presented highest PCG for time of 96 hours of incubation with value of 128.47 mL/g of DM, and lower value was observed for Victoria 807 genotype with 92.88. Intermediate values were observed for genotypes Victoria 627 and Mycogen 93338 with 104.77 mL/g of DM and 111.27 mL/g of DM, respectively, with no difference between them. No differences between values of DMD for silages evaluated in the different times were observed. Highest production of gases occurred on of six hours of fermentation, probably by readily available carbohydrates fermentation. This way, it can be suggested that Rumbosol 91 silage possess greater concentration of soluble carbohydrates. Maximum potentials gas production ranged from 88.23 for Victoria 807 to 120.25 mL/g of DM Rumbosol 91, demonstrating that this material highest ruminal degradation. Genotype Rumbosol 91 presented biggest DMD for the fermentation rate of 2 and 5% with values of 36.80 and 26.91%. Biggest value for rate of 8% was observed for Victoria 627 genotype, fact which can be related to lower TC and highest rate of degradation (μ). Rumbosol 91 and Victoria 627 genotypes had stood out compared to other silages, by presenting greater potential of gases production and greater rate of gases production, respectively.

Key words: fermentation, gas production, nutritive value.

INTRODUÇÃO

O Girassol (*Helianthus annuus* L.) apresenta-se como planta alternativa para a ensilagem por mostrar fácil desenvolvimento em áreas de climas temperados, subtropical e tropical e maior tolerância à deficiência hídrica e geadas leves, quando comparadas com cultivares de milho e sorgo (Gonçalves et al., 2000).

Os ensaios *in vivo* envolvendo produção animal e digestibilidade são os métodos mais precisos para determinar o valor nutricional dos alimentos. Entretanto, os mesmos requerem considerável uso de animais, alimentos, mão-de-obra, tempo e alto custo financeiro. Como consequência várias técnicas *in vitro* foram desenvolvidas no sentido de viabilizar o estudo nutricional de alimentos.

As técnicas *in vitro* que utilizam microrganismos e/ou enzimas que reproduzam as condições do trato digestivo dos ruminantes, pela simplicidade de execução, baixo custo, acurácia e alta relação com dados obtidos *in vivo* têm se tornado cada vez mais populares (Williams, 2000).

O método de digestibilidade de duplo estágio proposto por Tilley e Terry (1963) é um dos mais utilizados para avaliação da digestibilidade de forragens, sendo considerado muito preciso em predizer o valor energético do alimento (Minson, 1990), porém este método apresenta a limitação de não fornecer informações sobre a dinâmica da fermentação, ou seja, a taxa de degradação de um determinado alimento. Na última década a técnica de produção de gases vem sendo amplamente utilizada nos estudos de digestibilidade de forrageiras, esta metodologia é similar a outros procedimentos de digestibilidade *in vitro* que utilizam substrato moído, um meio de cultura anaeróbico e inóculo microbiano proveniente do fluido ruminal. O substrato é suspenso no meio anaeróbico, mantido a 39°C e o fluido ruminal fresco é adicionado como inóculo. A produção de gases da fermentação é registrada e interpretada como uma medida indireta da degradabilidade, possibilitando a descrição

da cinética de fermentação (Williams, 2000). A técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases (Maurício et al., 1999), que utiliza um transdutor de pressão para medição da produção de gases, pode ser uma metodologia adequada para este propósito, pois possibilita a avaliação de um grande número de substratos, tem baixo custo, alta repetibilidade e oferece a possibilidade de descrição da cinética da fermentação no rúmen, estimando a taxa e a extensão da degradação.

O objetivo deste trabalho foi através da metodologia de avaliação de produção de gases proposta por Maurício et al. (1999), plotar as curvas de fermentação, calcular os parâmetros de fermentação pelo modelo de France et al. (1993) e estimar os valores de Degradação da matéria seca das silagens de quatro genótipos de girassol (*Helianthus annuus*).

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O cultivo e ensilagens dos materiais foram realizados nas dependências da Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas - MG, enquanto o ensaio de digestibilidade pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases, procedeu-se no Laboratório de Nutrição da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais.

Foram utilizadas nesse experimento as mesmas amostras do experimento I (capítulo II).

Procedimento experimental

A fermentação das amostras foi realizada em frascos (160 ml) previamente lavados com água destilada e posteriormente secos em estufa. Visando a manutenção de fermentações anaeróbicas, todos os frascos foram injetados com CO₂ anteriormente à adição do substrato. Foram adicionadas a cada frasco 1 g de substrato conforme recomendações de Maurício et al. (1999). Alguns frascos permaneceram vazios para serem utilizados como branco. Foram

usados três frascos por tratamento, ou seja, três para cada genótipo (Rumbosol 91, Victoria 627, Victoria 807 e Mycogen 93338) e mais três frascos de brancos. Como foram retirados frascos para a determinação da degradabilidade nos tempos 6, 12, 24, 48 e 96 horas, esta seqüência repetiu-se por quatro vezes, além dos frascos usados para a leitura dos gases até 96 horas, totalizando 75 frascos. Para cada frasco, 90mL de meio de cultura (Theodorou et al., 1994) foi adicionado manualmente via proveta. Os frascos foram vedados com rolhas de silicone (14 mm) e seladas com anilhas de alumínio visando garantir a completa manutenção de gases em seu interior. Essas atividades foram feitas no dia anterior à inoculação. Para evitar quaisquer tipos de fermentação os frascos foram mantidos a 4 °C durante a noite. Cinco horas antes da inoculação (7h) os frascos foram removidos da geladeira para estufa a 39 °C. A inoculação foi feita usando líquido ruminal das mesmas vacas utilizadas no experimento II (Degradabilidade *in situ*). O líquido ruminal foi retirado manualmente de várias partes do rúmen e armazenado em garrafas térmicas previamente aquecidas. No laboratório, o líquido ruminal foi filtrado, passando por duas camadas de panos de algodão sob injeção contínua de CO₂ e mantido em banho-maria a 39 °C. Foram adicionados em cada frasco 90mL de meio de cultura (Theodorou et al., 1994) composto por solução macromineral (9.5 g/L de Na₂HPO₄.12HSO, 6.2 g/L de KH₂PO₄ e 0.6 g/L MgSO₄.7H₂O), solução micromineral (132 g/L de CaCl₂.2H₂O, 100 g/L de MnCl₂.2H₂O, 10 g/L de COCl₂.6H₂O e 80 g/L de FeCl₃.6H₂O) solução buffer (4 g/L de NH₄CO₃ e 35 g/L de NaHCO₃), indicador (0.01 g/L de Rezasurina) e agente redutor (625 mg de HCl Cysteine, 95 mL água destilada, 4 mL de 1 M NaOH e 625 mg de Na₂S.9H₂O). Estas soluções foram misturadas na seguinte ordem e proporção: 500 mL de água destilada, 200 mL de solução buffer, 200 mL solução macromineral, 0.1 mL de solução micromineral e 1 mL de solução indicadora. Em cada frasco 10 mL do inóculo preparado foi injetado usando uma seringa graduada e agulha. Logo após a injeção do inóculo a agulha foi mantida fixa

na tampa por alguns segundos para o escape de eventuais gases injetados ou mesmo formados dentro dos frascos. Em seguida os frascos foram manualmente agitados e colocados em estufa a 39 °C (tempo zero). A pressão originada dos gases acumulados na parte superior dos frascos foi medida através de um transdutor de pressão conectado a um leitor digital. A captura de dados foi manualmente para o computador. As leituras foram tomadas em maior freqüência durante o período inicial de fermentação (*lag time*) e reduzidas posteriormente (ex: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48, 72, e 96 h). A agulha acoplada a um transdutor de pressão foi inserida através da tampa de borracha e a pressão medida e armazenada no computador. O transdutor foi então removido e a agulha mantida inserida a tampa por alguns segundos para completa estabilização entre pressão interna e externa. Este processo foi repetido em todos os frascos de cada bandeja e após as leituras, essas foram agitadas manualmente e recolocadas na estufa. No final do período de fermentação (96 h) os frascos foram removidos da estufa e levados para geladeira a 4 °C. O material sólido e líquido de cada frasco foi filtrado em cadinhos de filtragem (porosidade 1) usando bomba de vácuo.

Degradabilidade da matéria seca (DMS)

A DMS foi obtida através da porcentagem inicialmente incubada remanescente após 6, 12, 24, 48 e 96 horas, obtidos através de filtragem do conteúdo de cada frasco em cadinhos de porosidade 1 e posterior secagem em estufa a 100°C por 12 horas. O modelo de France et al. (1993) foi utilizado para descrever a curva de produção de gases em termos de taxa de produção de gases (μ), *lag time* (L) e potencial de produção de gases (A).

Procedimentos estatísticos

O delineamento experimental foi o de parcelas sub-divididas, onde os frascos foram equivalentes aos blocos, os genótipos (Rumbosol 91, Victoria 627, Victoria 807 e

Mycogen 93338) aos tratamentos e os tempos de incubação de 6, 12, 24, 48 e 96 horas às sub-parcelas, conforme esquema da análise de variância. Para a comparação das médias de cada tratamento nos

diferentes períodos de incubação e das médias dos diferentes períodos de incubação dentro de cada tratamento, utilizou-se o teste de SNK a 5 % de probabilidade.

Análise de variância

Fonte de Variação	Grau de liberdade
Total _a	11
Tratamentos (diferentes genótipos)	3
Blocos (animais)	2
Erro _a	6
Total _b	59
Subtratamentos (tempo de incubação)	4
Tratamento x Subtratamento	12
Sub-bloco	11
Erro _b	32

Os dados de produção cumulativa de gases oriundos da fermentação de cada tratamento foram ajustados através do software *Maximun Likelihood Program* (Ross, 1980) ao modelo de France et al. (1993):

$$Y = A \left\{ 1 - \exp \left[-b(t-L) - cx(\sqrt{t} - \sqrt{L}) \right] \right\} \quad (1)$$

onde,

Y = produção cumulativa de gases (mL);
 A = Assintota ou potencial máximo de produção de gases;
 L = Tempo de colonização (*lag time*);
 b (h^{-1}) e c ($h^{-0,5}$) = taxas fracionais constantes

Uma taxa fracional (h^{-1}) combinada a produção de gases (μ) foi calculada como:

$$\mu = b + c/2 \sqrt{t} \quad (2)$$

onde,

μ = taxa de produção de gases (h^{-1});
 b e c = parâmetros semelhantes ao da equação (1);
 t = tempo de incubação em horas.

As degradabilidades efetivas (DEMS) empregando as taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h para baixo, médio e alto consumo,

respectivamente, conforme recomendações do Report.. (1984), foram calculadas pela equação (3) proposta por France et al. (1993), utilizando o software MLP (Ross, 1980).

$$DEMS = S_0 e^{-kT} (1 - kI) / (S_0 + U_0) \quad (3)$$

onde,

k = taxa de passagem;
 S_0 e U_0 = frações inicialmente fermentáveis e frações não fermentáveis, respectivamente.

Foi feito ainda, um estudo de regressão e correlação entre os parâmetros de degradabilidade da matéria seca (DMS) e produção cumulativa de gases (PCG) para a silagem de cada genótipo avaliado. Foram feitas também equações de regressão entre DMS e tempo e PCG e tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se as produções cumulativas de gases e as degradabilidades da matéria seca das silagens de girassol, após 6, 12, 24, 48 e 96 horas de fermentação.

Tabela 1. Produções cumulativas de gases (em mL/g de MS) corrigidas para um grama de matéria seca (PCG) e degradabilidade da matéria seca em percentagem (DMS) após 6, 12, 24, 48 e 96 horas de fermentação das silagens de quatro genótipos de girassol (Rumbosol 91, Victoria 807, Victoria 627, Mycogen 93338)

Genótipos	Períodos de fermentação				
	6	12	24	48	96
<i>PCG</i>					
Rumbosol 91	20,19 ^{Ae}	50,73 ^{Ad}	98,83 ^{Ac}	116,59 ^{Ab}	128,47 ^{Aa}
Victoria 807	14,06 ^{Ae}	33,60 ^{Bd}	68,75 ^{Cc}	84,99 ^{Cb}	92,88 ^{Ca}
Victoria 627	17,48 ^{Ae}	42,56 ^{ABd}	78,53 ^{BCc}	94,42 ^{BCb}	104,77 ^{Ba}
Mycogen 93338	16,88 ^{Ae}	44,86 ^{ABd}	87,61 ^{ABc}	102,47 ^{ABb}	111,27 ^{Ba}
<i>DMS</i>					
Rumbosol 91	26,95 ^{Ac}	35,56 ^{Ab}	44,56 ^{Aa}	44,63 ^{Aa}	48,59 ^{Aa}
Victoria 807	27,37 ^{Ad}	32,84 ^{Ac}	40,25 ^{Ab}	44,02 ^{Aab}	45,37 ^{Aa}
Victoria 627	27,80 ^{Ab}	30,98 ^{Ab}	41,52 ^{Aa}	43,98 ^{Aa}	45,48 ^{Aa}
Mycogen 93338	29,15 ^{Ab}	30,43 ^{Ab}	45,63 ^{Aa}	46,56 ^{Aa}	46,93 ^{Aa}

Letras maiúsculas idênticas significam semelhança estatística ($p > 0,05$) em uma mesma coluna; letras minúsculas idênticas representam semelhança estatística em uma mesma linha (PCG: CV= 4,62%; DMS: CV = 8,35%).

Não foram observadas diferenças na produção cumulativa de gases (PCG) entre os genótipos para o tempo de seis horas de incubação. Para o tempo de 12 horas a maior PCG foi observada para o genótipo Rumbosol 91 com 50,73mL/g de MS e a menor PCG foi observada para o Victoria 807 com 33,60, já valores intermediários e semelhantes aos demais foram encontradas para as silagens dos genótipos Victoria 627 e Mycogen 93338. Após 24 horas de fermentação o genótipo Rumbosol 91 apresentou PCG de 98,83 mL/g de MS, sendo semelhante ao Mycogen 93338 e superior aos demais, entretanto não foram observadas diferenças entre as silagens dos genótipos Mycogen 93338 e Victoria 627. Resposta semelhante foi observada para o tempo de 48 horas de fermentação. O genótipo Rumbosol 91 apresentou a maior PCG para o tempo de 96 horas de incubação com valor de 128,47 mL/g de MS, já o menor valor foi observado para o genótipo Victoria 807 com 92,88 mL/g de MS. Valores intermediários foram observados para os genótipos Victoria 627 e Mycogen 93338 com valores de 104,77 mL/g de MS e 111,27 mL/g de MS, respectivamente, que foram semelhantes entre si. As diferenças observadas entre os genótipos estudados podem estar relacionadas aos diferentes teores de extrato etéreo (EE) dos materiais, já que foi observada uma tendência de menores PCG para os genótipos que apresentaram maiores

concentrações de EE, uma vez que esta fração não contribui para a formação de gases durante o processo fermentativo, além das diferenças existentes nos teores de carboidratos e das frações fibrosas entre os genótipos estudados.

Não foram observadas diferenças entre os valores de DMS para as silagens avaliadas nos diferentes tempos, com valores que variaram de 26,95% a 29,15%; 30,43% a 35,56%; 40,25% a 45,63%; 43,98% a 46,56% e 45,37% a 48,59% para os tempos de 6, 12, 24, 48 e 96 horas, respectivamente. Os valores de DMS observados estão próximos aos valores de digestibilidade aparente da MS observados no capítulo II (Tabela 2) deste trabalho.

As diferenças na ordem de superioridade dos genótipos entre a PCG e DMS podem em parte serem explicadas pelo fato de que na técnica gravimétrica (DMS), a parte solúvel do alimento pode ser considerada instantaneamente degradada, uma vez que a mesma pode escapar durante as filtragens, o que não é contemplado na PCG onde a fração solúvel permanece no frasco e sua cinética de fermentação pode interferir no volume de gases produzidos nos diferentes tempos de incubação. Outro fato que contribui para essas diferenças é o teor de EE dos materiais avaliados, já que segundo Blummel e Orskov (1993) a produção de gases é oriunda basicamente da

fermentação dos carboidratos, sendo que a contribuição das proteínas é pequena e da gordura é desprezível.

Na comparação das produções de gases entre os períodos de incubação (6, 12, 24, 48 e 96 horas), nota-se aumento significativo ($p < 0,05$) com o decorrer dos processos de degradação. Entretanto Pereira (2003) observou que as produções cumulativas de gases demonstraram uma tendência de estabilização após 72 horas, sendo o tempo máximo de incubação (96 horas) suficiente para que o máximo de degradação fosse atingido. Já para a DMS houve uma tendência de estabilização após 24 horas para os genótipos Rumbosol 91, Mycogen 93338 e Victoria 627, sendo que o mesmo só foi observado para o Victoria 807 após 48 horas de incubação.

Além das fontes de variação já mencionadas, existem outras que poderiam explicar as diferenças entre os diferentes trabalhos. Estas estariam relacionadas aos animais doadores de inóculo ruminal, que, dependendo da categoria, do sexo e estado fisiológico, poderão apresentar diferenças no potencial fermentativo do inóculo. SCHOFIELD e PELL (1995) encontraram

diferenças significativas, ao usarem diferentes inóculos de líquido ruminal, e relataram que a diferença encontrada pode ter sido em função das diferentes quantidades e espécies de microrganismos no inóculo. JUNG e VAREL (1995) mostraram claramente que a fonte de forragem tem efeito significativo sobre a população microbiana ruminal e subsequente atividade fibrolítica do inóculo ruminal.

As diferenças citadas anteriormente podem ser melhor visualizadas na Figura 1, onde são observadas as curvas de produção cumulativa de gases da matéria seca (MS) das silagens de girassol dos genótipos Rumbosol 91, Mycogen 93338, Victoria 807 e Victoria 627.

Nota-se a superioridade das curvas obtidas para as silagens do genótipo Rumbosol 91, seguidas pelas curvas das silagens dos genótipos Mycogen 93338, Victoria 627 e Victoria 807.

Na Figura 1, observa-se o gráfico das taxas de produção de gases das silagens dos genótipos Rumbosol 91, Mycogen 93338, Victoria 627 e Victoria 807.

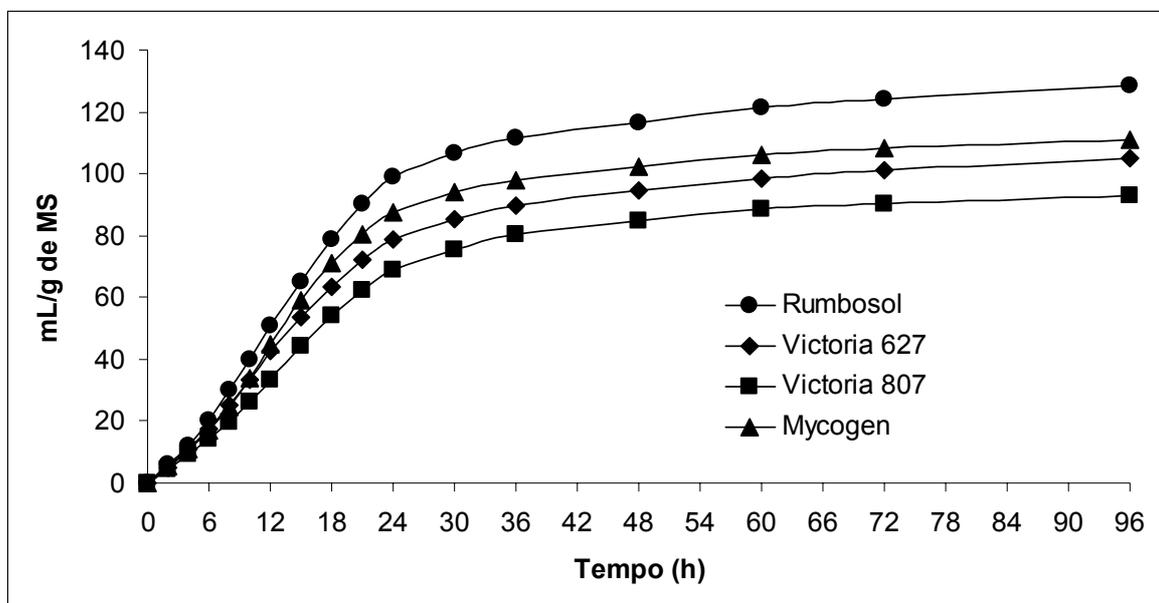


Figura 1. Taxas de produção de gases das silagens dos dos genótipos Rumbosol 91, Mycogen 93338, Victoria 627 e Victoria 807.

As equações a seguir representam a PCG em função do tempo de incubação:

Rumbosol 91: $PCG = -25,3744 + 8,24133t - 0,150727t^2 + 0,000849693t^3$ $R^2 = 0,97$
Mycogen 93338: $PCG = -17,0579 + 6,3292t - 0,114131t^2 + 0,000639796t^3$ $R^2 = 0,99$
Victoria 807: $PCG = -16,6668 + 5,49725t - 0,095216t^2 + 0,00051915t^3$ $R^2 = 0,99$
Victoria 627: $PCG = -24,2726 + 7,47729t - 0,138132t^2 + 0,000780713t^3$ $R^2 = 0,96$

Os altos coeficientes de determinação demonstram uma boa adequação dos resultados de produção cumulativa de gases

ao modelo utilizado para todos os genótipos estudados.

As equações a seguir representam a DMS em função do tempo de incubação:

Rumbosol 91: $DMS = 15,9321 + 2,11421t - 0,0447237t^2 + 0,000273382t^3$ $R^2 = 0,97$
Victoria 807: $DMS = 20,2921 + 1,31754t - 0,0233025t^2 + 0,000128117t^3$ $R^2 = 0,98$
Victoria 627: $DMS = 17,8823 + 1,71975t - 0,0315844t^2 + 0,000175199t^3$ $R^2 = 0,74$
Mycogen 93338: $DMS = 19,2733 + 1,40705t - 0,0251682t^2 + 0,000139103t^3$ $R^2 = 0,86$

O menor R^2 observado para equação que descreve a DMS da silagem do genótipo Victoria 627, indica que este modelo não foi o mais adequado para descrever este processo. Entretanto os altos coeficientes de determinação demonstram uma boa adequação dos resultados de produção cumulativa de gases ao modelo utilizado para os demais genótipos estudados.

A relação entre PCG e DMS nos horários de 6, 12, 24, 48 e 96 horas foram significativas ($p < 0,01$) e descritas pelas equações de regressão expostas na Tabela 3, onde também são apresentados os coeficiente de determinação (R^2).

Tabela 2. Equações de regressão entre os valores de degradabilidade da matéria seca (DMS) e produção cumulativa de gases (PCG) das silagens de quatro genótipos de girassol (Rumbosol 91, Mycogen 93338, Victoria 807, Victoria 627,), com respectivos coeficientes de determinação (R^2)

Genótipos	Equações	R^2
Rumbosol 91	$PCG = 5,0338DMS - 118,68$	0,95
Victoria 807	$PCG = 4,3178DMS - 104,98$	0,98
Victoria 627	$PCG = 4,0677DMS - 86,822$	0,89
Mycogen 93338	$PCG = 3,6095DMS - 70,822$	0,80

Os coeficientes de determinação (R^2) observados para os genótipos Rumbosol 91 e Victoria 807 foram elevados, demonstrando que o volume de gases produzido refletiu o processo de degradação da matéria seca destes materiais. Fato semelhante foi observado por Pereira (2003) que avaliaram o genótipo M734 de girassol ensilado em quatro diferentes épocas de ensilagem (100, 107, 114 e 121 dias após plantio) através da técnica de produção de gases. Estas elevadas correlações também já haviam sido

descritas por Mould et al. (1999) ao trabalhar com silagens de milho e Maurício et al. (2003) avaliando silagens de sorgo. A equação obtida por Maurício et al. (2003) correlacionando todos os dados de produção de gases dos quatro híbridos de sorgo por eles avaliados com as respectivas DMS apresentou $R^2 = 0,99$.

Na Figura 2, encontram-se as curvas de produção de gases por hora das silagens dos quatro genótipos de girassol.

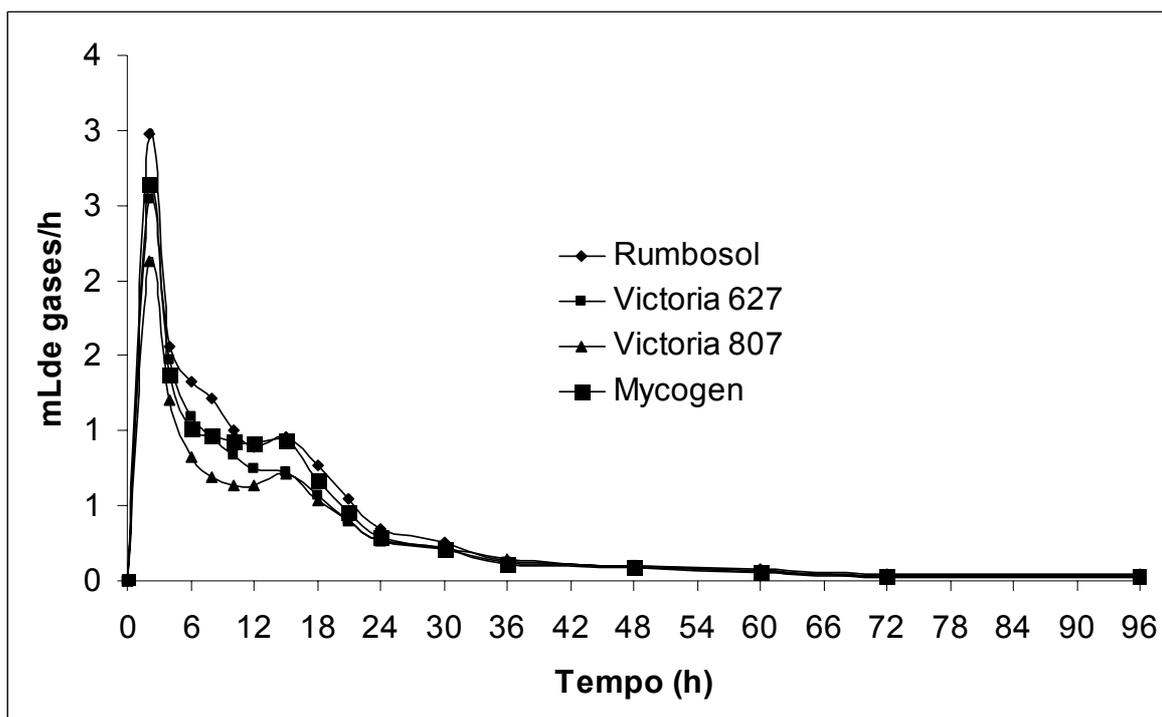


Figura 2. Produções de gases por hora, das silagens de girassol (genótipos Rumbosol 91, Mycogen 93338, Victoria 807 e Victoria 627).

Observa-se que as maiores produções de gases por hora foram obtidas aproximadamente no período entre zero e seis horas de fermentação, fato provavelmente ligado à fermentação dos carboidratos prontamente disponíveis. Já entre os períodos de 12 e 18 horas observa-se uma ligeira elevação na produção de gases por hora que pode estar relacionada à fermentação dos carboidratos fibrosos. Desta forma, pode-se sugerir que a silagem do genótipo Rumbosol 91 é a que provavelmente possui maior concentração de carboidratos solúveis, pois apresentou a primeira curva do gráfico mais elevada. Já a degradabilidade da fração fibrosa da silagem do Victoria 807 possivelmente é

menor quando comparada às demais, que apresentaram maiores elevações na segunda curva do gráfico. Entretanto vale ressaltar que grande parte das diferenças observadas na produção de gases por hora esta relacionada às diferenças nas concentrações de EE das silagens, já que a gordura não apresenta contribuição significativa na produção de gases.

Os parâmetros da cinética de produção de gases e degradabilidade efetiva, determinados pelo modelo de France et al. (1993), referentes à matéria seca das silagens de girassol, encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Potencial máximo de produção de gases (A) em mL/g de MS, tempo de colonização (TC) em horas e minutos, taxa de produção de gases (μ) em mL/g de MS/h e degradabilidade efetiva da matéria seca (% de MS) para as taxas de passagem 2,0%, 5,0% e 8% das silagens de quatro genótipos de girassol (Rumbosol 91, Mycogen 93338, Victoria 807 e Victoria 627)

Parâmetros	Genótipos			
	Rumbosol 91	Victoria 807	Victoria 627	Mycogen 93338
A (mL/g de MS)	120,25	88,23	98,06	104,7
TC (h)	1,34	1,22	0,80	1,59
μ (mL/g de MS/h)	0,037	0,036	0,044	0,034
DE 2,0%/h (%)	36,80	33,37	36,61	35,78
DE 5,0%/h (%)	26,91	24,31	26,42	26,30
DE 8,0%/h (%)	22,29	19,72	22,56	21,11

Os potenciais máximos de produção de gases variaram de 88,23 para o genótipo Victoria 807 a 120,25 mL/g de MS para a silagem do genótipo Rumbosol 91, demonstrando que este material foi o que expressou a maior degradação ruminal, sem considerar o tempo de permanência da digesta dentro do rúmen. Maiores potenciais de degradação foram observados por Pereira (2003) com valores de 138, 129, 121 e 119mL para as silagens do genótipo M734 ensilado aos 100, 107, 114 e 121 dias após o plantio.

O menor tempo de colonização (TC) foi observado para o genótipo Victoria 627. Tal característica é desejável, pois está relacionada à presença de substratos prontamente fermentáveis e as características físicas e químicas da parede celular da amostra. Pereira (2003) observaram maiores tempos de colonização para as silagens do genótipo M734 ensilado aos 100, 107, 114 e 121 dias após o plantio, com valores que variaram de 2,46 a 2,99 horas.

Blümmel e Ørskov (1993), trabalhando com resultados obtidos por intermédio da técnica de produção de gases de Menke et al. (1979) trabalhando com sacos de náilon sugeriram que a taxa de fermentação (μ) e a taxa de degradação da matéria seca (c), respectivamente, proporcionaram altos coeficientes de correlação com consumo. Dessa forma, os parâmetros de France et al. (1993), principalmente μ , obtidos neste experimento indicam a possibilidade de que a silagem do genótipo Victoria 627 seria a mais consumida pelos animais. Tal fato foi

confirmado pelo resultado obtido para o consumo de matéria seca por unidade de tamanho metabólico (CMSUTM) no capítulo II deste trabalho, onde a silagem deste genótipo apresentou o maior CMSUTM.

As taxas de passagem de 2%/h podem ser adotadas para bovinos e ovinos em manutenção; a de 5%/h para vacas leiteiras de pequena produção (< 15 kg de leite/dia), bovinos de corte e ovinos em crescimento; e a taxa de 8%/h é recomendada para vacas produzindo acima de 15 kg de leite/dia e alimentadas com dietas mistas. O genótipo Rumbosol 91 apresentou as maiores DMS para as taxas de passagem de 2 e 5% com valores de 36,80 e 26,91%. Já o maior valor para taxa de passagem de 8% foi observado para o genótipo Victoria 627, o que pode estar relacionado ao seu menor TC e a sua maior taxa de degradação (μ).

CONCLUSÃO

As silagens dos genótipos Rumbosol 91 e Victoria 627 destacaram das demais, por apresentarem maior potencial de produção de gases e maior taxa de produção de gases, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEUVINK, J.M.W., SPOELSTRA, S.F. Interactions between substrate, fermentation end-products, buffering systems and gas production upon fermentation of different carbohydrates by

- mixed rumen microorganisms in vitro. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 1992, 37, 505-509.
- BLÜMMEL, M.; ØRSKOV, E.R. Comparison of "in vitro" gas production and nylon degradability of roughage in predicting feed intake in cattle. *Animal Feed Science and Technology*, v.40, p.109-119, 1993.
- GONÇALVES, L.C., TOMICH, T.R., PEREIRA, L.G.R. Produção e utilização de silagem de girassol. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 1, 2000, Lavras. *Anais...* Lavras: UFLA, 2000. p.203-236.
- FRANCE, J.; DHANOA, M.S.; THEODOROU, M.K. A model to interpret gas accumulation profiles with "in vitro" degradation of ruminants feeds. *Journal of Theoretical Biology*, v.163, p.99-111, 1993.
- JUNG, H.G., VAREL, V.H. Influence of forage type on ruminal bacterial populations and subsequent in vitro fiber digestion. *J. Dairy Sci.*, 71(2), p. 1526-1535, 1988.
- MAURICIO, R.M., MOULD, F.L., DHANOA, M.S., OWEN, E., CHANNA, K.S, e THEODOROU, M.K. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminan feedstuff evaluation. *Animal Feed Science and Technology*, v. 79, p. 321-330, 1999.
- MAURÍCIO, R. M., PEREIRA, L. G. R., GONÇALVES, L. C., et al. Potencial da Técnica *in Vitro* Semi-Automática de Produção de Gases para Avaliação de Silagens de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) . *R. Bras. Zootec.*, v.32, n.4, p.1013-1020, 2003.
- MENKE, K.H.; RAAB, L.; SALEWSKI, A. et al. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *Journal of Agricultural Science*, v.93, p. 217-222, 1979.
- MINSON, D.J., 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press, San Diego, CA, 482 pp.
- MOULD, F.L.; SMITH, T.; OWEN, E. et al. The relationship between DOMD and gas release estimated "in vitro" using the reading pressure technique system for four maize silages of different maturity. *Proceedings of the British Society of Animal Science*, 1999. p.150.
- PEREIRA, L.G.R. *Avaliação do potencial forrageiro da cultura do girassol (Helianthus annuus L.) para produção de silagem.* 2003, 88f. Tese (Doutorado em Ciência Animal)- Escola de Veterinária da UFMG. Belo Horizonte.
- REPORT of the protein group of the Agricultural Research Council Working party, on the nutrient of ruminants. London. Commonwealth Agricultural Bureaux, 1984. 45p.
- ROSS, G.J.S. *Maximum Likelihood Program (A Manual).* Tothmsted Experimental Station, Hampendon. 1980.
- SISTEMA de análises estatísticas e genéticas - SAEG. Versão 8.0. Viçosa, MG: UFV, 2000. 142p.
- SCHOFIELD, P., PELL, A.N. Validity of using accumulated gas pressure readings to measure forage digestion in vitro: A comparison involving three forages. *J. Dairy Sci.* 78(10), p. 2230-2238, 1995.
- TILLEY, J.M.A., TERRY, R.A. A two-stage technique for the "in vitro" digestion of forage crops. *Journal of British Grassland Society.* v.18, n.2, p.104-111, 1963.
- THEODOROU, M.K., WILLIAMS, B.A., DHANOA, M.S., McALLAN, A.B., e FRANCE, J. A new gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminal feeds. *Animal Feed Science and Technology*, v. 48, p. 185-197, 1994.
- WILLIAMS, B.A. Cumulative Gas-production Techniques for Forage

Evaluation. In: Givens, D.I., Owen, E., Omed, H.M., e Axford, R.F.E., (eds.). *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. Wallingford (UK). CAB International. 475p. 2000.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não foram observadas diferenças para os consumos e digestibilidade aparente da energia e FDN entre os genótipos confeiteiros (Victoria 807, Victoria 627 e Mycogen 93338) e o genótipo forrageiro (Rumbosol 91).

As silagens dos genótipos avaliados apresentaram boa composição química e consumos satisfatórios.

A silagem do genótipo Rumbosol 91 foi superior às demais quanto a degradabilidade da fibra em detergente neutro.

Com base na avaliação pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases as silagens dos genótipos Rumbosol 91 e Victoria 627 destacaram das demais, por apresentarem maior potencial de produção de gases e maior taxa de produção de gases, respectivamente.

Foram observados baixos valores de digestibilidade e degradabilidade das frações fibrosas para as silagens dos genótipos de girassol avaliados. Sugerindo desta forma a necessidade de mais estudos para se esclarecer os fatores qualitativos envolvidos na degradação das silagens de girassol, visando direcionar os programas de melhoramento genético do girassol para produção de silagens.

A ordem de classificação das silagens de girassol obtida pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases, deve ser avaliada com cautela, já que materiais com maiores teores de gordura podem receber classificações inferiores aos resultados observados nos ensaios *in vivo*.