

RENIUS DE OLIVEIRA MELLO

**Características Fenológicas e Valor Nutritivo das  
Silagens de Híbridos de Girassol  
(*Helianthus annuus*, L.)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

M527c  
2005

Mello, Renius de Oliveira, 1978-

Características fenológicas e valor nutritivo das silagens de híbridos de girassol (*Helianthus annuus*, L.) / Renius de Oliveira Mello. – Viçosa : UFV, 2005.  
vii, 64f. : il. ; 29cm.

Orientador: Augusto César de Queiroz.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Silagem. 2. Girassol - Semeadura - Época.  
3. Girassol - Produção. 4. Girassol - Silagem - Qualidade.  
5. Girassol - Silagem - Composição. 6. Ruminante - Alimentação e rações. 7. Digestão. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.0862

RENIUS DE OLIVEIRA MELLO

**Características Fenológicas e Valor Nutritivo das  
Silagens de Híbridos de Girassol  
(*Helianthus annuus*, L.)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 22 de fevereiro de 2005.

---

Prof. José Laerte Nörnberg  
(Co-orientador)

---

Prof. José Carlos Pereira  
(Conselheiro)

---

Prof. Dilermando Miranda da Fonseca

---

Prof. Edenio Detmann

---

Prof. Augusto César de Queiroz  
(Orientador)

## **AGRADECIMENTO**

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia e Conselho de Pós-Graduação, pela oportunidade para a realização desse curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

## CONTEÚDO

<b>RESUMO</b> .....	<b>IV</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VI</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	<b>1</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>5</b>
<b>CAPÍTULO I - CARACTERÍSTICAS FENOLÓGICAS, PRODUTIVAS E QUALITATIVAS DE HÍBRIDOS DE GIRASSOL EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA PARA PRODUÇÃO DE SILAGEM</b> .....	<b>6</b>
RESUMO .....	6
ABSTRACT.....	7
INTRODUÇÃO.....	8
MATERIAL E MÉTODOS .....	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
CONCLUSÕES .....	30
LITERATURA CITADA .....	31
<b>CAPÍTULO II - COMPOSIÇÃO QUÍMICA, DIGESTIBILIDADE E CINÉTICA DE DEGRADAÇÃO RUMINAL DAS SILAGENS DE HÍBRIDOS DE GIRASSOL EM DIFERENTES ÉPOCAS DE SEMEADURA</b> .....	<b>34</b>
RESUMO .....	34
ABSTRACT.....	35
INTRODUÇÃO.....	36
MATERIAL E MÉTODOS .....	38
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	42
CONCLUSÕES .....	60
LITERATURA CITADA .....	60
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>64</b>

## RESUMO

MELLO, Renius de Oliveira, M.S., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2005.

**Características fenológicas e valor nutritivo das silagens de híbridos de girassol (*Helianthus annuus*, L.).** Orientador: Augusto César de Queiroz. Co-orientador: José Laerte Nörnberg. Conselheiro: José Carlos Pereira.

Objetivou-se avaliar as características fenológicas, produtivas e nutricionais das silagens provenientes de quatro híbridos de girassol: Rumbosol-91 (forrageiro), M-734 (duplo-propósito), C-11 (duplo-propósito) e BRS-191 (granífero) semeados em três épocas: outubro (antecipada), novembro (normal) e dezembro (tardia). O delineamento experimental foi blocos ao acaso com arranjo fatorial 4 x 3 (quatro híbridos x três épocas de semeadura) e quatro repetições. O efeito da interação entre híbridos de girassol e épocas de semeadura foi significativo para a maioria das variáveis analisadas. A semeadura em outubro apresentou ciclo mais longo, maior altura de planta, e menor diâmetro e participação de capítulo, devido a temperatura, insolação e fotoperíodo serem menores nessa época. Os híbridos Rumbosol-91 e BRS-191 semeados em novembro apresentaram maiores taxas de acamamento mais quebramento, sendo 49,6 e 65,7%, respectivamente. Os híbridos BRS-191 e M-734 semeados em dezembro apresentaram maiores produtividades de fitomassa, com 39,71 e 43,76 t ha<sup>-1</sup> de matéria verde e 11,31 e 11,41 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca, respectivamente. Nos constituintes da planta, os teores de PB aumentaram e os de FDN, FDA e LDA diminuíram, respectivamente, para colmo, folhas e capítulo. Na planta inteira, os teores de MS oscilaram de 23,2% para o híbrido Rumbosol-91 semeado em novembro a 47,9% para o híbrido C-11 semeado em dezembro, indicando que os híbridos possuem capacidade diferenciada de retenção de umidade em estágio de maturidade fisiológica semelhante da cultura (fase R-9). Os teores de PB variaram de 7,0 a 15,7%, demonstrando a riqueza protéica da cultura. Os teores de LDA da planta inteira oscilaram entre 6,5 a 12,4%, sendo que os híbridos M-734 semeado em dezembro e C-11 semeado em outubro apresentaram os teores mais baixos. Na silagem, os teores de matéria seca variaram de 23,2 a 43,0%; pH de 4,0 a 5,1 e nitrogênio amoniacal como percentagem do nitrogênio total de 5,3 a 16,8%, demonstrando a diversidade de resultados em estágio de maturidade semelhante da cultura. Em relação a composição mineral, os teores oscilaram entre 6,8 a 8,8% de matéria mineral; 0,61 a 0,93% de cálcio; 0,28 a 0,53% de fósforo; 0,52 a 0,76% de magnésio; 1,37 a 3,16% de potássio e 0,010 a 0,033% de

sódio, sendo que os teores aumentaram da semeadura em outubro para dezembro. A silagem do híbrido Rumbosol-91 apresentou menor extrato etéreo e maiores teores de N na parede celular, N indisponível e carboidratos totais (CHOT). Os teores de proteína bruta aumentaram e os de CHOT diminuíram da semeadura em outubro para dezembro. A semeadura em novembro e o híbrido C-11 apresentaram menores teores de fibra em detergente neutro (FDN), FDN corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), e fibra em detergente ácido. O híbrido C-11 semeado em novembro apresentou menor teor de lignina. A semeadura em outubro e o híbrido Rumbosol-91 apresentaram maior proporção de lignina como percentagem da FDNcp. O híbrido Rumbosol-91 apresentou maior digestibilidade *in vitro* da MS e da FDN que os demais. A semeadura em novembro e os híbridos C-11 e M-734 apresentaram maior teor de nutrientes digestíveis totais. O desaparecimento da matéria seca pode ser representado por um único perfil de degradação ruminal. A proporção de FDN indegradável (*I*) aumentou da semeadura em outubro para dezembro, sendo que o híbrido BRS-191 semeado em dezembro apresentou maior *I*. Assim, conclui-se que o híbrido M-734 semeado em dezembro apresentou melhor relação entre fenologia, produtividade, composição bromatológica, digestibilidade, nutrientes digestíveis totais e cinética de degradação ruminal visando a produção de silagem de alta qualidade.

## ABSTRACT

MELLO, Renius de Oliveira, M.S., Universidade Federal de Viçosa, February, 2005.

**Phenological traits and nutritive value of the silages of sunflower hybrids (*Helianthus annuus*, L.).** Adviser: Augusto César de Queiroz. Co-adviser: José Laerte Nörnberg. Committee member: José Carlos Pereira.

The objective was to evaluate the phenological, productive and nutritional traits of the silages of four sunflower hybrids: Rumbosol-91 (forage), M-734 (double purpose), C-11 (double purpose) and BRS-191 (grain) sowed in three dates: October (early), November (normal) and December (delayed). A randomized block experimental design in a 4 x 3 factorial arrangement (four hybrids x three seeding dates) with four replicates was used. The interaction effect between sunflower hybrids and seeding dates was significant for most of the analyzed variables. The seeding in October showed longer cycle, higher plant height, and lower head diameter and contribution, due to lower temperature, insolation and photoperiod (day's length) in this date. The Rumbosol-91 and BRS-191 hybrids sowed in November showed larger lodging plus stalk breaking rate, being 49.6 and 65.7%, respectively. The BRS-191 and M-734 hybrids sowed in December showed higher biomass yields, with 39.71 and 43.76 t ha<sup>-1</sup> of fresh matter and 11.31 and 11.41 t ha<sup>-1</sup> of dry matter, respectively. In the plant parts, the CP values increased and the NDF, ADF and ADL decreased, respectively, for the stem, leaves and head. In the whole plant, the DM values ranged from 23.2% for the Rumbosol-91 hybrid sowed in November to 47.9% for the C-11 hybrid sowed in December, indicating that the hybrids had differentiated capacity of humidity retention in similar physiologic maturity of the culture (R-9 phase). The CP values ranged from 7.0 to 15.7%, demonstrating the high protein content of the culture. The ADL values of the whole plant ranged among 6.5 to 12.4%, and the M-734 hybrid sowed in December and C-11 hybrid sowed in October showed the smallest values. In the silage, the dry matter values ranged from 23.2 to 43.0%; pH from 4.0 to 5.1 and ammonia nitrogen as percentage of the total nitrogen from 5.3 to 16.8%, demonstrating the diversity of results in the same maturity phase of the culture. In relation to mineral composition, the values ranged among 6.8 to 8.8% for mineral matter; 0.61 to 0.93% for calcium; 0.28 to 0.53% for phosphorus; 0.52 to 0.76% for magnesium; 1.37 to 3.16% for potassium and 0.010 to 0.033% for sodium, and the values increased from seeding in October to December. The silage of the Rumbosol-91 hybrid showed smallest ether extract and highest N in

the cell wall, unavailable N and total carbohydrates (TC) values. The crude protein values increased from seeding in October to December, while the TC values decreased. The seeding in November and the C-11 hybrid showed smallest neutral detergent fiber (NDF), NDF corrected for ash and protein (NDFcp), and acid detergent fiber values. The C-11 hybrid sowed in November showed smallest lignin values. The seeding in October and the Rumbosol-91 hybrid showed highest proportion of lignin as percentage of the NDFcp. The Rumbosol-91 hybrid showed higher *in vitro* DM and NDF digestibility than others. The seeding in November and the C-11 and M-734 hybrids showed highest total digestible nutrient values. The DM disappearance can be represented by only one ruminal degradation profile. The NDF indegradable (*I*) proportion increased from seeding in October to December, and the BRS-191 hybrid sowed in December showed highest *I*. Thus, the M-734 hybrid sowed in December had better relationship among phenology, yield, bromatological composition, digestibility, total digestible nutrients and ruminal degradation kinetics aiming at the production of high quality silage.

## INTRODUÇÃO GERAL

Desde a metade da década de 90, os pecuaristas brasileiros têm se preocupado com a melhoria da eficiência produtiva devido às pressões impostas pela globalização da economia e competitividade com a atividade agrícola. Nesse cenário, principalmente, os pequenos e médios produtores de leite e carne estão sendo cada vez mais pressionados a intensificar os sistemas de produção, buscando incrementos em produtividade pela maximização do uso da terra e como forma de evitar o êxodo rural.

A incorporação da ensilagem nos sistemas de produção é uma alternativa técnica eficiente para melhorar a produtividade da terra, podendo ser empregada com vários objetivos: aporte de volumoso de qualidade para ser utilizado nos períodos de escassez de forragem; suporte alimentar para auxiliar o manejo das pastagens; balanceamento de nutrientes na dieta; reduzir gastos com aquisição de insumos externos à propriedade; aumentar a escala de produção; maior controle e segurança sobre o sistema de alimentação.

Há um grande número de plantas forrageiras que se prestam à produção de silagem. O milho (*Zea mays*, L.) e sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench.) são os mais recomendados, sendo o milho considerado a espécie padrão. Ultimamente, o interesse pela utilização da cultura do girassol na forma de silagem tem aumentado no Brasil (Evangelista & Lima, 2001).

A cultura do girassol é originária do continente norte-americano, foi domesticada pelo homem há cerca de 5.000 anos e introduzida na América do Sul, primeiramente, na Argentina pelos imigrantes israelenses e russos no século XIX. Mais tarde, foi introduzida no Brasil pelos imigrantes europeus. Na classificação sistemática, o girassol pertence à ordem *Synandrales*, família *Compositae*, subfamília *Tubuli florae* DC, tribo *Heliantheae* CASS, gênero *Helianthus* L e espécie *annuus*. A denominação *Helianthus* procede do grego *helios*: sol e *anthos*: flor em função de sua característica heliotrópica, apresentando a particularidade do capítulo e folhas estarem voltados para o leste na aurora e ao oeste no ocaso, acompanhando o movimento do sol e justificando a denominação da planta nas línguas neolatinas (Rossi, 1998).

O girassol é uma planta dicotiledônea de cultivo anual que apresenta caule herbáceo, ereto, não ramificado e dotado de pêlos ásperos. O sistema radicular possui raiz principal pivotante que pode atingir dois ou mais metros de profundidade e amplo sistema secundário de raízes. As folhas são alternadas, pecioladas, com grande variação de forma, número e tamanho. As flores verdadeiras são reunidas em inflorescência do

tipo capítulo, apresentam estrutura tubular, florescem do exterior para o interior em círculos concêntricos e sucessivos que dão origem aos frutos, chamados de aquênios (grãos), os quais são constituídos por 25% de pericarpo (casca) e 75% de amêndoa ou polpa (semente). O receptáculo floral pode ter conformação plana, convexa ou côncava, apresentando flores estéreis liguladas (pétalas) na periferia, nas quais faltam as anteras e os pistilos. A cultura apresenta grande variação fenotípica, sendo influenciada pelo genótipo e condições edafoclimáticas de cultivo, podendo apresentar 90 a 130 dias de ciclo vegetativo, 0,5 a 4,0 m de altura, 1,5 a 9,0 cm de diâmetro de caule, 8 a 70 folhas com 8 a 50 cm de comprimento e 3.000 a 8.000 cm<sup>2</sup>, 6 a 50 cm de diâmetro de capítulo com 100 a 8.000 flores e 800 a 1.700 aquênios. A coloração dos aquênios varia de totalmente preta a preta com listras cinza ou branca na proporção de até 5%, o teor de óleo oscila de 30 a 52%, o peso de mil aquênios de 25 a 120 g e a produção de 300 a 3.000 kg ha<sup>-1</sup> (Silva, 1990; Silva & Barni, 1990; Castiglioni et al., 1994; Castro et al., 1997; Rossi, 1998; e Cavasin Jr., 2001).

Na safra de 2004/05, a produção mundial dessa cultura foi de 25,4 milhões de toneladas, ocupando uma área de 21,8 milhões de hectares e produtividade média de 1,16 tonelada por hectare, destacando-se como quarta fonte mundial de óleo comestível, perdendo apenas para a soja, palma (dendê) e canola (colza) (USDA, 2005). No entanto, essa colocação se inverte ao considerar a qualidade nutritiva, pois o óleo de girassol é possuidor do maior teor de gorduras poli-insaturadas (5,8g/10 mL de óleo), seguido pelos óleos de soja, canola e palma (Rossi, 1998). Os maiores produtores mundiais de girassol são a Federação Russa, União Européia e Argentina, respectivamente, com produções de 4,8; 3,7 e 3,4 milhões de toneladas na safra 2004/05 (USDA, 2005). No Brasil, a cultura vem se expandido nos últimos anos, passando de 15,8 mil toneladas em 12,4 mil hectares com produtividade de 1,3 toneladas por hectare na safra de 1997/98 para 82,2 mil toneladas em 52,8 mil hectares com produtividade de 1,6 toneladas por hectare na safra 2004/05 (CONAB, 2005).

Além de responder por cerca de 13% de todo óleo vegetal comestível produzido no mundo, o girassol pode ser utilizado como planta ornamental, medicinal, fonte de potássio, fabricação de borracha, consumo humano e animal e, mais recentemente, como fonte energética na forma de biocombustível. De acordo com Rossi (1998), 90% da produção mundial destinam-se à elaboração de óleo comestível e a maior parte dos 10% restantes para alimentação humana e animal. Segundo Ribeiro (1998), para cada tonelada de grãos de girassol esmagados são produzidos 400 kg de óleo, 250 kg de casca e 350 kg de torta com 45 a 50% de proteína bruta.

No país não existem estatísticas oficiais sobre a participação do girassol para produção de silagem, mas sabe-se que esta prática é comum em algumas regiões, seja para alimentação de rebanhos leiteiros ou confinamentos de gado de corte. Apesar disso, não existem no mercado genótipos de girassol desenvolvidos especificamente para produção de silagem e tanto os materiais destinados ou não a produção de óleo vêm sendo utilizados com esse propósito (Pereira, 2003).

As vantagens do emprego do girassol em comparação ao milho e sorgo para ensilagem têm sido atribuídas à sua ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas proporcionando cultivo em sucessão ou na safrinha; rendimento pouco influenciado pela altitude, latitude e fotoperíodo; maior resistência à seca; elevada produtividade de matéria verde; menor período vegetativo; efeito alelopático sobre algumas ervas daninhas reduzindo o gasto com herbicidas; e alta qualidade do produto final ensilado, especialmente pelo maior teor protéico, possibilitando economia no balanceamento de rações (Silva & Barni, 1990; Rossi, 1998; Evangelista & Lima, 2001). Todavia, mesmo tido como resistente à seca, o girassol possui alto coeficiente de transpiração e consome quantidades significativas de água durante seu ciclo, dependendo do clima e cultivar, os quais determinarão a duração da estação de crescimento e a demanda evaporativa da atmosfera. O consumo varia entre 500 a 1000 mm, mas no mínimo 250 a 400 mm de chuva bem distribuída durante o ciclo são suficientes para seu adequado desenvolvimento (Silva, 1990; Gonçalves & Tomich, 1999). Além disso, requer uma temperatura efetiva (soma dos Graus-dia) entre 1700 a 1900°C.dia para completar seu ciclo (Sentelhas & Ungaro, 1998).

De acordo com Silva & Mundstock (1990), a época de semeadura constitui-se no principal fator determinante do sucesso ou insucesso desta cultura. Entretanto, existe uma grande dúvida em relação a melhor época de semeadura do girassol, pois o período de plantio é muito amplo em todo o Brasil. Cavasin Jr. (2001) afirmou que ainda não se tem dados concisos sobre datas de semeadura e limites de estresse híbrido para a condução das diferentes formas de exploração do girassol. Do mesmo modo, Evangelista & Lima (2002) relataram que há deficiência de informações no Brasil sobre as diferenças de produtividade entre os genótipos de girassol e, em maior escala, informações sobre o valor nutritivo da silagem produzida.

Nesse sentido, a presente dissertação foi dividida em dois capítulos com o objetivo de: avaliar o efeito da época de semeadura sobre a fenologia, produtividade e composição bromatológica de diferentes híbridos de girassol para a produção de silagem (Capítulo I); e avaliar a composição química, digestibilidade e cinética de

degradação ruminal das silagens de híbridos de girassol em diferentes épocas de semeadura (Capítulo II). Salienta-se que estes capítulos foram escritos de acordo com as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTIGLIONI, V.B.R.; BALLA, A.; CASTRO, C. et al. **Fases de desenvolvimento da planta de girassol**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1994. 24p. (Documentos, 58).
- CASTRO, C. de; CASTIGLIONI, V. B. R.; BALLA, A. et al. **A cultura do girassol**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1997. 36 p. (Circular Técnica, 13).
- CAVASIN JUNIOR, C.P. **A cultura do girassol**. Guaíba: Agropecuária, 2001. 69p.
- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Série histórica: área, produção e produtividade**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/>> Acesso em: 9 de fev. 2005.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. Utilização de silagens de girassol na alimentação animal. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; DAMASCENO, J.C. et al. (Eds.). **SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS**, 1, 2001, Maringá, PR. **Anais...** Maringá: UEM, p.177-217, 2001.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. **Silagens: do cultivo ao silo**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2002. 210p.
- GONÇALVES, L.C.; TOMICH, T.R. Utilização do girassol como silagem para alimentação bovina. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE GIRASSOL, 13; **SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO GIRASSOL**, 1, 1999, Itumbiara, GO. **Anais...** Itumbiara: Embrapa, p.21-30, 1999.
- PEREIRA, L.G.R. **Potencial forrageiro da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) para produção de silagem**. Belo Horizonte: UFMG, 2003. 134p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da UFMG, 2003.
- RIBEIRO, L.R. Girassol: opção de cultivo para a produção de óleo comestível. In: **SIMPÓSIO AVANÇOS TECNOLÓGICOS NA AGROINDÚSTRIA TROPICAL**, 1998, Fortaleza, CE. **Anais...** Fortaleza: Embrapa-CNPAT, p.58-62, 1998.
- ROSSI, R.O. **Girassol**. Curitiba: Tecnoagro, 1998. 333p.
- SENTELHAS, P.C.; UNGARO, M.R.G. Índices bioclimáticos para a cultura de girassol. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.55, n.1, p.73-78, 1998.
- SILVA, M.N. **A cultura do girassol**. Jaboticabal: FUNEP, UNESP, 1990. 67p.
- SILVA, P.R.F.; BARNI, N.A. Características da cultura. In: **Girassol: indicações para o cultivo no Rio Grande do Sul**. 3.ed. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Setor de Plantas de Lavoura, p.7-10, 1990. 71p.
- SILVA, P.R.F.; MUNDSTOCK, C.M. Época de semeadura. In: **Girassol: indicações para o cultivo no Rio Grande do Sul**. 3.ed. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Setor de Plantas de Lavoura, p.13-18, 1990. 71p.
- USDA – United States Department of Agriculture. **Foreign Agricultural Service**. Disponível em: <<http://www.fas.usda.gov/psd/psdselection.asp>> Acesso em: 9 de fev. 2005.

## CAPÍTULO I

### **Características Fenológicas, Produtivas e Qualitativas de Híbridos de Girassol em Diferentes Épocas de Semeadura para Produção de Silagem**

**Resumo:** Objetivou-se verificar o efeito de três épocas de semeadura: outubro (antecipada), novembro (normal) e dezembro (tardia), sobre características fenológicas, produtivas e qualitativas de quatro híbridos de girassol: Rumbosol-91 (forrageiro), M-734 (duplo propósito), C-11 (duplo propósito) e BRS-191 (granífero) destinados a produção de silagem. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com arranjo fatorial 4 x 3 (quatro híbridos x três épocas de semeadura) e quatro repetições. A semeadura em outubro apresentou ciclo mais longo, altura de planta mais elevada, e diâmetro e participação de capítulo menores devido a temperatura, insolação e fotoperíodo serem mais baixos nessa época. Os híbridos Rumbosol-91 e BRS-191 semeados em novembro apresentaram taxas de acamamento mais quebramento maiores, sendo 49,6 e 65,7%, respectivamente. Os híbridos BRS-191 e M-734 semeados em dezembro apresentaram produtividades de fitomassa maiores, com 39,71 e 43,76 t ha<sup>-1</sup> de matéria verde e 11,31 e 11,41 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca, respectivamente. Nos constituintes da planta, os teores de PB aumentaram e os de FDN, FDA e LDA diminuíram, respectivamente, para colmo, folhas e capítulo. Na planta inteira, os teores de MS oscilaram de 23,2% para o híbrido Rumbosol-91 semeado em novembro a 47,9% para o híbrido C-11 semeado em dezembro, indicando que os híbridos possuem capacidade diferenciada de retenção de umidade em estágio de maturidade fisiológica semelhante da cultura (fase R-9). Os teores de PB variaram de 7,0 a 15,7%, demonstrando a riqueza protéica da cultura. Os teores de LDA da planta inteira oscilaram entre 6,5 a 12,4%, sendo que os híbridos M-734 semeado em dezembro e C-11 semeado em outubro apresentaram os teores mais baixos. O híbrido M-734 semeado em dezembro apresentou melhor relação entre fenologia, produtividade e composição bromatológica visando a produção de silagem de qualidade elevada.

**Palavras-chave:** capítulo, características agronômicas, fenologia, *Helianthus annuus*, produção de fitomassa, produtividade

## CHAPTER I

### Phenological, Productive and Qualitative Traits of Sunflower Hybrids in Different Seeding Dates for Silage Production

**Abstract:** The objective was to verify the effect of three seeding dates: October (early), November (normal) and December (delayed), on phenological, productive and qualitative traits of four sunflower hybrids: Rumbosol-91 (forage), M-734 (double purpose), C-11 (double purpose) and BRS-191 (grain) for silage production. A randomized block experimental design in a 4 x 3 factorial arrangement (four hybrids x three seeding dates) with four replicates was used. The seeding in October showed longer cycle, higher plant height, and lower head diameter and contribution due to smaller temperature, insolation and photoperiod (day's length) in this date. The Rumbosol-91 and BRS-191 hybrids sowed in November showed higher lodging plus stalk breaking rate, being 49.6 and 65.7%, respectively. The BRS-191 and M-734 hybrids sowed in December showed higher biomass yields, being 39.71 and 43.76 t ha<sup>-1</sup> of fresh matter and 11.31 and 11.41 t ha<sup>-1</sup> of dry matter, respectively. In constituent of the plant, the CP values increased and the NDF, ADF and ADL decreased, respectively, for the stem, leaves and head. In the whole plant, the DM values ranged from 23.2% for the Rumbosol-91 hybrid sowed in November to 47.9% for the C-11 hybrid sowed in December, indicating that the hybrids had differentiated capacity of humidity retention in similar physiologic maturity of the culture (R-9 phase). The CP values ranged from 7.0 to 15.7%, demonstrating the high protein content of the culture. The ADL values of the whole plant ranged among 6.5 to 12.4%, and the M-734 hybrid sowed in December and C-11 hybrid sowed in October showed the smallest values. The M-734 hybrid sowed in December had better relationship among phenology, yield and bromatological composition aiming at the production of high quality silage.

**Key words:** agronomic characteristics, head, *Helianthus annuus*, phenology, biomass production, yield

## Introdução

Na maioria das áreas agrícolas do mundo, períodos de intenso crescimento forrageiro alternam-se com períodos de baixa produção, seja por deficiência hídrica ou quedas na temperatura e luminosidade. Uma das práticas para melhorar a alimentação do rebanho e minimizar os efeitos da redução de peso e/ou produção de leite é a conservação de forragens na forma de silagem.

No Brasil, o girassol (*Helianthus annuus*, L.) tem sido objeto de muitas pesquisas na área da fisiologia vegetal em razão de seu elevado potencial fotossintético, suas altas taxas de crescimento, sua habilidade em extrair e conduzir a água e, dos movimentos diaeliotrópicos das folhas e capítulo, porém poucos estudos são feitos quando este é destinado à produção de silagem.

Tradicionalmente, o girassol é considerado uma cultura de grande plasticidade, pois se desenvolve bem em regiões de clima temperado, subtropical e tropical (Barni et al., 1995a). A dependência de fatores do meio e, portanto, a variabilidade em rendimento é outra característica importante da cultura. Segundo Santos et al. (2002), a otimização de eficiência produtiva é fundamental para reduzir os custos de produção. Vários fatores, tais como época de semeadura, variabilidade genética, fertilidade do solo, disponibilidade de água, estágio de desenvolvimento da planta, número de plantas por unidade de área e suas interações afetam a produtividade da cultura (Tomich et al., 2003). A investigação dos limites de produtividade visa identificar a contribuição das variáveis de ambiente responsáveis pelo desempenho final de um determinado genótipo e ressaltar em que nível cada uma delas representa estrangulamento à expressão dessa produtividade (Barni et al., 1995b).

Ungaro et al. (2000) observaram que a época de semeadura influencia a produção de grãos e seus componentes, sendo a interação entre época de semeadura e cultivar significativa para todos os caracteres avaliados, demonstrando a importância de se

conhecer a resposta de um cultivar ante as variações ambientais. Em comparação com o milho e sorgo, a interação entre épocas de semeadura e genótipos de girassol tem sido pouco estudada no Brasil. Além disso, há grande variabilidade nas recomendações da melhor época de semeadura. Dependendo da região do país, a semeadura da cultura tem sido indicada desde o inverno-primavera até verão-outono. De acordo com Marin et al. (2000), vários métodos podem ser empregados para a determinação da época de semeadura mais adequada, seja por ensaios em campo avaliando variáveis biométricas da cultura ou, por simulações utilizando modelos agrometeorológicos de estimação da produtividade agrícola.

A qualidade da silagem está intimamente relacionada às características agronômicas das plantas forrageiras, o que torna de suma importância o estudo da relação das partes componentes de cada forragem antes de aclamar a sua viabilidade para tal utilização (Banys et al., 1996). Do mesmo modo, Zago (1991) afirmou que, para se obter alta produção de fitomassa e elevado valor nutritivo da silagem, é necessário levar em consideração a aptidão e porte da planta, proporção entre colmo, folhas e grãos, suculência do colmo, entre outras características que variam muito entre os inúmeros materiais disponíveis no mercado.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar as características fenológicas, produtivas e qualitativas de híbridos de girassol semeados em diferentes épocas visando à produção de silagem de qualidade elevada.

### **Material e Métodos**

O ensaio de campo foi realizado no Setor de Bovinocultura de Corte do Departamento de Zootecnia (DZO) e as análises laboratoriais executadas no Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL) do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA), ambos da Universidade Federal de

Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS. O local está fisiograficamente situado na Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, à altitude de 95 m, paralelo de 29° 43' latitude sul e meridiano de 53° 42' longitude oeste de Greenwich (Brasil, 1973). O experimento foi conduzido no período compreendido entre outubro de 2001 a agosto de 2002.

O solo é classificado como Argissolo Vermelho Distrófico arênico (Embrapa, 1999) pertencente à unidade de mapeamento São Pedro. O clima da região é Cfa (subtropical úmido), conforme classificação de Köppen, com possibilidade de estiagens no verão, tendo precipitação média anual entre 1.300 a 1.800 mm e mensais de 90 a 190 mm; temperatura média anual de 19,2°C, com média mínima de 9,3°C em julho e média máxima de 24,7°C em janeiro; insolação de 2.212 horas anuais e umidade relativa do ar de 82% (Moreno, 1961). A adubação de base foi executada conforme recomendação da Comissão de Fertilidade do Solo – RS/SC (1995), constituída por 450 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 10-18-20 acrescido de 11 kg ha<sup>-1</sup> de bórax. Os resultados da análise de rotina de fertilidade de amostras de terra retiradas na camada de 0 a 20 cm, revelaram: textura = 4; argila = 25%; pH em H<sub>2</sub>O (1:1) = 5,1; índice SMP = 5,4; P = 21,3 mg/dm<sup>3</sup>; K<sup>+</sup> = 34 mg/dm<sup>3</sup>; MO = 2,8%; Al<sup>+3</sup> = 1,3 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Ca<sup>+2</sup> = 3,8 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; Mg<sup>+2</sup> = 1,3 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; CTC efetiva = 6,5 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> e saturação de bases de 46%.

Os tratamentos foram compostos por quatro híbridos de girassol: Rumbosol-91, M-734, C-11 e BRS-191, devidamente caracterizados na Tabela 1; e, por três épocas de semeadura: 3° decêndio de outubro (26/10/2001) caracterizando semeadura antecipada, 3° decêndio de novembro (21/11/2001) caracterizando semeadura normal, e 3° decêndio de dezembro (23/12/2001) caracterizando semeadura tardia em relação ao cultivo principal da região.

Tabela 1. Características agronômicas dos diferentes híbridos simples de girassol (*Helianthus annuus*, L.)

*Table 1. Agronomic characteristics of different sunflower (Helianthus annuus, L.) single-cross hybrids*

Híbridos <i>Hybrids</i>	Empresa <i>Company</i>	Aptidão <i>Aptitude</i>	Ciclo <i>Cycle</i>	Porte <i>Size</i>	Coloração dos Aquênios <i>Color of Achenes</i>
Rumbosol-91	Sinuelo Agropecuária	forrageiro <i>forage</i>	tardio <i>late</i>	alto <i>high</i>	preto <i>black</i>
M-734	Morgan-Mycogen / Dow Agrosiences	duplo propósito <i>double purpose</i>	precoce <i>precocious</i>	médio <i>medium</i>	marrom com estrias claras <i>brown with clear stripes</i>
C-11	Cargill/Monsanto	duplo propósito <i>double purpose</i>	semi-precoce <i>semi-precocious</i>	médio <i>medium</i>	marrom com estrias claras <i>brown with clear stripes</i>
BRS-191	Agromen/Embrapa	granífero <i>grain</i>	precoce <i>precocious</i>	médio <i>medium</i>	preto com estrias cinzas <i>black with gray stripes</i>

O cultivo foi efetuado em parcelas de 7,0 m de comprimento por 5,0 m de largura (35 m<sup>2</sup>), com sete linhas e espaçamento de 0,70 m entre linhas. Nas avaliações, para retirar-se o efeito de bordadura, foram utilizadas as cinco linhas centrais, desprezando-se 0,50 m das extremidades, como área útil de cada parcela (21 m<sup>2</sup>). As sementes foram tratadas com inseticida a base de *Furathiocarb* e as parcelas semeadas manualmente, tendo a emergência ocorrida entre sete e 14 dias pós-semeadura. O desbaste foi feito, em média, 30 dias pós-semeadura deixando-se quatro plantas por metro, visando ajuste da população final em, aproximadamente, 57 mil plantas por hectare. A adubação em cobertura foi realizada quando as plantas apresentavam sete folhas, com 60 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de sulfato de amônio. Durante a condução do ensaio foi realizada uma capina e duas aplicações de inseticida a base de *Lambdacialotrina*, mediante laudo técnico das lavouras.

Na fase em que os capítulos estavam voltados para baixo e com a parte posterior amarelada, as brácteas com coloração castanha, os aquênios no ponto farináceo e as folhas basais senescidas (fase R-9), as plantas da área útil foram avaliadas quanto ao acamamento mais quebraamento, e cortadas a 20 cm de altura do solo para obtenção das produções de matéria verde (PMV) e matéria seca (PMS). Foram amostradas 15 plantas representativas da população para avaliação da altura de planta e diâmetro de capítulo; e dessas, cinco para separação dos constituintes físicos estruturais da planta.

As amostras foram secadas em estufa com circulação de ar forçado, a 55±5°C até peso constante, e moídas em moinho estacionário do tipo *Thomas Wiley*, em peneiras com crivos de um milímetro. Nesse material foram realizadas as seguintes análises bromatológicas em duplicata: matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB) conforme AOAC (1995); e componentes da parede celular, fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com Van Soest et al. (1991), sem sulfito de sódio e

com a enzima alfa-amilase termoestável Termamyl 120L<sup>®</sup> (Novozymes Latin America Ltda.), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina em detergente ácido (LDA) segundo Goering & Van Soest (1970). As análises de FDN, FDA e LDA foram realizadas em cadinhos de vidro borossilicado com placa de vidro sinterizada de porosidade nº. 2 (Schott-Duran<sup>®</sup>, Schott Germany, Inc.).

As variáveis analisadas foram: ciclo (dias da semeadura à colheita), altura de planta (m), diâmetro de capítulo (cm), plantas acamadas mais quebradas (%), contribuição percentual de colmo, folhas e capítulo (receptáculo mais aquênios), produção de fitomassa (matéria verde e seca, t ha<sup>-1</sup>) e, composição bromatológica (MS, MO, PB, FDN, FDA e LDA, %) da planta inteira e de seus constituintes.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com arranjo fatorial 4 x 3 (quatro híbridos de girassol x três épocas de semeadura) e quatro repetições, conforme

o modelo estatístico: 
$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

sendo,  $Y_{ijk}$  o valor observado no  $i$ -ésimo híbrido na  $j$ -ésima época de semeadura no  $k$ -ésimo bloco;  $\mu$  a média geral da variável;  $\alpha_i$  o efeito do  $i$ -ésimo híbrido;  $\beta_j$  o efeito da  $j$ -ésima época de semeadura;  $(\alpha\beta)_{ij}$  o efeito da interação entre  $i$ -ésimo híbrido e  $j$ -ésima época de semeadura;  $\gamma_k$  o efeito do  $k$ -ésimo bloco;  $\varepsilon_{ijk}$  o efeito aleatório associado a observação pressuposto NID  $(0, \sigma^2)$ .

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento de Modelos Lineares Gerais (PROC GLM) e suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico SAS (1999).

## **Resultados e Discussão**

Os dados agrometeorológicos referentes ao período experimental podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2. Dados agrometeorológicos durante o período experimental

Table 2. Agrometeorological data during the trial period

	2001			2002		
	Outubro <i>October</i>	Novembro <i>November</i>	Dezembro <i>December</i>	Janeiro <i>January</i>	Fevereiro <i>February</i>	Março <i>March</i>
Precipitação pluvial total (mm) <i>Total rainfall (mm)</i>	165,2	108,8	77,3	111,8	101,1	251,2
Insolação média diária (horas) <i>Average daily insolation (hours)</i>	5,6	7,4	8,2	8,8	8,4	4,3
Evaporação média diária (mm) <i>Average daily evaporation (mm)</i>	2,6	3,2	3,4	4,0	3,2	3,0
Temperatura máxima diária (°C) <i>Maximum daily temperature (°C)</i>	26,6	28,0	29,1	31,2	30,0	30,9
Temperatura média diária (°C) <i>Average daily temperature (°C)</i>	21,5	22,2	23,5	25,5	24,2	26,3
Temperatura mínima diária (°C) <i>Minimum daily temperature (°C)</i>	16,3	16,5	17,9	19,7	18,4	21,6
Umidade relativa média (%) <i>Average relative humidity (%)</i>	73,3	72,2	68,4	63,1	71,4	79,2

Fonte: Estação Climatológica da Universidade Federal de Santa Maria.

Source: Federal University of Santa Maria Climatological Station

As características fenológicas dos híbridos de girassol semeados em diferentes épocas são apresentadas na Tabela 3. Os híbridos M-734 e BRS-191 tenderam a apresentar ciclo mais precoce que os híbridos Rumbosol-91 e C-11, confirmando a característica agrônômica dos materiais descrita na Tabela 1. Observa-se ainda que o ciclo da cultura tendeu a diminuir da semeadura em outubro para dezembro, justificado pelo aumento da temperatura e insolação média diária no mesmo período (Tabela 2), e em conformidade com a afirmativa de Silva & Mundstock (1990), que a duração total do ciclo diminui à medida que se atrasa a época de semeadura de agosto para novembro. Avaliando o crescimento de cultivares de girassol semeado na safra (outubro) e safrinha (fevereiro) em região tropical, Fonseca et al. (2000) concluíram que a semeadura na safrinha alonga o ciclo de 76 para 103 dias, reduz a altura média da planta de 1,72 para 1,32 m, diminui o diâmetro médio de capítulo de 28,5 para 20 cm e a produção de matéria seca de 5,2 para 3,7 t ha<sup>-1</sup> no estágio de maturação física dos híbridos C-11 e M-9207. Todavia, cabe ressaltar que a semeadura em fevereiro foi mais tardia que a última desse estudo e, provavelmente, a temperatura e insolação foram menores durante o ciclo da cultura. Dessa forma, infere-se que o aumento da temperatura e luminosidade diminui a duração do ciclo, ou seja, a taxa de crescimento da cultura está correlacionada positivamente com a temperatura e insolação. Além disso, o girassol atinge a maturidade fisiológica, geralmente, entre 85 e 100 dias pós-emergência, sendo 20 a 30 dias mais precoce que as culturas de milho e sorgo (Demarchi, 2000), liberando a área cultivada mais cedo e maximizando o uso da terra, haja vista que o fator tempo de ocupação da terra é considerado no cálculo em termos de produtividade (Ungaro et al., 2000).

Tabela 3. Dados fenológicos de híbridos de girassol (*Helianthus annuus*, L.) semeados em diferentes épocas

Table 3. Phenological data of sunflower hybrids (*Helianthus annuus*, L.) sowed in different dates

Híbridos <i>Hybrids</i>	Épocas de Semeadura - <i>Seeding dates</i>			Médias <i>Means</i>
	Outubro <i>October</i>	Novembro <i>November</i>	Dezembro <i>December</i>	
	Ciclo (dias) <sup>1</sup> - <i>Cycle (days)</i> <sup>1</sup>			
Rumbosol-91	99	94	97	97
M-734	95	94	90	93
C-11	99	94	97	97
BRS-191	95	94	90	93
Médias - <i>Means</i>	97	94	93	-
	Altura de planta (m) - <i>Plant height (m)</i>			
Rumbosol-91	1,73 <sup>Aab</sup>	1,15 <sup>Cc</sup>	1,59 <sup>Ba</sup>	1,49
M-734	1,70 <sup>Ab</sup>	1,18 <sup>Cbc</sup>	1,33 <sup>Bc</sup>	1,40
C-11	1,67 <sup>Ab</sup>	1,22 <sup>Cb</sup>	1,42 <sup>Bb</sup>	1,44
BRS-191	1,79 <sup>Aa</sup>	1,44 <sup>Ca</sup>	1,64 <sup>Ba</sup>	1,62
Médias - <i>Means</i>	1,72	1,25	1,50	CV <sup>2</sup> = 8,7
	Diâmetro de capítulo (cm) - <i>Head diameter (cm)</i>			
Rumbosol-91	14,6 <sup>Ba</sup>	15,3 <sup>Bab</sup>	20,0 <sup>Aa</sup>	16,6
M-734	13,2 <sup>Cbc</sup>	15,2 <sup>Bab</sup>	18,5 <sup>Ab</sup>	15,6
C-11	14,0 <sup>Cab</sup>	15,9 <sup>Ba</sup>	17,7 <sup>Ab</sup>	15,9
BRS-191	12,9 <sup>Bc</sup>	14,0 <sup>Bb</sup>	16,4 <sup>Ac</sup>	14,4
Médias - <i>Means</i>	13,7	15,1	18,1	CV <sup>2</sup> = 14,9
	Acamamento mais quebraamento (%) <i>Lodging plus stalk breaking (%)</i>			
Rumbosol-91	23,0 <sup>Ba</sup>	49,6 <sup>Aab</sup>	08,7 <sup>Ba</sup>	27,1
M-734	01,5 <sup>Ac</sup>	17,6 <sup>Ac</sup>	17,2 <sup>Aa</sup>	12,1
C-11	08,9 <sup>Bbc</sup>	27,6 <sup>Abc</sup>	04,3 <sup>Ba</sup>	13,6
BRS-191	19,1 <sup>Bab</sup>	65,7 <sup>Aa</sup>	12,6 <sup>Ba</sup>	32,5
Médias - <i>Means</i>	13,1	40,1	10,7	CV <sup>2</sup> = 49,0

<sup>1</sup> Não analisado estatisticamente; <sup>2</sup> CV (%) = Coeficiente de Variação.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem (P<0,05), respectivamente, entre épocas de semeadura e híbridos pelo teste de Tukey.

<sup>1</sup> Not statistically analyzed; <sup>2</sup> CV (%) = Coefficient of Variation.

Means followed by different capital letters in the same line and by different small letters in the same column differ (P<.05), respectively, among seeding dates and hybrids by Tukey test.

Houve interação (P<0,05) entre épocas de semeadura e híbridos para altura de planta, diâmetro de capítulo e acamamento mais quebraamento. A altura de planta oscilou entre 1,15 a 1,79 m, sendo que o híbrido Rumbosol-91 semeado em novembro apresentou menor (P<0,05) altura de planta, ao passo que o híbrido BRS-191 semeado em outubro apresentou maior (P<0,05) altura de planta. Os resultados de altura de planta obtidos nesse estudo foram superiores aos encontrados por Mello et al. (2004) na

mesma região fisiográfica (1,02 m) e inferiores aos obtidos por Tomich et al. (2003) em região tropical média (2,05 m).

A variação do diâmetro de capítulo foi de 12,9 a 20 cm, estando dentro da média (17,3 cm) obtida por Tomich et al. (2003). O híbrido Rumbosol-91 semeado em dezembro apresentou maior ( $P<0,05$ ) diâmetro de capítulo. Por outro lado, o híbrido BRS-191 semeado em outubro apresentou menor ( $P<0,05$ ) diâmetro de capítulo. O fato do híbrido granífero BRS-191 ter apresentado menor diâmetro médio de capítulo e maior altura média de planta em relação ao híbrido forrageiro Rumbosol-91 demonstra a grande diversidade genética existente entre os híbridos de girassol disponíveis no mercado, tornando importante estudos comparativos que combinem tais características. Além disso, verificou-se acréscimo no diâmetro de capítulo da sementeira em outubro para dezembro. De acordo com Zaffaroni & Grigolo (1998), a característica fototrópica da cultura permite que a produtividade dos genótipos de girassol seja influenciada pelo comprimento do dia e densidade do fluxo de radiação solar na superfície. Os autores relataram ainda que a redução da luminosidade em 5,3 horas diárias acarreta drástica redução no diâmetro de capítulo e nas medidas que definem caracteres agrônômicos. Desse modo, o aumento no diâmetro de capítulo obtido nesse estudo pode ser justificado pelo aumento no fotoperíodo de outubro para dezembro. Os valores de altura de planta e diâmetro de capítulo encontrados nesse trabalho foram inferiores os relatados por Banys et al. (1996) no consórcio de girassol com milho em região tropical alta e sementeira no segundo decêndio de novembro, sendo 3,61 m de altura e 28 a 38 cm de diâmetro de capítulo. Assim, deduz-se que o girassol, mesmo sendo uma espécie do tipo  $C_3$ , apresenta comportamento de espécies  $C_4$ , pois, responde positivamente a incrementos de temperatura e luminosidade na altura de planta e diâmetro de capítulo.

Analisando o acamamento mais quebraamento, observa-se que os híbridos BRS-191 e Rumbosol-91 semeados em novembro apresentaram maior ( $P < 0,05$ ) acamamento mais quebraamento, provavelmente, devido a menor densidade de raízes e menor resistência do colmo desses genótipos. Investigando a porcentagem de plantas acamadas e quebradas na semeadura de safrinha (fevereiro), Tomich et al. (2003) notaram menores problemas que no presente estudo, com maior quebraamento médio (2,2%) do que acamamento (0,4%), sendo que a maior porcentagem de quebra também foi encontrada para o híbrido Rumbosol-91 (14,6%) e justificada pela sua maior altura, o que não ocorreu nesse estudo. Rezende et al. (2003) observaram, em média, 8 a 15% de acamamento em seis cultivares de girassol, respectivamente, para densidades de 40 e 60 mil plantas por hectare. Esses autores mencionaram ainda que a maior tolerância a doenças causadas por fungos, tais como *Alternaria spp.* e *Sclerotinia spp.*, favorece a redução de plantas acamadas. Dudienas et al. (1998) mencionaram que a alternariose pode provocar perdas de até 50% na cultura, devido à ausência de genes associados à resistência e a baixa eficiência dos fungicidas. Estudando o efeito da época de semeadura sobre a incidência de doença (alternaria) nos trópicos, aqueles autores verificaram que a semeadura realizada em agosto apresentou menor contaminação, promovida pelas condições climáticas (baixa umidade e temperatura) impróprias ao desenvolvimento da doença. No referido trabalho, não foi avaliada a resistência a doenças, contudo verificou-se a presença de manchas-de-alternaria em todas as épocas de semeadura. Adicionalmente, Demarchi (2000) relatou que a semeadura em épocas normais aumenta os riscos fitossanitários e o acamamento devido à posição do capítulo na extremidade superior da planta. Logo, os híbridos BRS-191 e Rumbosol-91 podem ter menor tolerância a doenças, e essas também terem contribuído para aumento do acamamento mais quebraamento na semeadura em novembro.

A contribuição dos componentes estruturais da planta foi influenciada ( $P < 0,05$ ) pela interação entre épocas de semeadura e híbridos avaliados (Tabela 4). A participação de colmo na planta inteira variou de 20 a 36,9%, sendo que os híbridos Rumbosol-91, M-734 e C-11 semeados em novembro apresentaram menores ( $P < 0,05$ ) contribuições.

Tabela 4. Proporção dos componentes estruturais da planta de híbridos de girassol (*Helianthus annuus*, L.) semeados em diferentes épocas  
 Table 4. Proportion of the structural components of the plant of sunflower hybrids (*Helianthus annuus*, L.) sowed in different dates

Híbridos <i>Hybrids</i>	Épocas de Semeadura - <i>Seeding dates</i>			Médias <i>Means</i>
	Outubro <i>October</i>	Novembro <i>November</i>	Dezembro <i>December</i>	
Colmo (% na MS) - <i>Stem (% in DM)</i>				
Rumbosol-91	33,2 <sup>Aa</sup>	20,0 <sup>Bb</sup>	30,3 <sup>Aa</sup>	27,8
M-734	33,9 <sup>Aa</sup>	21,4 <sup>Bb</sup>	26,5 <sup>Ba</sup>	27,3
C-11	35,0 <sup>Aa</sup>	25,5 <sup>Bb</sup>	28,4 <sup>Ba</sup>	29,6
BRS-191	36,9 <sup>Aa</sup>	34,7 <sup>Aa</sup>	34,2 <sup>Aa</sup>	35,3
Médias - <i>Means</i>	34,7	25,4	29,8	CV <sup>1</sup> = 9,5
Folhas (% na MS) - <i>Leaves (% in DM)</i>				
Rumbosol-91	22,2 <sup>Aa</sup>	21,8 <sup>Aa</sup>	04,8 <sup>Bab</sup>	16,3
M-734	18,6 <sup>Aab</sup>	14,3 <sup>Ab</sup>	14,5 <sup>Aa</sup>	15,8
C-11	17,3 <sup>Aab</sup>	15,0 <sup>Aab</sup>	02,8 <sup>Bb</sup>	11,7
BRS-191	13,4 <sup>Ab</sup>	14,7 <sup>Ab</sup>	13,9 <sup>Aa</sup>	14,0
Médias - <i>Means</i>	17,9	16,5	09,0	CV <sup>1</sup> = 19,4
Capítulo (% na MS) - <i>Head (% in DM)</i>				
Rumbosol-91	44,5 <sup>Ba</sup>	58,2 <sup>Aa</sup>	64,9 <sup>Aab</sup>	55,9
M-734	47,5 <sup>Ba</sup>	64,3 <sup>Aa</sup>	59,0 <sup>Ab</sup>	56,9
C-11	47,7 <sup>Ca</sup>	59,4 <sup>Ba</sup>	68,8 <sup>Aa</sup>	58,6
BRS-191	49,7 <sup>Aa</sup>	50,6 <sup>Aa</sup>	51,9 <sup>Ac</sup>	50,7
Médias - <i>Means</i>	47,3	58,1	61,1	CV <sup>1</sup> = 6,5

<sup>1</sup> CV (%) = Coeficiente de Variação.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem ( $P < 0,05$ ), respectivamente, entre épocas de semeadura e híbridos pelo teste de Tukey.

<sup>1</sup> CV (%) = Coefficient of Variation.

Means followed by different capital letters in the same line and by different small letters in the same column differ ( $P < 0,05$ ), respectively, among seeding dates and hybrids by Tukey test.

Do mesmo modo, o híbrido C-11 semeado em dezembro demonstrou menor ( $P < 0,05$ ) participação de folhas, sendo que a contribuição das mesmas oscilou entre 2,8 a 22,2%. Por outro lado, o híbrido C-11 semeado em dezembro apresentou maior

( $P < 0,05$ ) contribuição de capítulo, cuja variação foi de 44,5 a 68,8%. Nota-se que o incremento na participação de capítulo da sementeira em outubro para dezembro (Tabela 4) foi diretamente proporcional ao aumento no diâmetro de capítulo (Tabela 3). Contribuições semelhantes às desse estudo foram obtidas por Mello et al. (2004) na mesma região fisiográfica e sementeira em novembro, com valores de 24 a 27%; 17 a 23% e 51 a 59%; e por Tomich et al. (2003) nos trópicos e sementeira em fevereiro, com valores de 28,7 a 38,6%; 15,8 a 25% e 36,4 a 51,6%; respectivamente, para colmo, folhas e capítulo. Os autores relataram ainda que a determinação da proporção dessas frações na planta constitui um parâmetro importante na avaliação de genótipos de girassol para a ensilagem, sendo preferível o que apresente menor porcentagem de caule e maiores porcentagens de folhas e de capítulo.

Referenciando-se a cultura do milho, Nussio (1991) definiu que a planta ideal para a produção de silagem de alta qualidade deve apresentar em sua constituição 22% de colmo, 14% de folhas e 64% de espiga. Nesse caso, o híbrido M-734 semeado em novembro estaria dentro do recomendado. Contudo, acredita-se que os genótipos de girassol destinados à produção de silagem de alta qualidade devam possuir entre 20 a 25% de colmo com melhor qualidade de fibra; 20 a 25% de folhas; e 50 a 60% de capítulo com menor retenção de água e concentração moderada de óleo, a fim de não prejudicar o processo fermentativo, a ingestão de matéria seca, a digestibilidade da fibra e, conseqüentemente, o desempenho animal. Assim, a fitomassa do híbrido Rumbosol-91 semeado em novembro mostrou melhor proporção entre os componentes estruturais da planta.

As produtividades de matéria verde (PMV) e seca (PMS) podem ser visualizadas na Tabela 5. Houve efeito ( $P < 0,05$ ) da interação entre épocas de sementeira e híbridos.

Tabela 5. Produtividades de matéria verde (PMV) e seca (PMS) de híbridos de girassol (*Helianthus annuus*, L.) semeados em diferentes épocas  
 Table 5. Fresh (FMY) and dry matter yield (DMY) of sunflower hybrids (*Helianthus annuus*, L.) sowed in different dates

Híbridos <i>Hybrids</i>	Épocas de Semeadura - <i>Seeding dates</i>			Médias <i>Means</i>
	Outubro <i>October</i>	Novembro <i>November</i>	Dezembro <i>December</i>	
PMV (t ha <sup>-1</sup> ) - <i>FMY (t ha<sup>-1</sup>)</i>				
Rumbosol-91	18,66 <sup>Aa</sup>	19,09 <sup>Aa</sup>	11,70 <sup>Bb</sup>	16,48
M-734	17,16 <sup>Ba</sup>	19,12 <sup>Ba</sup>	43,76 <sup>Aa</sup>	26,68
C-11	16,12 <sup>Aab</sup>	20,17 <sup>Aa</sup>	7,22 <sup>Bb</sup>	14,50
BRS-191	12,55 <sup>Bb</sup>	9,45 <sup>Bb</sup>	39,71 <sup>Aa</sup>	20,57
Médias - <i>Means</i>	16,12	16,96	25,60	CV <sup>1</sup> = 17,2
PMS (t ha <sup>-1</sup> ) - <i>DMY (t ha<sup>-1</sup>)</i>				
Rumbosol-91	5,92 <sup>Aa</sup>	4,94 <sup>Ba</sup>	4,20 <sup>Bb</sup>	5,02
M-734	6,87 <sup>Ba</sup>	5,75 <sup>Ba</sup>	11,41 <sup>Aa</sup>	8,01
C-11	6,14 <sup>Aa</sup>	5,58 <sup>ABa</sup>	3,73 <sup>Bb</sup>	5,15
BRS-191	5,37 <sup>Ba</sup>	3,40 <sup>Bb</sup>	11,31 <sup>Aa</sup>	6,69
Médias - <i>Means</i>	6,07	4,92	07,66	CV <sup>1</sup> = 12,4

<sup>1</sup> CV (%) = Coeficiente de Variação.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem (P<0,05), respectivamente, entre épocas de semeadura e híbridos pelo teste de Tukey.

<sup>1</sup> CV (%) = Coefficient of Variation.

Means followed by different capital letters in the same line and by different small letters in the same column differ (P<.05), respectively, among seeding dates and hybrids by Tukey test.

Os híbridos M-734 e BRS-191 semeados em dezembro apresentaram maiores (P<0,05) PMV e PMS; e, abstraindo-se os riscos de estiagens em janeiro e fevereiro, parecem ser os mais indicados para a produção de silagem. Os rendimentos de fitomassa variaram de 7,22 a 43,76 t ha<sup>-1</sup> de PMV e 3,40 a 11,41 t ha<sup>-1</sup> de PMS. Rendimentos inferiores aos obtidos nesse estudo foram relatados por Mello et al. (2004) na mesma região fisiográfica e semeadura no segundo decêndio de novembro, com valores de 15,6 e 17,1 t ha<sup>-1</sup> de PMV; 3,1 e 3,7 t ha<sup>-1</sup> de PMS para Rumbosol-91 e M-734, respectivamente; e, por Tomich et al. (2003) em região tropical e semeadura na safrinha (fevereiro), com valores de 12,8 a 29,1 t ha<sup>-1</sup> de PMV e 3,6 a 7,7 t ha<sup>-1</sup> de PMS. Segundo Tosi et al. (1975), as produções de matéria seca dessa espécie variaram de 4,43 a 5,88 t ha<sup>-1</sup>, considerando-a como de baixa produtividade, em função de seus menores teores de matéria seca (15 a 23%). Em revisão, Evangelista & Lima (2001) relataram

rendimentos de 12 a 48 t ha<sup>-1</sup> PMV e 4 a 12 t ha<sup>-1</sup> PMS, influenciadas pela densidade de semeadura, idade de colheita e cultivar.

No estado de São Paulo, mudando apenas o cultivar utilizado, Ungaro et al. (2000) recomendaram distintas épocas de semeadura em termos de rendimento de aquênios e fitomassa, sendo a semeadura de janeiro para o IAC-Anhandy, julho e agosto para o VNIIMK, e em janeiro e junho para o Contisol 621. Entretanto, Silva & Mundstock (1990) afirmaram que a resposta do girassol em rendimento de grãos à época de semeadura não está relacionada com a precipitação durante a estação de crescimento ou com o híbrido utilizado, mas sim aos fatores de ambiente mais ou menos favoráveis para o desenvolvimento de seus patógenos. Avaliando o efeito da deficiência hídrica no rendimento de cultivares de girassol semeados em 36 épocas no estado de SP, Marin et al. (2000) recomendaram a semeadura entre 11 de outubro e 1º de dezembro em Piracicaba e Ribeirão Preto, e entre 21 de setembro e 11 de janeiro em Manduri. Estudando o efeito de duas épocas de semeadura (3º decêndio de julho e 2º decêndio de setembro) em três cultivares de girassol (Contisol 711, Dekalb 180 e GR 10) no estado do RS, Silva & Rizzardi (1993) relataram que a introdução do girassol como primeira cultura em um sistema de sucessão é uma alternativa viável, quando se utilizam cultivares de ciclo curto e em regiões específicas, caracterizadas por temperaturas mais elevadas e maior estação de crescimento, possibilitando antecipação da colheita e semeadura em sucessão das culturas de verão na época principal. Santos et al. (2002) também observaram grande variação na resposta de cultivares de girassol em função do tempo. De acordo com Fageria (1989), a variabilidade genética das plantas refere-se às características hereditárias de uma espécie vegetal ou cultivar, que apresenta diferença de crescimento ou produção em comparação com outra espécie ou cultivar, sob condições de ambiente ideais ou adversas. Assim, devido à exigência entre cultivares da

mesma espécie ser distinta, é comum observar-se acumulação de fitomassa diferenciada sob as mesmas condições de cultivo e para o mesmo ano agrícola. Além disso, infere-se que o girassol pode produzir maior quantidade de fitomassa verde por unidade de área que o milho e sorgo (30 a 60 t ha<sup>-1</sup> PMV), todavia, dificilmente supera essas gramíneas (12 a 18 t ha<sup>-1</sup> PMS) em produtividade de matéria seca.

Conforme Mello et al. (2004), tão importante quanto à contribuição dos constituintes estruturais da planta é a composição bromatológica dos mesmos. Logo, foram analisados os teores de MS, MO, PB (Tabela 6) e componentes da parede celular (Tabela 7) do colmo, folhas e capítulo. A interação entre épocas de semeadura e híbridos de girassol foi significativa ( $P < 0,05$ ) para a maioria dos constituintes e variáveis. Não houve interação ( $P > 0,05$ ) apenas para os teores de MO e FDN do colmo, porém seus teores de MO diferiram ( $P < 0,05$ ) entre épocas e híbridos, ao passo que os teores de FDN diferiram ( $P < 0,05$ ) somente entre épocas de semeadura.

Analisando os teores de MS (Tabela 6), verifica-se que os híbridos M-734 e BRS-191 semeados em outubro apresentaram maiores teores de MS do colmo e, juntamente com o híbrido C-11 semeado em dezembro, maiores teores de MS do capítulo. O híbrido BRS-191 semeado em todas as épocas acrescido de todos os híbridos semeados em dezembro apresentaram maiores teores de MS das folhas. Os teores de MS variaram de 21,4 a 46,0%; 27,1 a 74,3% e 17,6 a 36,5%, respectivamente, para colmo, folhas e capítulo. Amplitudes semelhantes foram relatadas por Evangelista & Lima (2001), com valores de 19,1 a 29,3% para o colmo; 28,4 a 80,1% para as folhas e 20,3 a 32,1% para o capítulo. Portanto, constata-se que o capítulo é o grande responsável pelos baixos teores de MS da cultura, pois, além de apresentar maior contribuição na planta (Tabela 4), atingiu os menores teores de MS (Tabela 6), seguido do colmo e folhas.

Tabela 6. Teores médios de MS, MO e PB dos constituintes da planta de híbridos de girassol semeados em diferentes épocas

Table 6. Means values of DM, OM and CP of constituent of the plant of sunflower hybrids sowed in different dates

Híbridos <i>Hybrids</i>	Épocas de Semeadura <i>Seeding dates</i>				Médias <i>Means</i>	Épocas de Semeadura <i>Seeding dates</i>				Médias <i>Means</i>	Épocas de Semeadura <i>Seeding dates</i>				Médias <i>Means</i>
	Out.	Nov.	Dez.			Out.	Nov.	Dez.			Out.	Nov.	Dez.		
	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dec.</i>			<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dec.</i>			<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dec.</i>		
	Colmo - <i>Stem</i>					Folhas - <i>Leaves</i>					Capítulo - <i>Head</i>				
	----- Matéria seca (MS, %) – <i>Dry matter (DM, %)</i> -----														
Rumbosol-91	35,2 <sup>Ab</sup>	28,4 <sup>Abc</sup>	31,2 <sup>Aa</sup>	31,6	30,2 <sup>Bd</sup>	39,0 <sup>ABb</sup>	52,8 <sup>Aa</sup>	40,7	22,3 <sup>Bc</sup>	17,6 <sup>Bc</sup>	29,1 <sup>Ab</sup>	23,0			
M-734	43,4 <sup>Aa</sup>	32,6 <sup>Bab</sup>	21,4 <sup>Cc</sup>	32,5	48,2 <sup>Ab</sup>	34,3 <sup>Abc</sup>	47,3 <sup>Aa</sup>	43,3	31,4 <sup>Aab</sup>	25,9 <sup>Ba</sup>	20,5 <sup>Cc</sup>	25,9			
C-11	35,7 <sup>Ab</sup>	26,2 <sup>Bc</sup>	28,4 <sup>ABab</sup>	30,1	36,4 <sup>Bc</sup>	27,1 <sup>Cc</sup>	74,3 <sup>Aa</sup>	45,9	27,3 <sup>Bb</sup>	21,6 <sup>Cb</sup>	36,5 <sup>Aa</sup>	28,5			
BRS-191	46,0 <sup>Aa</sup>	34,6 <sup>Ba</sup>	24,7 <sup>Cbc</sup>	35,1	58,9 <sup>Aa</sup>	68,1 <sup>Aa</sup>	40,9 <sup>Aa</sup>	56,0	34,3 <sup>Aa</sup>	24,1 <sup>Bab</sup>	20,6 <sup>Bc</sup>	26,3			
Médias <i>Means</i>	40,1	30,4	26,4	CV <sup>1</sup> =9	43,4	42,1	53,8	CV=23	28,8	22,3	26,7	CV <sup>1</sup> =8			
	----- Matéria orgânica (MO, %) – <i>Organic matter (OM, %)</i> -----														
Rumbosol-91	96,0	94,6	93,9	94,8 <sup>a</sup>	85,4 <sup>Aa</sup>	80,2 <sup>Ba</sup>	85,1 <sup>Aab</sup>	83,6	93,6 <sup>Aa</sup>	91,9 <sup>Aab</sup>	93,7 <sup>Aa</sup>	93,1			
M-734	95,7	94,5	91,7	94,0 <sup>ab</sup>	85,0 <sup>Aa</sup>	85,1 <sup>Aa</sup>	81,6 <sup>Bc</sup>	83,9	93,7 <sup>Aa</sup>	93,4 <sup>Aba</sup>	92,4 <sup>Bab</sup>	93,2			
C-11	95,4	94,4	90,9	93,6 <sup>b</sup>	86,3 <sup>Aa</sup>	83,7 <sup>Aa</sup>	87,2 <sup>Aa</sup>	85,7	93,4 <sup>Aa</sup>	93,0 <sup>Aa</sup>	92,9 <sup>Aab</sup>	93,1			
BRS-191	95,8	94,5	93,5	94,6 <sup>ab</sup>	84,2 <sup>Aa</sup>	84,4 <sup>Aa</sup>	83,4 <sup>Abc</sup>	84,0	93,6 <sup>Aa</sup>	89,8 <sup>Bb</sup>	92,2 <sup>ABb</sup>	91,9			
Médias <i>Means</i>	95,7 <sup>A</sup>	94,5 <sup>B</sup>	92,5 <sup>C</sup>	CV <sup>1</sup> =1	85,2	83,4	84,3	CV <sup>1</sup> =2	93,6	92,0	92,8	CV <sup>1</sup> =1			
	----- Proteína bruta (PB, %) – <i>Crude protein (CP, %)</i> -----														
Rumbosol-91	2,7 <sup>Ba</sup>	6,3 <sup>Aa</sup>	3,7 <sup>Bb</sup>	4,2	11,8 <sup>Aa</sup>	12,4 <sup>Aa</sup>	11,7 <sup>Ab</sup>	12,0	12,3 <sup>Ba</sup>	13,1 <sup>Ba</sup>	18,4 <sup>Aa</sup>	14,6			
M-734	2,7 <sup>Ba</sup>	5,1 <sup>Aab</sup>	5,3 <sup>Aab</sup>	4,4	9,0 <sup>Ab</sup>	12,0 <sup>Aab</sup>	11,8 <sup>Ab</sup>	10,9	12,3 <sup>Ca</sup>	14,7 <sup>Ba</sup>	17,0 <sup>Aab</sup>	14,6			
C-11	1,9 <sup>Ca</sup>	5,2 <sup>Bab</sup>	7,2 <sup>Aa</sup>	4,8	10,2 <sup>Aab</sup>	13,7 <sup>Aa</sup>	11,0 <sup>Ab</sup>	11,6	12,5 <sup>Ba</sup>	14,0 <sup>Ba</sup>	18,8 <sup>Aa</sup>	15,1			
BRS-191	2,1 <sup>Ba</sup>	3,9 <sup>ABb</sup>	4,9 <sup>Aab</sup>	3,6	8,6 <sup>Bb</sup>	8,9 <sup>Bb</sup>	17,9 <sup>Aa</sup>	11,8	11,1 <sup>Ba</sup>	14,5 <sup>Aa</sup>	15,1 <sup>Ab</sup>	13,6			
Médias <i>Means</i>	2,3	5,1	5,3	CV=18	9,9	11,8	13,1	CV=11	12,0	14,1	17,3	CV <sup>1</sup> =8			

<sup>1</sup> CV (%) = Coeficiente de variação. Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem (P<0,05), respectivamente, entre épocas de semeadura e híbridos pelo teste de Tukey.

<sup>1</sup> CV (%) = Coefficient of variation. Means followed by different capital letters in the same line and by different small letters in the same column differ (P<.05), respectively, among seeding dates and hybrids by Tukey test.

Os teores de MO variaram de 90,9 a 96,0% para o colmo; 80,2 a 87,2% para as folhas e 89,8 a 93,7% para o capítulo, sendo que os menores teores foram encontrados no híbrido C-11 para o colmo, no Rumbosol-91 semeado em novembro para as folhas, e no BRS-191 semeado em novembro para o capítulo. Nota-se que os teores de MO do colmo diminuíram da semeadura em outubro para dezembro, provavelmente, devido ao incremento da temperatura no mesmo período (Tabela 2), a qual eleva a atividade microbiológica do solo e, por conseguinte, a mineralização da matéria orgânica.

Os teores de PB oscilaram de 1,9 a 7,2%; 8,6 a 17,9% e 11,1 a 18,8%, respectivamente, para colmo, folhas e capítulo. Todos os híbridos semeados em outubro apresentaram menores ( $P<0,05$ ) teores de PB no colmo e capítulo. No entanto, o híbrido C-11 semeado em dezembro apresentou maior ( $P<0,05$ ) teor de PB no colmo e, juntamente com o Rumbosol-91 semeado em dezembro, maiores ( $P<0,05$ ) teores de PB no capítulo. Nas folhas, os menores ( $P<0,05$ ) teores de PB foram obtidos para o híbrido BRS-191 semeado em outubro e novembro juntamente com o M-734 semeado em outubro, por outro lado, o maior ( $P<0,05$ ) teor de PB foi encontrado para o híbrido BRS-191 semeado em dezembro. Atenta-se que os teores de PB no colmo, folhas e capítulo aumentaram da semeadura em outubro para dezembro, podendo ser justificados do mesmo modo que para a MO, pelo aumento da temperatura no mesmo período, elevando a atividade microbiológica e, conseqüentemente, a mineralização do N livre no solo.

Em relação aos componentes da parede celular dos constituintes da planta (Tabela 7), observa-se que os menores ( $P<0,05$ ) teores de FDN e FDA no colmo foram encontrados na semeadura em novembro. O híbrido BRS-191 semeado em novembro apresentou menores ( $P<0,05$ ) teores de FDN e FDA nas folhas.

Tabela 7. Componentes da parede celular dos constituintes da planta de híbridos de girassol semeados em diferentes épocas

Table 7. Cell wall components of constituent of the plant of sunflower hybrids sowed in different dates

Híbridos <i>Hybrids</i>	Épocas de Semeadura <i>Seeding dates</i>				Médias <i>Means</i>	Épocas de Semeadura <i>Seeding dates</i>				Médias <i>Means</i>	Épocas de Semeadura <i>Seeding dates</i>				Médias <i>Means</i>
	Out.	Nov.	Dez.			Out.	Nov.	Dez.			Out.	Nov.	Dez.		
	<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dec.</i>			<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dec.</i>			<i>Oct.</i>	<i>Nov.</i>	<i>Dec.</i>		
	Colmo - <i>Stem</i>					Folhas - <i>Leaves</i>					Capítulo - <i>Head</i>				
----- Fibra em detergente neutro (FDN, %) – <i>Neutral detergent fiber (NDF, %)</i> -----															
Rumbosol-91	75,2	72,7	78,9	75,6	37,0 <sup>Aab</sup>	36,5 <sup>Aa</sup>	38,4 <sup>Aa</sup>	37,3	35,1 <sup>ABa</sup>	39,0 <sup>Aa</sup>	32,0 <sup>Bbc</sup>	35,4			
M-734	77,2	75,8	76,5	76,5	38,4 <sup>Ba</sup>	36,0 <sup>Ca</sup>	40,3 <sup>Aa</sup>	38,2	34,0 <sup>Bab</sup>	33,0 <sup>Bb</sup>	39,8 <sup>Aa</sup>	35,6			
C-11	78,5	73,6	77,1	76,4	35,7 <sup>Aab</sup>	35,9 <sup>Aa</sup>	43,9 <sup>Aa</sup>	38,5	32,3 <sup>Ab</sup>	31,0 <sup>Ab</sup>	28,2 <sup>Ac</sup>	30,5			
BRS-191	79,7	73,9	78,7	77,4	34,5 <sup>Ab</sup>	31,4 <sup>Bb</sup>	34,7 <sup>Aa</sup>	33,5	35,8 <sup>Aa</sup>	32,9 <sup>Ab</sup>	35,2 <sup>Aab</sup>	34,6			
Médias <i>Means</i>	77,6 <sup>A</sup>	74,0 <sup>B</sup>	77,8 <sup>A</sup>	CV <sup>1</sup> =3	36,4	34,9	39,3	CV <sup>1</sup> =6	34,3	34,0	33,8	CV <sup>1</sup> =5			
----- Fibra em detergente ácido (FDA, %) – <i>Acid detergent fiber (ADF, %)</i> -----															
Rumbosol-91	63,0 <sup>Aa</sup>	57,0 <sup>Ba</sup>	66,5 <sup>Aa</sup>	62,2	35,6 <sup>Aab</sup>	36,2 <sup>Aa</sup>	34,8 <sup>Aa</sup>	35,5	25,7 <sup>Ca</sup>	33,6 <sup>Aa</sup>	28,0 <sup>Bab</sup>	29,1			
M-734	65,7 <sup>Aa</sup>	59,9 <sup>Aa</sup>	60,6 <sup>Ab</sup>	62,1	38,0 <sup>Ba</sup>	35,7 <sup>Ca</sup>	40,1 <sup>Aa</sup>	37,9	25,5 <sup>Ca</sup>	28,2 <sup>Bb</sup>	32,6 <sup>Aa</sup>	28,8			
C-11	64,9 <sup>Aa</sup>	58,9 <sup>Ba</sup>	62,0 <sup>ABab</sup>	61,9	34,9 <sup>Bb</sup>	35,7 <sup>ABa</sup>	43,6 <sup>Aa</sup>	38,1	27,2 <sup>Aa</sup>	27,7 <sup>Ab</sup>	25,3 <sup>Ab</sup>	26,7			
BRS-191	67,3 <sup>Aa</sup>	61,3 <sup>Ba</sup>	67,0 <sup>Aa</sup>	65,2	34,3 <sup>Ab</sup>	31,1 <sup>Bb</sup>	34,4 <sup>Aa</sup>	33,3	23,8 <sup>Ca</sup>	30,7 <sup>Aab</sup>	28,3 <sup>Bab</sup>	27,6			
Médias <i>Means</i>	65,2	59,3	64,0	CV <sup>1</sup> =3	35,7	34,7	38,2	CV <sup>1</sup> =6	25,5	30,1	28,5	CV <sup>1</sup> =5			
----- Lignina em detergente ácido (LDA, %) – <i>Acid detergent lignin (ADL, %)</i> -----															
Rumbosol-91	11,0 <sup>Aa</sup>	13,1 <sup>Aa</sup>	14,5 <sup>Ab</sup>	12,9	8,6 <sup>Ba</sup>	16,5 <sup>Aa</sup>	9,8 <sup>Ba</sup>	11,6	5,9 <sup>Ca</sup>	10,0 <sup>Aa</sup>	7,7 <sup>Bab</sup>	7,9			
M-734	10,9 <sup>Ba</sup>	12,4 <sup>Ba</sup>	21,4 <sup>Aa</sup>	14,9	7,7 <sup>Aa</sup>	14,2 <sup>Aab</sup>	13,1 <sup>Aa</sup>	11,7	4,4 <sup>Ba</sup>	7,5 <sup>Ab</sup>	6,8 <sup>Aab</sup>	6,2			
C-11	11,2 <sup>Aa</sup>	12,6 <sup>Aa</sup>	14,1 <sup>Ab</sup>	12,6	7,9 <sup>Ba</sup>	15,3 <sup>Aab</sup>	14,0 <sup>Aa</sup>	12,4	5,8 <sup>Ba</sup>	7,4 <sup>Ab</sup>	6,1 <sup>Bb</sup>	6,4			
BRS-191	12,8 <sup>Aa</sup>	12,1 <sup>Aa</sup>	15,0 <sup>Ab</sup>	13,3	9,8 <sup>Ba</sup>	11,5 <sup>ABb</sup>	14,6 <sup>Aa</sup>	12,0	5,7 <sup>Ba</sup>	8,7 <sup>ABab</sup>	9,6 <sup>Aa</sup>	8,0			
Médias <i>Means</i>	11,5	12,6	16,2	CV=13	8,5	14,4	12,9	CV=13	5,5	8,4	7,6	CV=11			

<sup>1</sup> CV (%) = Coeficiente de variação. Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem (P<0,05), respectivamente, entre épocas de semeadura e híbridos pelo teste de Tukey.

<sup>1</sup> CV (%) = Coefficient of variation. Means followed by different capital letters in the same line and by different small letters in the same column differ (P<.05), respectively, among seeding dates and hybrids by Tukey test.

Da mesma forma, verifica-se que o híbrido C-11 semeado em dezembro apresentou menores teores de FDN e FDA no capítulo. Destacam-se os elevados teores de FDN e FDA observados no colmo em relação às folhas e capítulo. Os maiores ou menores valores de FDN e FDA refletem, substancialmente, em diferenças na deposição de celulose, haja vista os reduzidos teores de hemicelulose da cultura e devido às concentrações de lignina não acompanharem a tendência supracitada.

Os teores de LDA no colmo, folhas e capítulo foram menores em todos os híbridos semeados em outubro, supostamente, devido as menores temperaturas e fotoperíodo durante essa época de semeadura, pois, conforme exposto por Mertens (1992), temperaturas elevadas aceleram o processo de maturação fisiológica, reduzindo o conteúdo celular e aumentando o processo de lignificação. Salientam-se os elevados teores de LDA encontrados no colmo, com valores oscilando entre 10,9 e 21,4%, provavelmente, em razão da necessidade de uma estrutura mais rígida para suportar o peso do capítulo.

E ainda, que os teores de PB cresceram (Tabela 6) e os de FDN, FDA e LDA (Tabela 7) decresceram para colmo, folhas e capítulo, respectivamente. Comparando culturas de milho, sorgo e girassol, Mello et al. (2004) também notaram teores decrescentes de FDN (59,7; 40,7 e 31,6%) e FDA (56,8; 34,7 e 28,6%) para colmo, folhas e capítulo em dois híbridos de girassol; entretanto, o teor médio de LDA do colmo foi menor (9,4%) que o da folha (9,8%). Os mesmos autores não encontraram teores crescentes de PB para colmo, folhas e capítulo, pois, o teor de PB na folha foi maior (12,6%) que no capítulo (12,0%), provavelmente, em razão da colheita da forragem ter sido efetuada em estágio mais imaturo.

A composição bromatológica da planta inteira pode ser visualizada na Tabela 8.

Tabela 8. Composição bromatológica da planta inteira de híbridos de girassol (*Helianthus annuus*, L) semeados em diferentes épocas

Table 8. Bromatological composition of the whole plant of sunflower hybrids (*Helianthus annuus*, L.) sowed in different dates

Híbridos <i>Hybrids</i>	Épocas de Semeadura - <i>Seeding dates</i>			Médias <i>Means</i>
	Outubro <i>October</i>	Novembro <i>November</i>	Dezembro <i>December</i>	
Matéria seca (%) – <i>Dry matter (%)</i>				
Rumbosol-91	28,7 <sup>Ac</sup>	23,2 <sup>Ab</sup>	33,5 <sup>Ab</sup>	28,5
M-734	36,5 <sup>Aab</sup>	27,2 <sup>Bab</sup>	23,7 <sup>Bb</sup>	29,1
C-11	34,6 <sup>Bb</sup>	25,2 <sup>Cb</sup>	47,9 <sup>Aa</sup>	35,9
BRS-191	39,2 <sup>Aa</sup>	32,3 <sup>ABa</sup>	26,2 <sup>Bb</sup>	32,6
Médias - <i>Means</i>	34,7	27,0	32,8	CV <sup>1</sup> =10,4
Matéria orgânica (%) – <i>Organic matter (%)</i>				
Rumbosol-91	92,8	91,1	92,3	92,1
M-734	93,4	90,8	91,1	91,8
C-11	92,8	90,4	91,2	91,5
BRS-191	92,9	90,8	91,0	91,6
Médias - <i>Means</i>	93,0 <sup>A</sup>	90,8 <sup>B</sup>	91,4 <sup>B</sup>	CV <sup>1</sup> =0,7
Proteína bruta (%) – <i>Crude protein (%)</i>				
Rumbosol-91	9,4	14,4	14,5	12,8
M-734	7,0	14,2	14,8	12,0
C-11	9,1	14,0	15,7	12,9
BRS-191	9,1	13,7	14,0	12,3
Médias - <i>Means</i>	8,7 <sup>B</sup>	14,1 <sup>A</sup>	14,8 <sup>A</sup>	CV <sup>1</sup> =10,4
FDN (%) – <i>NDF (%)</i>				
Rumbosol-91	48,7 <sup>Ab</sup>	40,6 <sup>Ba</sup>	41,6 <sup>Bb</sup>	43,6
M-734	59,7 <sup>Aa</sup>	39,8 <sup>Ba</sup>	39,5 <sup>Bb</sup>	46,3
C-11	48,0 <sup>Ab</sup>	36,8 <sup>Ba</sup>	39,3 <sup>Bb</sup>	41,4
BRS-191	53,8 <sup>Aab</sup>	40,9 <sup>Ba</sup>	46,4 <sup>ABa</sup>	47,0
Médias - <i>Means</i>	52,5	39,5	41,7	CV <sup>1</sup> =4,5
FDA (%) – <i>ADF (%)</i>				
Rumbosol-91	40,3 <sup>Abc</sup>	38,8 <sup>Aa</sup>	39,3 <sup>Aa</sup>	39,5
M-734	47,2 <sup>Aa</sup>	36,2 <sup>Ba</sup>	39,0 <sup>Ba</sup>	40,8
C-11	38,9 <sup>Ac</sup>	35,3 <sup>Aa</sup>	33,6 <sup>Ab</sup>	35,9
BRS-191	45,0 <sup>Aab</sup>	34,8 <sup>Ba</sup>	38,4 <sup>ABab</sup>	39,4
Médias - <i>Means</i>	42,8	36,3	37,6	CV <sup>1</sup> =4,7
LDA (%) – <i>ADL (%)</i>				
Rumbosol-91	8,8 <sup>Ab</sup>	10,6 <sup>Aa</sup>	9,9 <sup>Aab</sup>	9,8
M-734	8,8 <sup>Ab</sup>	9,4 <sup>Aa</sup>	6,5 <sup>Bc</sup>	8,2
C-11	6,9 <sup>Bb</sup>	9,3 <sup>Aa</sup>	9,0 <sup>ABb</sup>	8,4
BRS-191	12,4 <sup>Aa</sup>	9,5 <sup>Ba</sup>	10,6 <sup>ABa</sup>	10,8
Médias - <i>Means</i>	9,2	9,7	9,0	CV <sup>1</sup> =7,7

<sup>1</sup> CV (%) = Coeficiente de Variação.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem (P<0,05), respectivamente, entre épocas de semeadura e híbridos pelo teste de Tukey.

<sup>1</sup> CV (%) = Coefficient of Variation.

Means followed by different capital letters in the same line and by different small letters in the same column differ (P<.05), respectively, among seeding dates and hybrids by Tukey test.

A interação entre épocas de semeadura e híbridos de girassol foi significativa ( $P < 0,05$ ) para os teores de MS e componentes da parede celular (FDN, FDA e LDA). Para os teores de MO e PB houve efeito ( $P < 0,05$ ) apenas da época de semeadura, sendo que os teores de MO diminuíram e os teores de PB aumentaram da semeadura em outubro para dezembro, provavelmente, devido ao aumento da mineralização da matéria orgânica do solo promovida pelo incremento da temperatura (Tabela 2) durante o mesmo período. Destaca-se que os teores de PB variaram de 7 a 15,7%, demonstrando assim a riqueza protéica da cultura.

Os teores de MS oscilaram de 23,2% no híbrido Rumbosol-91 semeado em novembro a 47,9% no híbrido C-11 semeado em dezembro. Entretanto, os teores de matéria seca comumente indicados para ensilagem das culturas de milho e sorgo têm sido de 27 a 37% (Paiva, 1976; Consentino, 1978; Boin, 1985; Nussio, 1990; Nussio, 1991; Nussio, 1992; Zago, 1991). McDonald et al. (1991) consideraram o baixo teor de matéria seca, 17 a 18% no estágio de grãos leitosos, como fator limitante da cultura, e que esse baixo teor não está apenas relacionado à colheitas precoces, como também a utilização de cultivares que mantêm elevado teor de umidade, mesmo em estádios avançados de maturidade fisiológica. Valores semelhantes aos obtidos nesse estudo foram relatados por Evangelista & Lima (2001), com teores 15,4 a 47,8% de MS na silagem de girassol, sendo considerados satisfatórios para a cultura. Mello et al. (2004) ensilaram o girassol com teores de 20,1 e 21,8% MS sem comprometer a qualidade fermentativa da silagem produzida, todavia não avaliaram perdas por lixiviação dos nutrientes na forma de efluentes, as quais podem chegar a 8% quando o teor de matéria seca é inferior a 30% (Consentino, 1978). Por outro lado, Kung & Shaver (2005) relataram que para o processo fermentativo ser comprometido e os valores de pH serem elevados ( $\text{pH} > 4,4$ ) é necessário que a MS da forrageira ensilada seja superior a 50%.

Assim, embora os teores de MS obtidos nesse estudo estejam fora da faixa normalmente indicada pela literatura para as culturas de milho e sorgo, esses podem ser considerados satisfatórios para a cultura do girassol.

Analisando os componentes da parede celular da planta inteira, observa-se que os teores de FDN e FDA foram maiores no híbrido M-734 semeado em outubro. Por outro lado, nota-se que os menores teores de FDN e FDA foram observados na semeadura em novembro. Ressalta-se ainda que a cultura é praticamente desprovida de hemicelulose, além de apresentar elevados teores de FDA (FDA > 30%), os quais são correlacionados negativamente com a digestibilidade.

Os teores de LDA oscilaram entre 6,5 a 12,4%, sendo que os híbridos M-734 semeado em dezembro e C-11 semeado em outubro apresentaram os menores ( $P < 0,05$ ) teores, em contrapartida, o híbrido BRS-191 semeado em outubro apresentou o maior ( $P < 0,05$ ) teor de LDA. Assim, verifica-se que a cultura apresenta elevados teores de lignina, podendo reduzir o consumo voluntário pelo animal. Além disso, a lignina pode limitar a extensão de digestão dos demais componentes da parede celular, dependendo de sua concentração e composição estrutural (Jung, 1989).

### **Conclusões**

A interação entre épocas de semeadura e híbridos de girassol foi significativa para a maioria das características fenológicas, produtivas e qualitativas. E, os fatores meteorológicos temperatura, insolação e fotoperíodo exerceram efeitos marcantes sobre os mesmos.

A semeadura em outubro (antecipada) proporcionou maior ciclo, porte e teores de matéria orgânica, mas menor diâmetro e participação de capítulo, e teores de proteína bruta e lignina que a semeadura em dezembro (tardia).

O híbrido M-734 semeado em dezembro apresentou melhor relação entre fenologia, produtividade e composição bromatológica visando a produção de silagem de alta qualidade.

### Literatura Citada

- AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16th ed., Washington, DC.: AOAC, 1995. 2000p.
- BANYS, V.L.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V. von; FALCO, J.E. et al. Consórcio milho-girassol: características agronômicas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.20, n.1, p.84-89, 1996.
- BARNI, N.A.; BERLATO, M.A.; SANTOS, A.O. et al. Análise de crescimento do girassol em resposta a cultivares, níveis de adubação e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.1, n.2, p.167-184, 1995a.
- BARNI, N.A.; BERLATO, M.A.; BERGAMASCHI, H. et al. Rendimento máximo do girassol com base na radiação solar e temperatura: II. produção de fitomassa e rendimento de grãos. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.1, n.2, p.201-216, 1995b.
- BOIN, C. Utilização de volumoso para gado de corte. In: SIMPÓSIO DE GADO DE CORTE, 1, 1985, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: v.1, p.38-61, 1985.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: Departamento Regional de Pesquisa Agropecuária: Divisão de Pesquisas Pedológicas, 1973. 431p. (DNPEA, Boletim Técnico, 30).
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 3. ed. Passo Fundo: SBCS, Núcleo Regional Sul / EMBRAPA - CNPT. 1995. 223p.
- CONSENTINO, J.R. Fermentações da silagem. **Zootecnia**, Nova Odessa, v.16, n.1, p.57-61, 1978.
- DEMARCHI, J.J.A.A. A cultura do girassol para produção de silagens – parte 1 de 2 - características agronômicas. Disponível em: <<http://www.beefpoint.com.br>>. Acesso em: 24 nov. 2000.
- DUDIENAS, C.; UNGARO, M.R.G.; MORAES, S.A. Alternaria disease development under tropical conditions. **Helia**, Novi Sad, v.21, n.29, p.63-72. 1998.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. Utilização de silagens de girassol na alimentação animal. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; DAMASCENO, J.C. et al. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1, 2001, Maringá, PR. **Anais...** Maringá: UEM, p.177-217, 2001.

- FAGERIA, N.K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: EMBRAPA-CNPAP, 1989. 425p.
- FONSECA, F.S.; GARCIA, S.M.; CARRER, C.R.O. et al. Estudo comparativo da matéria seca, proteína bruta e alguns parâmetros de crescimento de duas cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.) para silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. CD-ROM.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis: apparatus, reagents, procedures and some applications**. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture, 1970. 20p. (USDA, Agricultural Handbook, 379).
- KUNG, L.; SHAVER, R. Interpretation and use of silage fermentation analysis reports: In: FOCUS ON FORAGE, 3, 2001, Madison. **Anais eletrônicos...** Madison: University of Wisconsin, Team Forage, v.3, n.13, 2001. Disponível em: <<http://www.uwex.edu/ces/crops/uwforage/focusonforage.htm>>. Acesso em: 22 jan. de 2005.
- MARIN, F.R.; SENTELHAS, P.C.; UNGARO, M.R.G. Perda de rendimento potencial da cultura do girassol por deficiência hídrica, no Estado de São Paulo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.1, p.1-6, 2000.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- MELLO, R.; NÖRNBERG, J.L.; ROCHA, M.G. Potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, n.1, p.87-95, 2004.
- MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: SBZ, p.1-32, 1992.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.
- NUSSIO, L.G. Milho e sorgo na produção de silagem. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Eds.) **Produção de alimentos volumosos para bovinos**. Piracicaba: FEALQ, p.89-205, 1990.
- NUSSIO, L.G. Cultura de milho para a produção de silagem de alto valor alimentício. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, 1991, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.59-168, 1991.
- NUSSIO, L.G. Produção de silagem de alta qualidade. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 19, 1992, Porto Alegre, RS. **Conferências...** Porto Alegre: SSA/SCT/ABMS/EMATER-RS/EMBRAPA-CNPMS, p.155-175, 1992.
- PAIVA, J.A.J. **Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais**. Belo Horizonte, MG, UFMG, 1976. 85p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da UFMG, 1976.
- REZENDE, A.V.; EVANGELISTA, A.R.; SIQUEIRA, G.R. et al. Efeito da densidade de semeadura sobre a produtividade e composição bromatológica de silagens de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, edição especial, p.1672-1678, 2003.

- SANTOS, A.C.; ANDRADE, A.P.; LIMA, J.R.S. et al. Variabilidade temporal da precipitação pluvial: nível de nitrogênio no solo e produtividade de cultivares de girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.5, p.757-764, 2002.
- SAS – STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS System for Windows**. Cary: SAS Institute Inc., v.8.0, 1999.
- SILVA, P.R.F.; MUNDSTOCK, C.M. Época de semeadura. In: **Girassol: indicações para o cultivo no Rio Grande do Sul**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, Faculdade de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Setor de Plantas de Lavoura, p.13-18, 1990. 71p.
- SILVA, P.R.F.; RIZZARDI, M.A. Resposta de cultivares de girassol à densidade de plantas em duas épocas de semeaduras II. características associadas a colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.6, p.689-700, 1993.
- TOMICH, T.R.; RODRIGUES, J.A.S.; GONÇALVES, L.C. et al. Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safrinha para ensilagem. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.55, n.6, p.756-762, 2003.
- TOSI, H.; SILVEIRA, A.C.; FARIA, V.P. et al. Avaliação do girassol (*Helianthus annuus*) como planta para a ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.4, p.39-48, 1975.
- UNGARO, M.R.G.; NOGUEIRA, S.S.S.; NAGAI, V. Parâmetros fisiológicos, produção de aquênios e fitomassa de girassol em diferentes épocas de cultivo. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.2, p.205-211, 2000.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- ZAFFARONI, E.; GRIGOLO, S.C. Determinação da época de plantio do girassol na região sul do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.2, n.2, p.138-142, 1998.
- ZAGO, C.P. Cultura do sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, 1991, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p.169-217, 1991.

## CAPÍTULO II

### Composição Química, Digestibilidade e Cinética de Degradação Ruminal das Silagens de Híbridos de Girassol em Diferentes Épocas de Semeadura

**Resumo:** Objetivou-se estimar o valor nutritivo das silagens de quatro híbridos de girassol: Rumbosol-91 (forrageiro), M-734 (duplo-propósito), C-11 (duplo-propósito) e BRS-191 (granífero) semeados em três épocas: outubro (antecipada), novembro (normal) e dezembro (tardia) por intermédio de análise química, digestibilidade e cinética de degradação ruminal. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com arranjo fatorial 4 x 3 (quatro híbridos x três épocas de semeadura) e três repetições. Os teores de matéria seca variaram de 23,2 a 43,0%; pH de 4,0 a 5,1 e nitrogênio amoniacal como percentagem do nitrogênio total de 5,3 a 16,8%, demonstrando a diversidade de resultados em estágio de maturidade semelhante da cultura. Em relação a composição mineral, os teores oscilaram entre 6,8 a 8,8% de matéria mineral; 0,61 a 0,93% de cálcio; 0,28 a 0,53% de fósforo; 0,52 a 0,76% de magnésio; 1,37 a 3,16% de potássio e 0,010 a 0,033% de sódio, sendo que os teores aumentaram da semeadura em outubro para dezembro. O híbrido Rumbosol-91 apresentou menor extrato etéreo e maiores teores de N na parede celular, N indisponível e carboidratos totais (CHOT). Os teores de proteína bruta aumentaram e os de CHOT diminuíram da semeadura em outubro para dezembro. A semeadura em novembro e o híbrido C-11 apresentaram menores teores de fibra em detergente neutro (FDN), FDN corrigida para cinzas e proteína (FDN<sub>cp</sub>), e fibra em detergente ácido. O híbrido Rumbosol-91 apresentou maior digestibilidade *in vitro* da MS e da FDN que os demais. A semeadura em novembro e os híbridos C-11 e M-734 apresentaram maior teor de nutrientes digestíveis totais. O desaparecimento da matéria seca pode ser representado por um único perfil de degradação. A proporção de FDN indegradável (*I*) aumentou da semeadura em outubro para dezembro, sendo que o híbrido BRS-191 semeado em dezembro apresentou maior *I*. Logo, conclui-se que os híbridos M-734 e C-11 semeados em novembro apresentaram melhor relação entre análise química, digestibilidade, nutrientes digestíveis totais e cinética de degradação ruminal.

**Palavras-chave:** cinética ruminal, composição bromatológica, digestão *in vitro*, *Helianthus annuus*, técnica gravimétrica

## CHAPTER II

### Chemical Composition, Digestibility and Ruminal Degradation Kinetics of the Silages of Sunflower Hybrids in Different Seeding Dates

**Abstract:** The objective was to estimate the nutritive value of the silages of four sunflower hybrids: Rumbosol-91 (forage), M-734 (double purpose), C-11 (double purpose) and BRS-191 (grain) sowed in three dates: October (early), November (normal) and December (delayed) using the chemical composition, digestibility and ruminal degradation kinetics. A randomized block experimental design in a 4 x 3 factorial arrangement (four hybrids x three seeding dates) with three replicates was used. The dry matter values ranged from 23.2 to 43.0%; pH from 4.0 to 5.1 and ammonia nitrogen as percentage of the total nitrogen from 5.3 to 16.8%, demonstrating the diversity of results in the same maturity phase of the culture. In relation to mineral composition, the values ranged among 6.8 to 8.8% for mineral matter; 0.61 to 0.93% for calcium; 0.28 to 0.53% for phosphorus; 0.52 to 0.76% for magnesium; 1.37 to 3.16% for potassium and 0.010 to 0.033% for sodium, and the values increased from seeding in October to December. The Rumbosol-91 hybrid showed smallest ether extract and highest N in the cell wall, unavailable N and total carbohydrates (TC) values. The crude protein increased from seeding in October to December, while the TC values decreased. The seeding in November and the C-11 hybrid showed smallest neutral detergent fiber (NDF), NDF corrected for ash and protein (NDFcp), and acid detergent fiber values. The Rumbosol-91 hybrid showed higher *in vitro* DM and NDF digestibility than others. The seeding in November and the C-11 and M-734 hybrids showed highest total digestible nutrient values. The DM disappearance can be represented by only one degradation profile. The NDF indegradable (*I*) proportion increased from seeding in October to December, and the BRS-191 hybrid sowed in December showed highest *I*. Thus, the M-734 and C-11 hybrids sowed in November showed better relationship among the chemical analysis, digestibility, total digestible nutrients and ruminal degradation kinetics.

**Key words:** bromatological composition, gravimetric technique, *Helianthus annuus*, *in vitro* digestion, ruminal kinetics

## Introdução

Um dos principais entraves para o desenvolvimento da pecuária nacional refere-se à produção estacional de forragem, que historicamente concentra-se no verão, quando maior precipitação (Brasil Central) e temperaturas mais elevadas (Sul do Brasil) resultam em maior crescimento das plantas forrageiras. No inverno, com menor temperatura (Sul do Brasil) e baixa ocorrência de chuvas (Brasil Central), o crescimento das plantas é reduzido, resultando em baixa disponibilidade e qualidade de forragem. Esta situação, normalmente, condiciona a necessidade de suplementação das pastagens na seca (Brasil Central) e no frio (Sul do Brasil), principalmente quando se trata de produção intensiva e racional, tanto de leite quanto de carne. A silagem como alimentação suplementar nos períodos frios na região Sul e nos períodos secos na região Central tem sido uma excelente alternativa para que os rebanhos continuem produzindo mesmo que não tenham à sua disposição pastagens convencionais em quantidade e qualidade suficiente para atender a demanda produtiva.

Há um grande número de plantas forrageiras que se prestam à produção de silagem. O milho (*Zea mays*, L.) e sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench) são os mais recomendados, sendo o milho considerado a espécie padrão. Ultimamente, o interesse pela utilização da cultura do girassol (*Helianthus annuus*, L.) na forma de silagem tem aumentado. As vantagens do emprego do girassol em comparação ao milho e sorgo para ensilagem tem sido atribuída a sua ampla adaptabilidade às diferentes condições edafoclimáticas, menor período vegetativo e alta qualidade do produto final ensilado, especialmente pelo maior teor protéico, possibilitando economia no balanceamento de rações (Evangelista & Lima, 2001).

Atualmente, diversos híbridos de girassol estão disponíveis no mercado com grande variabilidade genética na produção e concentração de nutrientes, tornando

importante estudos comparativos. Estudos dessa natureza podem contribuir com programas de melhoramento genético e possibilitam recomendar aos técnicos e produtores os híbridos que apresentem melhor valor nutritivo.

O valor nutritivo de um alimento depende de sua composição química e nível de aproveitamento dos nutrientes pelos animais. Nos ruminantes, a simbiose entre o animal e a microbiota ruminal permite a utilização indireta de carboidratos estruturais refratários à ação enzimática dos mamíferos. Todavia, a quantidade de nutrientes ingeridos que realmente é absorvida depende da taxa de fermentação ruminal e tempo de permanência ao ataque microbiano, pois, a fração efetivamente degradada é função das taxas de degradação e passagem. Além disso, a taxa e extensão de degradação ruminal dependem, principalmente, da natureza e teor dos componentes da parede celular e da disponibilidade ruminal de nitrogênio. Assim, os sistemas químicos de análise juntamente com a cinética de degradação ruminal estimam com maior precisão o valor nutritivo das forragens.

Estudos sobre a dinâmica de digestão e fermentação ruminal dos alimentos são importantes, pois esses fornecem subsídios aos sistemas de exigências nutricionais (CNCPS e NRC). De acordo com Van Soest (1994), esses sistemas necessitam de estimativas acuradas e precisas das taxas de degradação dos alimentos para balancear adequadamente dietas ou formular rações para ruminantes. Além disso, a cinética de degradação ruminal das frações de carboidratos não-fibrosos (CNF) e fibrosos (CF) proporcionam diferenças significativas na produção de ácidos graxos voláteis e crescimento microbiano, influenciando o suprimento de proteína microbiana no intestino delgado e, por conseguinte, o desempenho animal.

Entretanto, verifica-se que os estudos a respeito do uso da silagem de girassol em nutrição de ruminantes são poucos e incompletos, pois há carência de informações sobre

a cinética da degradação ruminal, a qual estima mais precisamente a quantidade e composição dos nutrientes digeridos e a subsequente eficiência de utilização dos mesmos pelos animais. Nesse contexto, objetivou-se estimar o valor nutritivo das silagens de híbridos de girassol semeados em diferentes épocas através da composição química, digestibilidade e cinética de degradação ruminal *in vitro*.

### **Material e Métodos**

O experimento foi realizado no Núcleo Integrado de Desenvolvimento em Análises Laboratoriais (NIDAL) do Departamento de Tecnologia e Ciência dos Alimentos (DTCA) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), e no Laboratório de Nutrição Animal (LNA) do Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Viçosa (UFV). O trabalho foi efetuado no período compreendido entre julho de 2002 a setembro de 2004.

As amostras avaliadas no presente estudo foram obtidas de acordo com os procedimentos descritos no capítulo I. Os tratamentos foram compostos por quatro híbridos de girassol (Rumbosol-91, M-734, C-11 e BRS-191) e três épocas de semeadura: 3º decêndio de outubro (26/10/2001) caracterizando semeadura antecipada; 3º decêndio de novembro (21/11/2001) caracterizando semeadura normal e 3º decêndio de dezembro (23/12/2001) caracterizando semeadura tardia em relação ao cultivo principal.

Imediatamente após o corte no estádio R-9 da cultura, a forragem fresca foi picada em partículas com tamanho de 1 a 1,5 cm, homogeneizada e ensilada em silos laboratoriais de PVC rígido (60 x 10 cm) dotados de válvula de *Bunsen*. Quarenta e dois dias após a ensilagem, os silos foram abertos e o conteúdo de cada silo retirado e homogeneizado em balde plástico. Parte da silagem foi amostrada, determinado o

potencial hidrogeniônico (pH) e congelada (-10°C) para posterior determinação do nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total (N-NH<sub>3</sub>%/NT); outra porção foi seca em estufa com circulação de ar forçado a 55±5°C até peso constante. As amostras pré-secas foram moídas em peneira com crivos de um milímetro utilizando moinho estacionário do tipo *Wiley* e, posteriormente, submetidas às demais avaliações laboratoriais em duplicata.

As análises laboratoriais realizadas foram: matéria seca (MS, %), matéria orgânica (MO, %), pH, N-NH<sub>3</sub>%/NT, proteína bruta (PB, %), fibra em detergente neutro (FDN, %), fibra em detergente ácido (FDA, %), lignina em detergente ácido (LDA, %), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE, %), coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS, %), cálcio (Ca, %), fósforo (P, %), magnésio (Mg, %), potássio (K, %), sódio (Na, %), e cinética de degradação ruminal *in vitro* pela técnica gravimétrica.

As análises de MS, MO, pH, N-NH<sub>3</sub>%/NT, PB e EE foram efetuadas conforme a AOAC (1995); os componentes da parede celular: FDN segundo Van Soest et al. (1991), sem a utilização de sulfito de sódio e com enzima alfa-amilase termo-estável Termamyl 120L<sup>®</sup> (Novozymes Latin America Limited), FDA e LDA de acordo com Goering & Van Soest (1970), sendo as análises de FDN, FDA e LDA realizadas em cadinhos filtrantes de vidro com porosidade n.º 2 Schott-Duran<sup>®</sup> (Schott Germany, Inc.); nitrogênio contido na parede celular (NIDN e NIDA) realizado com algumas modificações no protocolo de Licitra et al. (1996), utilizando como auxiliar de filtração lã de vidro pura de fibra média Isofar<sup>®</sup> (Isifar Indústria e Comércio de Produtos Químicos Ltda.) em cadinhos filtrantes do tipo *Gooch* de vidro borossilicato com placa de vidro sinterizada de porosidade n.º 2 Schott-Duran<sup>®</sup> (Schott Germany, Inc.) e a análise do N executada pelo método de micro-Kjeldahl; DIVMS pela técnica de Tilley

& Terry (1963) e os macro-elementos minerais (Ca, P, Mg, K e Na) conforme Tedesco et al. (1995).

Estimaram-se os carboidratos totais (CHOT) e não-fibrosos (CNF) conforme Weiss (1999), e os nutrientes digestíveis totais em nível de manutenção ( $NDT_{1x}$ ) através das equações somativas do NRC (2001). A digestibilidade *in vitro* da FDN (DIVFDN) foi obtida utilizando os princípios de Tilley & Terry (1963), sendo determinada a FDN no resíduo após 48 horas de incubação. Os teores de FDN também foram expressos como livre de cinzas e proteína ( $FDN_{cp}$ ) e os de LDA como percentagem da  $FDN_{cp}$  ( $LDA\%/FDN$ ).

Na cinética ruminal estimada pela técnica gravimétrica *in vitro* mediu-se o desaparecimento da MS e da FDN. Para tanto, foram incubados 150 mg de forragem índice (mistura de plantas forrageiras tropicais com baixo teor de gordura,  $EE < 3\%$ ) mais 150 mg das amostras experimentais, em triplicata, em frascos de vidro de 50 mL contendo 25 mL de solução tampão (McDougall, 1948) e 5 mL de líquido ruminal, mantidos em sala climatizada a  $39\pm 1^\circ C$  sobre mesa de agitação orbital a 44 rpm e hermeticamente fechados. Adicionalmente, também foram incubados 300 mg de forragem índice. Os tempos de incubação utilizados foram 0, 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72, 96 e 144 horas. Ao final de cada tempo de incubação, os frascos de vidro foram retirados da sala de incubação e armazenados sob refrigeração ( $4^\circ C$ ) com a finalidade de cessar o processo fermentativo. Esgotado o período de incubação das amostras, os frascos foram retirados da refrigeração e o conteúdo residual foi filtrado em cadinhos do tipo *Gooch* de vidro borossilicato com placa de vidro sinterizada de porosidade n°. 0 JS<sup>®</sup>, lavados abundantemente com água deionizada quente e secos em estufa a  $105\pm 1^\circ C$  por 12 horas. Os resíduos da degradação em cada tempo de incubação foram pesados e os resultados expressos como porcentagem da MS incubada, obtendo-se assim o desaparecimento da

MS. Em seguida, os cadinhos de vidro contendo os resíduos de incubação foram colocados em frascos de 100 mL providos de tampa, adicionados 50 mL de solução detergente neutro (SDN) e fervidos em autoclave entre 115 e 120°C durante 60 minutos (Pell & Schofield, 1993). Após fervura em autoclave, o conteúdo residual foi filtrado nos mesmos cadinhos de vidro com porosidade zero (0), lavado com água deionizada quente e acetona, e seco em estufa a 105±1°C por 12 horas. Os resíduos foram pesados e os resultados expressos como porcentagem da FDN incubada, obtendo-se assim o desaparecimento da FDN. O desaparecimento das amostras experimentais foi obtido por diferença em relação à forragem índice.

O desaparecimento da MS foi ajustado usando-se o modelo de crescimento exponencial assintótico de primeira ordem (Ørskov & McDonald, 1979):

$$Y = a + b(1 - e^{-ct})$$

em que  $Y$  = desaparecimento da MS (%) no tempo  $t$ ;  $a$  = fração solúvel (%);  $b$  = fração insolúvel potencialmente degradável (%);  $c$  = taxa de degradação ( $h^{-1}$ ) da fração  $b$ ;  $t$  = tempo de incubação (h).

O desaparecimento da FDN foi ajustado utilizando-se o modelo exponencial decrescente (Mertens & Loftén, 1980):

$$Y = B e^{(-k_d(t-L))} + I, \text{ para } t > L$$

$$Y = B + I, \text{ para } 0 \leq t \leq L$$

em que  $Y$  = resíduo de FDN indegradado (%) no tempo  $t$ ;  $B$  = fração insolúvel potencialmente degradável (%);  $k_d$  = taxa de degradação ( $h^{-1}$ ) da fração  $B$ ;  $I$  = fração indegradável (%);  $L$  = período de latência (h);  $t$  = tempo de incubação (h).

Após o ajuste das equações para desaparecimento da FDN, procedeu-se a padronização dos parâmetros segundo a proposição de Waldo et al. (1972):

$$B_p = \frac{B}{B+I} \times 100 \qquad I_p = \frac{I}{B+I} \times 100$$

em que  $B_p$  = fração insolúvel potencialmente degradável padronizada (%);  $I_p$  = fração indegradável padronizada (%);  $B, I$  = conforme supracitado.

Os modelos da cinética de degradação ruminal foram ajustados pelo método iterativo de Gauss-Newton modificado inserido no procedimento não-linear (PROC NLIN) do SAS (1999). Aplicou-se o ‘Teste de Identidade de Modelos e Igualdade de Parâmetros de Regressão Não-Linear’ (Regazzi, 2003) com a finalidade de verificar a igualdade de parâmetros dos modelos ajustados para épocas de semeadura, híbridos e interação entre ambos.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com arranjo fatorial 4 x 3 (quatro híbridos de girassol x três épocas de semeadura) e três repetições, conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$$

sendo,  $Y_{ijk}$  o valor observado no i-ésimo híbrido na j-ésima época de semeadura no k-ésimo bloco;  $\mu$  a média geral da variável;  $\alpha_i$  o efeito do i-ésimo híbrido;  $\beta_j$  o efeito da j-ésima época de semeadura;  $(\alpha\beta)_{ij}$  o efeito da interação entre i-ésimo híbrido e j-ésima época de semeadura;  $\gamma_k$  o efeito do k-ésimo bloco;  $\varepsilon_{ijk}$  o efeito aleatório associado a observação pressuposto NID  $(0, \sigma^2)$ .

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo procedimento de Modelos Lineares Gerais (PROC GLM) e suas médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico SAS (1999).

## **Resultados e Discussão**

Analisando as variáveis que indicam a qualidade do processo fermentativo, MS, pH e N-NH<sub>3</sub>%/NT (Tabela 1), verifica-se que a interação foi significativa (P<0,05) em

todas variáveis. O híbrido M-734 semeado em dezembro apresentou menor ( $P<0,05$ ) teor de MS, enquanto o híbrido C-11 também semeado em dezembro apresentou maior ( $P<0,05$ ). A diversidade de resultados encontrados para os teores de MS, mesmo em estágio de maturidade fisiológica da cultura semelhante (fase R-9), indica que alguns genótipos possuem maior capacidade de retenção de umidade em detrimento de outros.

Tabela 1. Teores de matéria seca (MS), nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total ( $N-NH_3\%/NT$ ) e valores de pH das silagens de híbridos de girassol (*Helianthus annuus*, L.) semeados em diferentes épocas

Table 1. Dry matter (DM), ammonia nitrogen as percentage of the total nitrogen ( $NH_3-N\%/TN$ ) content and pH values of the silages of sunflower hybrids (*Helianthus annuus*, L.) sowed in different dates

Híbridos <i>Hybrids</i>	Épocas de Semeadura - <i>Seeding dates</i>			Médias <i>Means</i>
	Outubro (antecipada) <i>October</i> ( <i>early</i> )	Novembro (normal) <i>November</i> ( <i>normal</i> )	Dezembro (tardia) <i>December</i> ( <i>delayed</i> )	
	MS (%) – <i>DM (%)</i>			
Rumbosol-91	30,4 <sup>Ac</sup>	24,9 <sup>Ab</sup>	32,2 <sup>Ab</sup>	29,2
M-734	34,5 <sup>Abc</sup>	28,6 <sup>ABb</sup>	23,2 <sup>Bb</sup>	28,8
C-11	36,0 <sup>Bab</sup>	26,8 <sup>Cb</sup>	43,0 <sup>Aa</sup>	35,3
BRS-191	39,2 <sup>Aa</sup>	33,1 <sup>Aa</sup>	25,3 <sup>Bb</sup>	32,5
Médias - <i>Means</i>	35,0	28,3	30,9	CV <sup>1</sup> = 10,0
	pH – <i>pH</i>			
Rumbosol-91	4,0 <sup>Ab</sup>	4,2 <sup>Aa</sup>	4,3 <sup>Ac</sup>	4,2
M-734	4,2 <sup>Bab</sup>	4,3 <sup>ABa</sup>	4,8 <sup>Aab</sup>	4,4
C-11	4,3 <sup>Ba</sup>	4,2 <sup>Ba</sup>	5,1 <sup>Aa</sup>	4,5
BRS-191	4,3 <sup>Aa</sup>	4,4 <sup>Aa</sup>	4,5 <sup>Abc</sup>	4,4
Médias - <i>Means</i>	4,2	4,3	4,7	CV <sup>1</sup> = 3,3
	$N-NH_3\%/NT - NH_3-N\%/TN$			
Rumbosol-91	6,9 <sup>Bb</sup>	12,8 <sup>Ab</sup>	6,6 <sup>Ba</sup>	8,8
M-734	11,0 <sup>ABa</sup>	13,5 <sup>Aab</sup>	6,8 <sup>Ba</sup>	10,4
C-11	8,8 <sup>Bab</sup>	16,8 <sup>Aa</sup>	5,3 <sup>Ca</sup>	10,3
BRS-191	9,3 <sup>ABab</sup>	10,6 <sup>Ab</sup>	5,6 <sup>Ba</sup>	8,5
Médias - <i>Means</i>	9,0	13,4	6,1	CV <sup>1</sup> = 15,6

<sup>1</sup> CV (%)= Coeficiente de Variação.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem ( $P<0,05$ ), respectivamente, entre épocas de semeadura e híbridos pelo teste de Tukey.

<sup>1</sup> CV (%)= *Coefficient of Variation*.

*Means followed by different capital letters in the same line and by different small letters in the same column differ ( $P<0,05$ ), respectively, among seeding dates and hybrids by Tukey test.*

O híbrido Rumbosol-91 semeado em outubro apresentou menor ( $P<0,05$ ) índice de pH, ao passo que o híbrido C-11 semeado em dezembro apresentou maior ( $P<0,05$ ). Esses valores são superiores àqueles normalmente obtidos em silagens de milho e sorgo ( $\text{pH}<4,0$ ), provavelmente, devido ao baixo teor de carboidratos solúveis (5,7%) e elevado poder tampão (44,7%) do girassol quando comparado ao do milho (respectivamente 15,7 e 22,6%; Tosi et al., 1975), sendo sua elevada capacidade de tamponamento justificada pelo maior teor protéico (11,4%), bases inorgânicas de cálcio (0,72%) e potássio (2,13%), e capacidade de produção de amônia (7,1%) em relação aos do milho (5,7; 0,17; 1,02 e 3,2%, respectivamente) e sorgo (4,9; 0,14; 1,13 e 5,3%, respectivamente) (Mello et al., 2004). Além disso, silagens com teor de MS superior a 35%, o pH torna-se uma característica de pouca importância, pois o desenvolvimento da acidez é inibido pela deficiência de água e elevada pressão osmótica (Van Soest, 1994), de forma que as silagens com pH elevado ( $> 4,4$ ) podem ter boa qualidade.

O híbrido C-11 semeado em novembro apresentou maior ( $P<0,05$ ) teor de  $\text{N-NH}_3\%/\text{N}$ , e todos os híbridos semeados em dezembro juntamente com o híbrido Rumbosol-91 semeado em outubro apresentaram menores ( $P<0,05$ ) teores de  $\text{N-NH}_3\%/\text{N}$ . O fato do C-11 semeado em novembro ter apresentado maior  $\text{N-NH}_3\%/\text{NT}$  com valor de pH adequado e todos os híbridos semeados em dezembro menores teores de  $\text{N-NH}_3\%/\text{NT}$  com valor de pH inadequado parece estar associado, respectivamente, ao menor e maiores teores de proteína bruta dos mesmos (Tabela 3).

Dados da literatura apontam que os teores ideais para o adequado processo fermentativo das silagens de milho e sorgo são 30 a 35% de MS (Paiva, 1976), pH inferior a 4,4 (Van Soest, 1994) e  $\text{N-NH}_3\%/\text{NT}$  menor que 15% (Borges, 1995). Os resultados desse estudo oscilaram de 23,2 a 43% de MS; 4,0 a 5,1 de pH; e 5,3 a 16,8% de  $\text{N-NH}_3\%/\text{NT}$ . Tomich et al. (2004) obtiveram valores de 19,6 a 32,2% de MS; 4,1 a

5,5 de pH; 5,9 a 14,6% de N-NH<sub>3</sub>%/NT; e mencionaram que com vistas à melhor qualidade da forragem, o teor de MS para a ensilagem do girassol pode situar-se abaixo dos 30%. Segundo Evangelista & Lima (2001), resultados de pesquisa sobre a qualidade da silagem de girassol vêm mostrando divergências quando comparados aos valores indicados para o milho, sorgo ou capim-elefante, sugerindo o desenvolvimento de uma tabela específica com a finalidade de estabelecer os critérios para classificação da qualidade das silagens de girassol. Nesse caso, os resultados obtidos nesse estudo podem ser considerados satisfatórios para a cultura.

Os dados sobre a composição mineral das silagens produzidas são apresentados na Tabela 2. Houve efeito ( $P < 0,05$ ) apenas entre épocas de semeadura para os teores de MM e, entre épocas de semeadura e híbridos de girassol para os teores de Mg. A interação entre épocas de semeadura e híbridos de girassol foi significativa ( $P < 0,05$ ) para os teores de Ca, P, K e Na.

Os teores de MM aumentaram da semeadura em outubro para dezembro, principalmente, em função do aumento nas concentrações de K, P e Na, provavelmente, promovidas pelo incremento da temperatura no mesmo período, a qual eleva a atividade dos microorganismos e, conseqüentemente, a mineralização da matéria orgânica. Do mesmo modo, a menor temperatura em outubro pode ter reduzido os teores de Mg nessa época de semeadura. O híbrido C-11 também apresentou menor teor de Mg.

Os híbridos BRS-191 e Rumbosol-91 semeados em dezembro apresentaram, respectivamente, maior e menor teor de Ca. Os maiores teores de P foram encontrados nos híbridos C-11 e M-734 semeados em dezembro, ao passo que os menores teores foram obtidos nos híbridos semeados em outubro. Os teores de Na aumentaram da semeadura em outubro para dezembro nos híbridos Rumbosol-91 e C-11, sendo o maior teor encontrado no M-734 semeado em novembro.

Tabela 2. Composição mineral das silagens de híbridos de girassol (*Helianthus annuus*, L.) semeados em diferentes épocas

Table 2. Mineral composition of the silages of sunflower hybrids (*Helianthus annuus*, L.) sowed in different dates

Híbridos <i>Hybrids</i>	Épocas de Semeadura - <i>Seeding dates</i>			Médias <i>Means</i>
	Outubro <i>October</i>	Novembro <i>November</i>	Dezembro <i>December</i>	
Matéria mineral (MM, %) – <i>Mineral matter (MM, %)</i>				
Rumbosol-91	6,8	8,1	7,7	7,5
M-734	7,3	7,3	8,7	7,8
C-11	7,0	7,5	8,8	7,8
BRS-191	7,1	7,9	8,1	7,7
Médias - <i>Means</i>	7,0 <sup>C</sup>	7,7 <sup>B</sup>	8,3 <sup>A</sup>	CV <sup>1</sup> = 6,4
Cálcio (Ca, %) – <i>Calcium (Ca, %)</i>				
Rumbosol-91	0,81 <sup>Aa</sup>	0,88 <sup>Aa</sup>	0,61 <sup>Ab</sup>	0,77
M-734	0,91 <sup>Aa</sup>	0,81 <sup>Aa</sup>	0,84 <sup>Aab</sup>	0,85
C-11	0,77 <sup>Aa</sup>	0,81 <sup>Aa</sup>	0,68 <sup>Bab</sup>	0,76
BRS-191	0,85 <sup>Aa</sup>	0,86 <sup>Aa</sup>	0,93 <sup>Aa</sup>	0,88
Médias - <i>Means</i>	0,84	0,84	0,76	CV <sup>1</sup> = 9,7
Fósforo (P, %) – <i>Phosphorus (P, %)</i>				
Rumbosol-91	0,30 <sup>Ba</sup>	0,36 <sup>ABab</sup>	0,45 <sup>Aab</sup>	0,37
M-734	0,28 <sup>Ca</sup>	0,39 <sup>Ba</sup>	0,47 <sup>Aa</sup>	0,38
C-11	0,31 <sup>Ba</sup>	0,34 <sup>Bab</sup>	0,53 <sup>Aa</sup>	0,39
BRS-191	0,30 <sup>Ba</sup>	0,32 <sup>ABb</sup>	0,37 <sup>Ab</sup>	0,33
Médias - <i>Means</i>	0,30	0,35	0,46	CV <sup>1</sup> = 7,6
Magnésio (Mg, %) – <i>Magnesium (Mg, %)</i>				
Rumbosol-91	0,64	0,74	0,70	0,69 <sup>a</sup>
M-734	0,66	0,76	0,76	0,73 <sup>a</sup>
C-11	0,52	0,66	0,69	0,62 <sup>b</sup>
BRS-191	0,60	0,75	0,73	0,69 <sup>a</sup>
Médias - <i>Means</i>	0,60 <sup>B</sup>	0,73 <sup>A</sup>	0,72 <sup>A</sup>	CV <sup>1</sup> = 6,2
Potássio (K, %) – <i>Potassium (K, %)</i>				
Rumbosol-91	1,37 <sup>Ba</sup>	1,91 <sup>ABa</sup>	2,32 <sup>Ab</sup>	1,87
M-734	1,49 <sup>Ba</sup>	2,02 <sup>Ba</sup>	2,78 <sup>Aab</sup>	2,10
C-11	1,76 <sup>Ba</sup>	2,10 <sup>Ba</sup>	3,16 <sup>Aa</sup>	2,34
BRS-191	1,42 <sup>Ba</sup>	2,23 <sup>Aa</sup>	2,35 <sup>Ab</sup>	2,00
Médias - <i>Means</i>	1,51	2,06	2,65	CV <sup>1</sup> = 9,1
Sódio (Na, %) – <i>Sodium (Na, %)</i>				
Rumbosol-91	0,013 <sup>Ba</sup>	0,010 <sup>Ba</sup>	0,023 <sup>Aa</sup>	0,015
M-734	0,013 <sup>Aa</sup>	0,033 <sup>Aa</sup>	0,023 <sup>Aa</sup>	0,023
C-11	0,010 <sup>Ba</sup>	0,010 <sup>Ba</sup>	0,030 <sup>Aa</sup>	0,017
BRS-191	0,020 <sup>Aa</sup>	0,027 <sup>Aa</sup>	0,023 <sup>Aa</sup>	0,023
Médias - <i>Means</i>	0,014	0,020	0,025	CV <sup>1</sup> = 34,1

<sup>1</sup> CV (%) = Coeficiente de Variação.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem (P<0,05), respectivamente, entre épocas de semeadura e híbridos pelo teste de Tukey.

<sup>1</sup> CV (%) = Coefficient of Variation.

Means followed by different capital letters in the same line and by different small letters in the same column differ (P<0.05), respectively, among seeding dates and hybrids by Tukey test.

O híbrido C-11 semeado em dezembro apresentou maior concentração de K, ao passo que os teores de K aumentaram em todos os híbridos da semeadura em outubro para dezembro.

Resultados inferiores de P (0,18 e 0,21%) e Mg (0,45 e 0,48%) e semelhantes de Ca (0,93 e 0,72%) e K (1,95 e 2,13%) aos encontrados nesse trabalho foram relatados, respectivamente, por Fernandes et al. (2002) e Mello et al. (2004). De acordo com McDowell (2001), o desequilíbrio entre a disponibilidade e demanda de Ca no período parturiente de vacas leiteiras causa febre do leite; a deficiência de Mg provoca tetania das pastagens; o K é um fator de risco no desenvolvimento da tetania, pois seu excesso diminui a absorção de Mg; e a deficiência de P reduz o metabolismo porque o mesmo constitui parte das enzimas fosforilases e compõe a unidade energética básica dos ruminantes (ATP – adenosina tri-fosfato). O autor mencionou ainda que as necessidades de elementos minerais para vacas em lactação seriam de: 0,43 a 0,77% de Ca; 0,25 a 0,49% de P; 0,20 a 0,25% de Mg e 0,90 a 1,00% de K. Portanto, constata-se que as silagens de girassol desse estudo, em todas as épocas de semeadura e híbridos, seriam eficientes no fornecimento desses minerais, prevenindo distúrbios metabólicos provocados pela carência dos mesmos.

Por outro lado, na planta, o Mg é um componente essencial da clorofila que atua nas taxas fotossintéticas, com conseqüências para o desenvolvimento e produtividade da cultura; o P é um elemento essencial nas rotas bioquímicas da fotossíntese e sua falta pode inibi-la; o K é um co-fator chave em muitas reações bioquímicas e é um elemento essencial no processo osmótico, atuando na abertura dos estômatos. Logo, verifica-se a necessidade de uma adequada nutrição mineral da planta (adubação de base), especialmente de K, pois a deficiência em minerais pode acelerar o processo de senescência, afetar as rotas metabólicas, reduzir a taxa fotossintética e diminuir a

produtividade de biomassa. Dessa forma, o conhecimento da composição mineral em qualquer forragem é extremamente importante, pois permite corrigir eventuais deficiências que possam limitar a produção de matéria seca das plantas ou comprometer o desempenho animal, prejudicando a eficiência do sistema produtivo.

Os resultados dos teores de EE, PB, NIDN, NIDA, CHOT e CNF das silagens de híbridos de girassol semeados em diferentes épocas podem ser visualizados na Tabela 3.

Os teores de EE variaram de 14,7 a 22,5% e diferiram ( $P < 0,05$ ) apenas entre híbridos de girassol. O híbrido Rumbosol-91 apresentou menor teor de EE, podendo ser atribuído a sua aptidão forrageira e, provavelmente, as menores concentrações de EE nos aquênios. Teores semelhantes aos obtidos nesse estudo foram relatados por Mello et al. (2004), com valores de 14,1 e 20,6% de EE.

O elevado teor de EE das silagens de girassol pode ser considerado um fator positivo devido a maior densidade energética dos lipídios em relação aos carboidratos e melhor eficiência de utilização da energia, seja pela economia de energia na síntese de ácidos graxos e/ou pela menor produção de calor (incremento calórico). Palmquist (1984) mencionou que a gordura contém três vezes mais energia para lactação que o amido. Contudo, salienta-se que no EE há presença de substâncias solúveis em solventes orgânicos que não apresentam valor energético. Segundo Van Soest (1994), o teor de EE em forrageiras varia de 3 a 8%, dos quais cerca de 40 a 50% estão na forma de ácidos graxos, principalmente, galactolipídeos; os outros 50 a 60% estão presentes na forma de ceras cuticulares, fosfolipídeos, pigmentos como a clorofila e outros materiais insaponificáveis.

Tabela 3. Composição química em relação aos teores de extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e detergente ácido (NIDA), carboidratos totais (CHOT) e não-fibrosos (CNF) das silagens de híbridos de girassol (*Helianthus annuus*, L.) semeados em diferentes épocas

Table 3. Chemical composition in relationship to the ether extract (EE), crude protein (CP), neutral detergent (NDIN) and acid detergent (ADIN) insoluble nitrogen, total (TC) and non-fibrous (NFC) carbohydrates values of the silages of sunflower hybrids (*Helianthus annuus*, L.) sowed in different dates

Híbridos <i>Hybrids</i>	Épocas de Semeadura - <i>Seeding dates</i>			Médias <i>Means</i>
	Outubro <i>October</i>	Novembro <i>November</i>	Dezembro <i>December</i>	
EE (% da MS) – <i>EE (% of DM)</i>				
Rumbosol-91	14,7	15,3	16,8	15,6 <sup>b</sup>
M-734	18,2	21,9	19,3	19,8 <sup>a</sup>
C-11	19,9	22,5	18,3	20,2 <sup>a</sup>
BRS-191	19,5	18,8	17,9	18,7 <sup>a</sup>
Médias - <i>Means</i>	18,1	19,6	18,1	CV <sup>1</sup> = 10,4
PB (% da MS) – <i>CP (% of DM)</i>				
Rumbosol-91	10,6 <sup>Ba</sup>	11,9 <sup>Aa</sup>	11,5 <sup>ABc</sup>	11,3
M-734	10,0 <sup>Ca</sup>	12,3 <sup>Ba</sup>	16,1 <sup>Ab</sup>	12,8
C-11	11,0 <sup>Ba</sup>	12,5 <sup>Ba</sup>	18,9 <sup>Aa</sup>	14,1
BRS-191	9,3 <sup>Ca</sup>	12,1 <sup>Ba</sup>	14,9 <sup>Ab</sup>	12,1
Médias - <i>Means</i>	10,2	12,2	15,3	CV <sup>1</sup> = 5,7
NIDN (% do NT) – <i>NDIN (% of TN)</i>				
Rumbosol-91	21,1	20,3	18,1	19,8 <sup>a</sup>
M-734	21,0	17,4	14,6	17,7 <sup>b</sup>
C-11	17,6	18,3	16,0	17,3 <sup>b</sup>
BRS-191	19,0	17,1	17,0	17,7 <sup>b</sup>
Médias - <i>Means</i>	19,7 <sup>A</sup>	18,3 <sup>A</sup>	16,4 <sup>B</sup>	CV <sup>1</sup> = 8,2
NIDA (% do NT) – <i>ADIN (% of TN)</i>				
Rumbosol-91	11,0 <sup>Aa</sup>	12,6 <sup>Aa</sup>	12,6 <sup>Aa</sup>	12,1
M-734	10,2 <sup>Aa</sup>	8,6 <sup>Ac</sup>	8,3 <sup>Ab</sup>	9,0
C-11	9,9 <sup>Aa</sup>	9,8 <sup>Abc</sup>	8,0 <sup>Ab</sup>	9,2
BRS-191	11,6 <sup>Aa</sup>	10,7 <sup>Aab</sup>	9,5 <sup>Ab</sup>	10,6
Médias - <i>Means</i>	10,7	10,4	9,6	CV <sup>1</sup> = 9,9
CHOT (% da MS) – <i>TC (% of DM)</i>				
Rumbosol-91	67,9	64,6	63,9	65,5 <sup>a</sup>
M-734	64,4	58,5	56,0	59,6 <sup>bc</sup>
C-11	62,1	57,5	53,9	57,8 <sup>c</sup>
BRS-191	64,2	61,3	59,2	61,6 <sup>b</sup>
Médias - <i>Means</i>	64,6 <sup>A</sup>	60,5 <sup>B</sup>	58,2 <sup>C</sup>	CV <sup>1</sup> = 3,2
CNF (% da MS) – <i>NFC (% of DM)</i>				
Rumbosol-91	28,2 <sup>Aa</sup>	28,7 <sup>Aa</sup>	22,6 <sup>Ba</sup>	26,5
M-734	24,8 <sup>Aab</sup>	24,7 <sup>Aa</sup>	20,1 <sup>Aab</sup>	23,2
C-11	25,5 <sup>Aab</sup>	25,0 <sup>Aa</sup>	17,9 <sup>Bb</sup>	22,8
BRS-191	20,0 <sup>Bb</sup>	25,7 <sup>Aa</sup>	19,6 <sup>Bab</sup>	21,8
Médias - <i>Means</i>	24,6	26,0	20,0	CV <sup>1</sup> = 7,7

<sup>1</sup> CV (%) = Coeficiente de Variação.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem ( $P < 0,05$ ), respectivamente, entre épocas de semeadura e híbridos pelo teste de Tukey.

<sup>1</sup> CV (%) = *Coefficient of Variation*.

*Means followed by different capital letters in the same line and by different small letters in the same column differ ( $P < 0,05$ ), respectively, among seeding dates and hybrids by Tukey test.*

Por outro lado, o nível total de gordura na dieta, em especial de ácidos graxos insaturados não protegidos da fermentação ruminal como é o caso da silagem de girassol, deve ser controlado, pois teores acima de 8% na dieta promovem diminuição na digestibilidade da fibra (Van Soest, 1994), seja pelo impedimento da aderência dos microrganismos às partículas dos alimentos (Devendra & Lewis, 1974) e/ou pelo efeito tóxico sobre organismos celulolíticos (Henderson, 1973). Além disso, o excesso de gordura na dieta também pode causar redução na ingestão de matéria seca e na taxa de passagem (NRC, 2001). Dessa forma, a silagem de girassol não poderá ser ofertada única e exclusivamente em dietas para ruminantes sem comprometer os fenômenos assimilatórios (ingestão, digestão e absorção).

Os teores de PB oscilaram entre 9,3 e 18,9%, havendo interação ( $P < 0,05$ ) entre épocas de semeadura e híbridos de girassol para a concentração protéica. O híbrido C-11 semeado em dezembro apresentou maior teor de PB, ao passo que todos os híbridos semeados em outubro apresentaram menores. Nota-se que a concentração protéica aumentou da semeadura em outubro para dezembro, provavelmente, em função do incremento da temperatura no mesmo período, a qual eleva a atividade dos microrganismos e, por conseguinte, a mineralização do N livre contido no solo. Conforme Moos (1984), o nitrogênio é requerido para a síntese de proteínas e, por isso, afeta a produção de clorofila e rubisco (ribulose 1,5 bifosfato carboxilase) do Ciclo de Calvin-Benson. Nesse caso, supõe-se que os menores teores de PB da semeadura em outubro podem diminuir a produção de clorofila e a atividade da rubisco, reduzindo as

taxas fotossintéticas (carboxilação) e, conseqüentemente, o rendimento de fitomassa nessa época de semeadura.

Os teores de PB encontrados nesse estudo foram superiores aos obtidos por Tomich et al. (2004), com valores de 7,2 a 9,8%, talvez devido a adubação nitrogenada ter sido inferior ( $45 \text{ kg ha}^{-1}$  de N na forma de uréia; Tomich et al., 2003) a realizada nesse estudo ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de N na forma de sulfato de amônio; capítulo I). Todavia, ressalta-se que os teores protéicos das silagens de girassol foram superiores ao nível mínimo (7% PB) recomendado por Van Soest (1994) para adequado funcionamento da microbiota ruminal. Adicionalmente, destaca-se que os maiores teores de EE (17,3%) e PB (11,4%) das silagens de girassol em relação às silagens de milho (4,0% EE e 5,7% PB) e sorgo (3,6% EE e 4,9% PB) relatados por Mello et al. (2004) possibilitam redução na utilização de fontes energéticas e protéicas para o balanceamento de dietas, podendo melhorar a lucratividade do sistema produtivo.

Analisando o nitrogênio contido na parede celular, NIDN e NIDA, os quais são considerados, respectivamente, de lenta degradação e indegradável, verifica-se que os teores de NIDN%/NT diminuíram ( $P < 0,05$ ) da semeadura em outubro para dezembro, provavelmente, a razão entre NIDN e nitrogênio total ( $\text{NT} = \text{PB}/6,25$ ) tenha diluído o NIDN pelo aumento da PB no mesmo período (Tabela 3). Dessa forma, infere-se que o incremento de PB no período possa ter sido na forma de nitrogênio não-protéico (fração A do Sistema de Cornell) ou proteína verdadeira de rápida ( $B_1$ = albumina e globulina) e intermediária ( $B_2$ = maioria das albuminas e glutelinas) degradação ruminal, pois a diferença entre os valores de NIDN e NIDA corresponde a fração  $B_3$  do ‘Sistema de Cornell’, ou seja, proteína verdadeira de degradação lenta (Sniffen et al., 1992). Contudo, é mais provável que faça parte da fração ‘A’ como conseqüência do processo fermentativo. Observa-se ainda que o híbrido Rumbosol-91 apresentou maior ( $P < 0,05$ )

teor de NIDN%/NT em relação aos demais, verossímil ao fato de ser forrageiro e aos maiores teores de NIDA%/NT. Houve interação ( $P<0,05$ ) para os teores de NIDA%/NT, sendo que os maiores teores de N indisponível foram observados para o híbrido Rumbosol-91 semeado em novembro e dezembro. Os valores de NIDN%/NT variaram de 14,6 a 21,1% e os de NIDA%/NT de 8,0 a 12,6%. Resultados próximos ao desse estudo foram encontrados por Mello & Nörnberg (2004), com valores de 20,7 e 28,2% de NIDN%/NT e, 8,9 e 9,1% de NIDA%/NT para a silagem dos híbridos M-734 e Rumbosol-91, respectivamente. Destaca-se que os autores também obtiveram maior teor de nitrogênio na parede celular para o híbrido forrageiro Rumbosol-91.

Ainda na Tabela 3, observa-se que os teores de CHOT das silagens diminuíram ( $P<0,05$ ) da semeadura em outubro para dezembro, justificados pelo aumento nas concentrações de PB no mesmo período. O híbrido Rumbosol-91 apresentou maior ( $P<0,05$ ) e o C-11 menor ( $P<0,05$ ) teor de CHOT, em função do menor e maior teor de EE, respectivamente, e aliado ao fato da aptidão do primeiro ser forrageiro e a do segundo duplo-propósito. Os teores de CHOT variaram de 53,9 a 67,9%, estando em conformidade com aqueles relatados por Van Soest (1994), constituindo 50 a 80% da matéria seca das plantas forrageiras. Em relação aos teores de CNF, nas épocas de semeadura em outubro e novembro o híbrido Rumbosol-91 apresentou maior ( $P<0,05$ ), enquanto o C-11 semeado em dezembro apresentou menor ( $P<0,05$ ), provavelmente, devido as menores concentrações de EE e maiores teores de açúcares solúveis (glicose, frutose, sacarose), amido e frutanas do híbrido forrageiro. Mello & Nörnberg (2004) relataram valores semelhantes aos desse trabalho, com teores de 60,8 e 66,7% de CHOT, 22 e 27,2% de CNF, respectivamente, para os híbridos M-734 e Rumbosol-91; também com maiores teores para o forrageiro.

Os componentes da parede celular são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Componentes da parede celular quanto aos teores de fibra em detergente neutro (FDN), FDN livre de cinzas e proteína (FDN<sub>cp</sub>), fibra em detergente ácido (FDA), lignina em detergente ácido (LDA) e LDA como porcentagem da FDN<sub>cp</sub> (LDA%/FDN) das silagens de híbridos de girassol (*Helianthus annuus*, L.) semeados em diferentes épocas

Table 4. Cell wall components as to the neutral detergent fiber (NDF), ash and protein free NDF (NDF<sub>cp</sub>), acid detergent fiber (ADF), acid detergent lignin (ADL) and ADL as percentage of the NDF<sub>cp</sub> (ADL%/NDF) values of the silages of sunflower hybrids (*Helianthus annuus*, L.) sowed in different dates

Híbridos <i>Hybrids</i>	Épocas de Semeadura - <i>Seeding dates</i>			Médias <i>Means</i>
	Outubro <i>October</i>	Novembro <i>November</i>	Dezembro <i>December</i>	
FDN (%) – NDF (%)				
Rumbosol-91	42,5	39,6	44,4	42,2 <sup>a</sup>
M-734	42,9	37,2	39,7	39,9 <sup>ab</sup>
C-11	40,7	36,0	39,3	38,7 <sup>b</sup>
BRS-191	46,0	38,9	42,5	42,5 <sup>a</sup>
Médias - <i>Means</i>	43,0 <sup>A</sup>	37,9 <sup>B</sup>	41,5 <sup>A</sup>	CV <sup>1</sup> = 5,0
FDN <sub>cp</sub> (%) – NDF <sub>cp</sub> (%)				
Rumbosol-91	39,7	35,9	41,3	39,0 <sup>ab</sup>
M-734	39,6	33,8	35,9	36,4 <sup>bc</sup>
C-11	36,6	32,5	36,1	35,1 <sup>c</sup>
BRS-191	44,2	35,6	39,6	39,8 <sup>a</sup>
Médias - <i>Means</i>	40,0 <sup>A</sup>	34,4 <sup>B</sup>	38,2 <sup>A</sup>	CV <sup>1</sup> = 6,2
FDA (%) – ADF (%)				
Rumbosol-91	39,3	33,2	39,6	37,4 <sup>a</sup>
M-734	37,8	32,0	34,3	34,7 <sup>bc</sup>
C-11	36,6	27,5	32,9	32,3 <sup>c</sup>
BRS-191	41,0	33,3	36,1	36,8 <sup>ab</sup>
Médias - <i>Means</i>	38,7 <sup>A</sup>	31,5 <sup>C</sup>	35,7 <sup>B</sup>	CV <sup>1</sup> = 5,3
LDA (%) – ADL (%)				
Rumbosol-91	11,0 <sup>Aa</sup>	9,2 <sup>Aa</sup>	11,1 <sup>Aa</sup>	10,4
M-734	10,4 <sup>Aab</sup>	7,9 <sup>Bab</sup>	7,7 <sup>Bb</sup>	8,7
C-11	8,4 <sup>Ab</sup>	6,5 <sup>Bb</sup>	8,0 <sup>Ab</sup>	7,6
BRS-191	11,1 <sup>Aa</sup>	7,6 <sup>Bab</sup>	7,9 <sup>Bb</sup>	8,9
Médias - <i>Means</i>	10,2	7,8	8,7	CV <sup>1</sup> = 9,1
LDA%/FDN – ADL%/NDF				
Rumbosol-91	27,8	25,6	27,0	26,8 <sup>a</sup>
M-734	26,7	23,4	21,5	23,9 <sup>ab</sup>
C-11	22,9	20,0	22,0	21,6 <sup>b</sup>
BRS-191	25,2	21,4	20,0	22,2 <sup>b</sup>
Médias - <i>Means</i>	25,6 <sup>A</sup>	22,6 <sup>B</sup>	22,6 <sup>B</sup>	CV <sup>1</sup> = 10,9

<sup>1</sup> CV (%) = Coeficiente de Variação.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem (P<0,05), respectivamente, entre épocas de semeadura e híbridos pelo teste de Tukey.

<sup>1</sup> CV (%) = Coefficient of Variation.

Means followed by different capital letters in the same line and by different small letters in the same column differ (P<.05), respectively, among seeding dates and hybrids by Tukey test.

Os teores de FDN e FDN<sub>cp</sub> demonstraram o mesmo comportamento; entretanto, salienta-se a significativa redução, em torno de 2 a 3 pontos percentuais ou 5 a 10% da FDN, nos teores de FDN<sub>cp</sub> em relação a FDN, podendo ser atribuída aos elevados teores de matéria mineral e proteína das silagens de girassol.

A semeadura em novembro e o híbrido C-11 apresentaram menores ( $P < 0,05$ ) teores de FDN, FDN<sub>cp</sub> e FDA. Do mesmo modo, o híbrido C-11 semeado em novembro apresentou menor ( $P < 0,05$ ) teor de LDA em relação aos demais. Os valores de FDN<sub>cp</sub>, FDA e LDA oscilaram entre 32,5 a 44,2%; 27,5 a 41,0% e 6,5 a 11,1%; e foram semelhantes aos obtidos por Tomich et al. (2004), com teores de 37,7 a 52,8%; 28,9 a 40,1% e 5,2 a 7,3%, respectivamente. Destaca-se que a cultura é praticamente desprovida de hemicelulose, contém maiores teores de lignina que a silagem de milho e sorgo (Mello et al., 2004) e, segundo Jung (1989), sendo a lignina indigestível, pode limitar a extensão de digestão dos demais componentes da parede celular, dependendo de sua concentração e composição estrutural. Além disso, as silagens de girassol apresentaram elevada proporção de lignina em relação a FDN (LDA%/FDN), com valores de 20 a 27,8%, limitando a qualidade da fibra, com maior proporção para a semeadura em outubro e para o híbrido Rumbosol-91. Evangelista & Lima (2001) relataram valores de 10,5 e 21% de LDA%/FDN para silagem de milho e girassol, respectivamente. Dessa forma, as silagens de girassol caracterizam-se por apresentar menor fração B<sub>2</sub> (FDN potencialmente digestível) e maior fração C (indigerível) dos carboidratos em comparação com as silagens de milho e sorgo (Mello & Nörnberg, 2004), restringindo a qualidade da fração fibrosa.

Na Tabela 5 são apresentados os resultados de DIVMS, DIVFDN e estimativas do NDT em nível de manutenção.

Tabela 5. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN), e nutrientes digestíveis totais em nível de manutenção (NDT<sub>1x</sub>) das silagens de híbridos de girassol (*Helianthus annuus*, L.) semeados em diferentes épocas

Table 5. *In vitro* dry matter (IVDMD) and neutral detergent fiber (IVNDFD) digestibility, and total digestible nutrient in maintenance level (TDN<sub>1x</sub>) of the silages of sunflower hybrids (*Helianthus annuus*, L.) sowed in different dates

Híbridos <i>Hybrids</i>	Épocas de Semeadura - <i>Seeding dates</i>			Médias <i>Means</i>
	Outubro <i>October</i>	Novembro <i>November</i>	Dezembro <i>December</i>	
DIVMS (%) – IVDMD (%)				
Rumbosol-91	49,8 <sup>Aa</sup>	50,4 <sup>Aa</sup>	44,2 <sup>Ba</sup>	48,1
M-734	46,1 <sup>Aab</sup>	44,9 <sup>Aa</sup>	47,1 <sup>Aa</sup>	46,0
C-11	46,8 <sup>Aab</sup>	48,0 <sup>Aa</sup>	46,6 <sup>Aa</sup>	47,1
BRS-191	43,7 <sup>Ab</sup>	46,0 <sup>Aa</sup>	44,1 <sup>Aa</sup>	44,6
Médias - <i>Means</i>	46,6	47,3	45,5	CV <sup>1</sup> = 4,6
DIVFDN (%) – IVNDFD (%)				
Rumbosol-91	37,0 <sup>Aa</sup>	38,9 <sup>Aa</sup>	29,4 <sup>Ba</sup>	35,1
M-734	34,6 <sup>Aab</sup>	26,9 <sup>Ab</sup>	32,5 <sup>Aa</sup>	31,3
C-11	34,8 <sup>Aab</sup>	31,4 <sup>Ab</sup>	28,2 <sup>Aa</sup>	31,5
BRS-191	33,1 <sup>Ab</sup>	30,1 <sup>Ab</sup>	35,3 <sup>Aa</sup>	32,8
Médias - <i>Means</i>	34,9	31,8	31,3	CV <sup>1</sup> = 9,7
NDT <sub>1x</sub> (%) – TDN <sub>1x</sub> (%)				
Rumbosol-91	73,1	75,5	73,9	74,2 <sup>c</sup>
M-734	78,0	87,4	82,0	82,5 <sup>ab</sup>
C-11	83,5	89,8	80,0	84,4 <sup>a</sup>
BRS-191	77,1	82,2	79,0	79,4 <sup>b</sup>
Médias - <i>Means</i>	77,9 <sup>B</sup>	83,7 <sup>A</sup>	78,7 <sup>B</sup>	CV <sup>1</sup> = 4,1

<sup>1</sup> CV (%) = Coeficiente de Variação.

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na mesma linha e por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem (P<0,05), respectivamente, entre épocas de semeadura e híbridos pelo teste de Tukey.

<sup>1</sup> CV (%) = *Coefficient of Variation*.

*Means followed by different capital letters in the same line and by different small letters in the same column differ (P<0.05), respectively, among seeding dates and hybrids by Tukey test.*

A interação entre épocas de semeadura e híbridos de girassol foi significativa (P<0,05) para DIVMS e DIVFDN, enquanto para o NDT houve diferença (P<0,05) apenas entre épocas e híbridos. Nota-se que o híbrido Rumbosol-91 semeado em outubro e novembro apresentou maior DIVMS e DIVFDN que os demais híbridos, plausível ao fato de sua aptidão ser forrageiro, com menores concentrações de EE e maiores de CHOT e CNF (Tabela 3).

A DIVMS variou de 43,7 a 50,4% e a DIVFDN oscilou entre 26,9 a 38,9%, sendo a DIVMS semelhante e a DIVFDN inferior aos resultados encontrados na literatura,

com valores de 39,4 a 56,7% de DIVMS (Evangelista & Lima, 2001; Pereira, 2003; Mello et al., 2004; Tomich et al., 2004) e 54% de DIVFDN (Valdez et al., 1988). A digestibilidade da silagem de girassol é baixa (McDonald et al., 1991), típica das silagens de gramíneas tropicais (Evangelista & Lima, 2001), sendo atribuída aos maiores teores de extrato etéreo e lignina e, menores de CHOT e CNF quando comparada às silagens de milho e sorgo (Mello et al., 2004). A elevada relação LDA%/FDN também pode ser considerada um fator limitante da digestibilidade das silagens de girassol.

No presente estudo, os teores de EE foram negativamente correlacionados aos valores de DIVMS ( $r = -0,41$ ;  $P = 0,012$ ) e DIVFDN ( $r = -0,51$ ;  $P = 0,001$ ), confirmando o efeito depressivo da gordura sobre a digestibilidade e, contrariando os resultados encontrados por Tomich et al. (2004), os quais obtiveram correlação positiva entre EE e DIVMS ( $r = 0,33$ ;  $P = 0,02$ ). Investigando o efeito do teor de gordura sobre a digestibilidade, Valdez et al. (1988) encontraram incrementos na digestibilidade *in vitro* da MS e FDN quando as amostras das silagens de girassol foram pré-desengorduradas, passando de 47,9% DIVMS e 54,0% DIVFDN para 54,1% DIVMS e 79,7% DIVFDN. Embora a técnica de digestibilidade de dois estágios proposta por Tilley & Terry (1963) seja amplamente empregada na avaliação da digestibilidade em alimentos e muito precisa em predizer o valor energético (Minson, 1990), deve-se considerar que foi desenvolvida para plantas forrageiras com baixo teor de gordura ( $EE < 3\%$ ). Assim, quando as amostras não forem pré-desengorduradas ou não se utilize uma forragem índice como foi efetuado no estudo de cinética desse trabalho, tal técnica pode não ser a forma mais adequada para estimar o valor energético das silagens de girassol.

Os teores de NDT variaram de 73,1 a 89,8% (Tabela 5), sendo que a semeadura em novembro apresentou maior ( $P < 0,05$ ) valor, atribuído aos maiores teores de EE,

CNF e menores de LDA. Do mesmo modo, os híbridos duplo-propósito C-11 e M-734 apresentaram maiores teores de NDT, verossímil ao fato de apresentarem maiores concentrações de EE, PB e menores de LDA e NIDA. Henrique et al. (1998) relataram valores semelhantes ao desse trabalho, sendo 71 e 75% de NDT em ensaio *in vivo* com ovinos. Ressaltam-se os elevados teores de NDT das silagens de girassol quando comparados aos, normalmente, encontrados em silagens de milho (68 a 73%) e sorgo (63 a 67%). Embora as silagens de girassol apresentem DIVMS semelhantes às silagens de gramíneas tropicais, seu valor nutritivo é superior.

As estimativas dos parâmetros da cinética de degradação ruminal pelo desaparecimento da MS (DesMS) e desaparecimento da FDN (DesFDN) podem ser visualizados na Tabela 6. O tempo de hidratação, aderência e colonização microbiana ou, simplesmente, fase de latência ( $\lambda$  ou  $L = lag\ time$ ) não foi significativo ( $P > 0,05$ ) para o DesMS e DesFDN. Logo, optou-se por utilizar o modelo Ørskov & McDonald (1979) para DesMS, o qual não considera o  $L$ ; e, para o DesFDN o modelo foi reparametrizado de tal forma que  $DesFDN = Be^{-kt} + I$ .

Os resultados do teste de igualdade de parâmetros dos modelos são apresentados na Tabela 7. Verifica-se que não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre épocas de semeadura, híbridos de girassol e interação de ambos para todos os parâmetros do DesMS. Nesse caso, o DesMS das silagens de híbridos de girassol semeados em diferentes épocas pode ser representado por um único perfil de degradação ruminal, em que a fração solúvel ( $a$ ) equivale a 24,45% da MS; a fração insolúvel potencialmente degradável ( $b$ ) corresponde a 42,35% da MS com taxa de degradação ( $c$ ) de  $0,1207\ h^{-1}$  e a fração indegradável ( $I = 100 - (a + b)$ ) igual a 33,2% da MS (Tabela 6).

Tabela 6. Estimativa dos parâmetros da cinética pelo desaparecimento da matéria seca (DesMS) e da fibra em detergente neutro (DesFDN) com seus respectivos valores de desvio-padrão assintótico (DPA) obtidos em silagens de híbridos de girassol semeados em diferentes épocas

Table 6. Estimate of the parameters from kinetics by dry matter (DMD<sub>is</sub>) and neutral detergent fiber disappearance (NDFD<sub>is</sub>) with its respective asymptotic standard-deviation values (ASD) obtained in silages of sunflower hybrid sowed in different dates

Híbridos <i>Hybrids</i>	Parâmetros <sup>1</sup> – Parameters <sup>1</sup>							
	DesMS - DMD <sub>is</sub>			DesFDN - NDFD <sub>is</sub>				
	a (%)	b (%)	c (h <sup>-1</sup> )	DPA ASD	B (%)	k <sub>d</sub> (h <sup>-1</sup> )	I (%)	DPA ASD
Semeadura Antecipada (3º decêndio de outubro) - <i>Early Seeding (3º decennial of October)</i>								
Rumbosol-91	20,48	48,48	0,1240	6,78	61,77	0,1080	38,23	9,16
M-734	18,01	48,67	0,1125	6,51	56,99	0,0972	43,01	8,31
C-11	18,80	55,60	0,1007	7,73	65,58	0,0946	34,42	11,76
BRS-191	21,56	46,14	0,1013	6,19	55,12	0,1083	44,88	7,43
Semeadura Normal (3º decêndio de novembro) - <i>Normal Seeding (3º decennial of November)</i>								
Rumbosol-91	26,05	46,59	0,1399	7,28	56,55	0,1572	43,45	9,55
M-734	27,44	34,34	0,1387	5,98	46,89	0,1449	53,11	11,44
C-11	26,38	45,96	0,1149	6,75	52,18	0,1213	47,82	10,44
BRS-191	25,46	29,93	0,1340	4,87	44,13	0,1118	55,87	7,71
Semeadura Tardia (3º decêndio de dezembro) - <i>Delayed Seeding (3º decennial of December)</i>								
Rumbosol-91	36,13	33,34	0,1317	5,51	45,50	0,1274	54,50	7,87
M-734	22,66	38,13	0,1013	5,53	47,19	0,1058	52,81	7,37
C-11	28,74	43,63	0,0954	7,04	61,66	0,0900	38,34	8,82
BRS-191	21,74	37,40	0,1522	7,37	39,73	0,1311	60,27	6,87
Média geral - <i>General means</i>	24,45	42,35	0,1207		52,77	0,1165	47,23	

<sup>1</sup> a = fração solúvel; b = fração insolúvel potencialmente degradável; c = taxa de degradação de 'b'; B = FDN potencialmente degradável; k<sub>d</sub> = taxa de degradação de 'B'; I = FDN indegradável.

<sup>1</sup> a=soluble fraction; b=insoluble fraction potentially degradable; c=rate of degradation of 'b'; B=NDF potentially degradable; k<sub>d</sub>=rate of degradation of 'B'; I= NDF indegradable.

Da mesma forma, não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre épocas de semeadura, híbridos de girassol e interação de ambos para os parâmetros B (FDN potencialmente degradável) e  $k_d$  (taxa de degradação de B) do DesFDN (Tabela 7), sendo que os valores de B variaram entre 39,73 e 65,58% da FDN e  $k_d$  entre 0,0900 e 0,1572 h<sup>-1</sup> (Tabela 6).

Tabela 7. Teste para verificar a igualdade de parâmetros aplicado aos modelos utilizados no ajuste do desaparecimento da matéria seca e da fibra em detergente neutro para épocas de semeadura, híbridos e interação entre ambos

Table 7. Test to verify the equality of parameters applied to the models used for fit of dry matter and neutral detergent fiber disappearance for seeding dates, hybrid and interaction between both

Hipóteses (Ho:) Hypothesis (Ho:)	GL <sup>1</sup> DF <sup>1</sup> ( $\nu$ )	Épocas Dates		Híbridos Hybrids		Interação Interaction	
		$\chi^2_{\text{calc.}}^2$	Val-P <sup>3</sup>	$\chi^2_{\text{calc.}}^2$	Val-P <sup>3</sup>	$\chi^2_{\text{calc.}}^2$	Val-P <sup>3</sup>
Desaparecimento da MS – DM disappearance							
Ho <sub>1</sub> : a <sub>1</sub> = ... =a <sub>n</sub> = a	1	0,60	0,4386	0,19	0,6629	0,89	0,3455
Ho <sub>2</sub> : b <sub>1</sub> = ... =b <sub>n</sub> = b	1	1,12	0,2899	0,63	0,4274	1,75	0,1859
Ho <sub>3</sub> : c <sub>1</sub> = ... =c <sub>n</sub> = c	1	0,12	0,7290	0,20	0,6547	0,40	0,5271
Desaparecimento da FDN – NDF disappearance							
Ho <sub>1</sub> : B <sub>1</sub> = ... =B <sub>n</sub> = B	1	0,81	0,3681	0,73	0,3929	1,49	0,2222
Ho <sub>2</sub> : k <sub>d1</sub> = ... =k <sub>dn</sub> = k <sub>d</sub>	1	0,27	0,6033	0,17	0,6801	0,46	0,4976
Ho <sub>3</sub> : I <sub>1</sub> = ... =I <sub>n</sub> = I	1	2,21	0,1371	2,43	0,1190	3,98	0,0460

<sup>1</sup> Número de graus de liberdade; <sup>2</sup> Qui-quadrado calculado =  $-n \ln \left( \frac{n\hat{\sigma}_\Omega^2}{n\hat{\sigma}_{w_i}^2} \right)$ ; <sup>3</sup> Valor de Probabilidade,

P:  $\chi^2_\nu \geq \chi^2_{\text{calculado}}$ .

<sup>1</sup> Number of degrees of freedom; <sup>2</sup> Chi-square calculated; <sup>3</sup> Value of probability.

Contudo, a interação entre épocas de semeadura e híbridos de girassol foi significativa ( $P<0,05$ ) para o parâmetro  $I$  (FDN indegradável) do DesFDN (Tabela 7), sendo que o híbrido C-11 semeado em outubro apresentou menor  $I$  (34,42% da FDN) e o BRS-191 semeado em dezembro apresentou maior  $I$  (60,27% da FDN). Os maiores valores de  $I$  implicam em redução do consumo, devido ao efeito de enchimento. Além disso, o consumo de forragem é limitado pela taxa de desaparecimento ruminal

(Mertens, 1992), a qual é relacionada à taxa de degradação e digestibilidade dos nutrientes (McDonald et al., 1991).

### **Conclusões**

Os teores relativamente elevados de gordura e a reduzida qualidade da fração fibrosa restringiram o valor nutritivo das silagens de girassol, todavia os elevados teores protéicos e minerais ampliaram o valor nutritivo das silagens de girassol.

A semeadura em dezembro (tardia) propiciou silagens com maiores teores protéicos e minerais, porém com menor qualidade de fibra que a semeadura em outubro (antecipada).

Os híbridos duplo-propósito M-734 e C-11 semeados em novembro apresentaram melhor relação entre a análise química, digestibilidade, nutrientes digestíveis totais e cinética de degradação ruminal.

Sugere-se a elaboração de critérios específicos para classificar a qualidade do processo fermentativo das silagens de girassol, pois esses ainda se encontram em voga.

### **Literatura Citada**

- AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16th ed., Washington, DC.: AOAC, 1995. 2000p.
- BORGES, A.L.C.C. **Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e umidade no colmo e seus padrões fermentação**. Belo Horizonte: UFMG, 1995. 104p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da UFMG, 1995.
- DEVENDRA, C.; LEWIS, D. The interaction between dietary lipids and fiber in the sheep. **Animal Production**, Edinburgh, v.19, n.1, p.67-76, 1974.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. Utilização de silagens de girassol na alimentação animal. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; DAMASCENO, J.C. et al. (Eds.). **SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS**, 1, 2001, Maringá, PR. **Anais...** Maringá: UEM, p.177-217, 2001.
- 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, Recife, PE. **Anais...** Recife: UFRPE, SBZ, 39, 2002. CD-ROM.
- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. **Forage fiber analysis: apparatus, reagents, procedures and some applications.** Washington, D.C.: United States Department of Agriculture, 1970. 20p. (USDA, Agricultural Handbook, 379).
- HENDERSON, C. The effects of fatty acid on pure cultures of rumen bacteria. **The Journal Agricultural Science**, Cambridge, v.81, n.1, p.107-112, 1973.
- HENRIQUE, W.; ANDRADE, J.B.; SAMPAIO, A.A.M. Silagem de milho, sorgo, girassol e suas consorciações. III - coeficientes de digestibilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu, SP. **Anais...** Botucatu: UNESP, 1998. CD-ROM.
- JUNG, H.G. Forage lignin and their effects on fiber digestibility. **Agronomy Journal**, Madison, v.81, n.1, p.33-38, 1989.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.57, p.347-358, 1996.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S. **The biochemistry of silage.** Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- McDOUGALL, E.I. Studies on ruminant saliva. 1. the composition and output of sheep's saliva. **Biochemical Journal**, v.43, p.99-109, 1948.
- McDOWELL, L.R. Recent advances in minerals and vitamins on nutrition of lactating cows. In: TEIXEIRA, J.C.; SANTOS, R.A.; DAVID, F.M. et al. (Eds.) SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE: NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, v.2, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: UFLA, p.51-76, 2001.
- MELLO, R.; NÖRNBERG, J.L. Fracionamento dos carboidratos e proteínas de silagens de milho, sorgo e girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1537-1542, 2004.
- MELLO, R.; NÖRNBERG, J.L.; ROCHA, M.G. Potencial produtivo e qualitativo de híbridos de milho, sorgo e girassol para ensilagem. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.10, n.1, p.87-95, 2004.
- MERTENS, D.R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29, SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: SBZ, p.1-32, 1992.
- MERTENS, D.R.; LOFTEN, J.R. The effect of starch on forage fiber digestion kinetics *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.63, p.1437-1446, 1980.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition.** San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- MOOS, D.N. Photosynthesis, respiration and photorespiration in higher plants. In: TESAR, M.B. (Ed.). **Physiological basis of crop growth and development.** Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, p.131-152, 1984.
- NRC – NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle.** 7. ed. rev. Washington: National Academy Press, 2001. 381p.

- 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.
- PAIVA, J.A.J. **Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais**. Belo Horizonte: UFMG, 1976. 85p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da UFMG, 1976.
- PALMQUIST, D.L. Calcium soaps of fatty acids with varying unsaturation of fat supplements for lactating cows.(abstr.). **Canadian Journal Animal Science**, Ottawa, v.64, suppl.1, p.240-241, 1984.
- PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.76, n.4, p.1063-1073, apr., 1993.
- REGAZZI, A.J. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear. **Revista Ceres**, Viçosa, v.50, n.287, p.9-26, 2003.
- SAS – STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS System for Windows**. Cary: SAS Institute Inc., v.8.0, 1999.
- SNIFFEN, C.J.; O’CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II carbohydrate and protein availability **Journal Animal Science**, Champaign, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.
- TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. ampl. Porto Alegre: UFRGS - Departamento de Solos, 1995. 174p. (UFRGS. Boletim Técnico, 5).
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford, v.18, n.2, p.104-111. 1963.
- TOMICH, T.R.; RODRIGUES, J.A.S.; GONÇALVES, L.C. et al. Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safrinha para ensilagem. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.55, n.6, p.756-762, 2003.
- TOMICH, T.R.; GONÇALVES, L.C.; TOMICH, R.G.P. et al. Características químicas e digestibilidade *in vitro* de silagens de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.6, supl.1, p.1672-1682, 2004.
- TOSI, H.; SILVEIRA, A.C.; FARIA, V.P. et al. Avaliação do girassol (*Helianthus annuus*) como planta para a ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.4, n.1, p.39-48, 1975.
- VALDEZ, F.R.; HARRISONS, J.H.; FRAZEN, S.C. Effect of feeding sunflower silage on milk production, milk composition, and rumen fermentation of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, Champaign, v.71, n.9, p.2462-2469, 1988.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- WALDO, D.R.; SMITH, L.W.; COX, E.L. Model of cellulose disappearance from the rumen. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.55, n.1, p.125-129, 1972.

WEISS, W. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, p.176-185, 1999.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, a cultura do girassol tem tido um *marketing* positivo na mídia brasileira, pelas elevadas produtividades, excelente valor nutritivo, menor influência das condições climáticas e redução de custos na produção de silagens. Contudo esses dados parecem não ser consistentes com os resultados de pesquisa. Pois, mesmo a cultura sendo considerada pouco sensível aos fatores ambientais; a temperatura, insolação e fotoperíodo exercem efeitos marcantes sobre o desenvolvimento da mesma.

Nesse estudo, notaram-se efeitos marcantes da época de semeadura sobre os caracteres fenológicos, produtivos e qualitativos de híbridos de girassol. Dificilmente, a cultura poderá proporcionar redução de custo por tonelada de matéria seca de silagem produzida, haja vista as menores produtividades de biomassa seca quando comparada às do milho e sorgo, proporcionada pela elevada retenção de umidade no capítulo e colmo. Além disso, dependendo da época de semeadura, alguns híbridos de girassol podem apresentar sérios problemas de acamamento mais quebraamento.

O valor nutritivo da silagem de girassol é realmente superior aos das silagens de milho e sorgo, devido aos maiores teores protéicos, minerais e de extrato etéreo. No entanto, os elevados valores de extrato etéreo em relação aos das silagens de milho e sorgo podem representar um fator negativo à digestão ruminal, devido a toxicidade às bactérias celulolíticas, diminuindo o potencial de digestão da fibra e ingestão de matéria seca, sendo que a utilização de outras fontes de volumoso no balanceamento de dietas parece ser uma solução prática e adequada para a maximização do uso de silagens de girassol.

Dessa forma, infere-se que o girassol pode ser uma alternativa importante na rotação ou sucessão de culturas, com grande potencial para fabricação de óleo comestível e biocombustível. Todavia, a cultura carece de um melhoramento genético, principalmente, quando esta for destinada à produção de silagem. Além disso, a produção de sementes em quantidades suficientes para atender a demanda é imprescindível para o desenvolvimento da cultura no país, evitando-se o déficit da balança comercial do complexo girassol e retrocesso da cultura, tal como ocorreu no passado.