

Resumo

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a produção e a qualidade de silagem de plantas de milho cultivadas em solo de várzea em diferentes sistemas de preparo do solo. Nos anos agrícolas de 2002/03 e 2003/04 foram conduzidos dois experimentos no delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Utilizaram-se três preparos de solo: (i) preparo do solo em camalhões e sem o uso de irrigação (C-NI); (ii) preparo do solo em camalhões e uso de irrigação por sulcos (C-I) e; (iii) preparo do solo convencional (sem camalhões) e sem o uso de irrigação (SI). Observou-se que a utilização de camalhões, com ou sem irrigação, aumenta o índice de área foliar da plantas de milho. O teor de fibra bruta foi de 17,2, 19,11 e 17,89% para as plantas de milho cultivadas em C-I, C-NI e SC, respectivamente.

Palavras-chave: irrigação por sulcos; matéria seca; preparo do solo.

Produção de silagem de milho sobre camalhões em solos de várzea¹

Tatiana Taschetto Fiorin², Renato Beppler Spohr³, Reimar Carlesso⁴, Cleudson José Michelin⁵, Cleiton Dalla Santa⁶, Gustavo De David⁶

Producción de silage de maíz en canteros de suelos de várzea

Resúmen

Este trabajo objetiva evaluar la producción y la calidad del silage de plantas de maíz cultivadas en suelos de várzea con diferentes formas de preparo del suelo. En los años agrícolas de 2002 / 03 y 2003/04 realizamos en carácter experimental, al acaso, dos experiencias con cuatro repeticiones. Utilizamos tres tipos de preparo de suelo: 1- Glebas de tierra sin irrigación (C-NI); 2- Preparo del suelo en camalotes Glebas con irrigación por surcos (C-I) y 3- Preparación convencional de las glebas sin uso de irrigación. Observamos que la utilización de canteros con o sin irrigación aumenta el índice de área foliar de las plantas de maíz. El porcentaje de fibra fue de 17,2; 19,11 y 17,89% para las plantas de maíz cultivadas en C-I, C-NI y SC, respectivamente.

Palabras llave: surcos irrigados; materia seca; preparación del suelo.

Introdução

O Rio Grande do Sul (RS) tem registrado um aumento nas desigualdades regionais, caracterizadas pela concentração cada vez maior de população e de renda em algumas regiões, enquanto que em outras, agravam-se os problemas estruturais da economia, gerando perdas populacionais, empobrecimento e redução da qualidade de vida. Neste contexto, destaca-se negativamente a Metade Sul, região predominantemente agropecuária, onde a principal atividade econômica é a orizicultura e a pecuária

de corte. Essa região vem sofrendo, ao longo das últimas décadas, um profundo processo de perda de dinamismo econômico, defrontando-se com dificuldades que tem retardado seu desenvolvimento econômico e social, em comparação com a metade Norte.

As frequentes crises do arroz colocam os produtores rurais da região, em difícil situação para viabilizar a produção agropecuária e a geração de divisas para a economia da região. É crescente o aumento do desemprego rural da região, e na pressão social nas cidades, com pequena infra-estrutura para

1 Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM.

2 Instituto Federal Farroupilha, Campus Alegrete. E-mail: tatiflorin@yahoo.com.br

3 Departamento de Eng. Florestal, CESNORS – Frederico Westphalen, UFSM. E-mail: renatospohr@smail.ufsm.br

4 Departamento de Eng. Rural, UFSM – Santa Maria, RS. 97105-900. E-mail: carlesso@ccr.ufsm.br.

5 Instituto Federal Farroupilha, Campus Santo Augusto. E-mail: cleudsonjose@gmail.com

6 Engenheiro Agrônomo, Sistema Irriga, Gerenciamento de Irrigação, Santa Maria, RS.

geração de novos empregos. Assim, é importante a viabilização de alternativas para manter a atividade agropecuária viável integrando a experiência dos agricultores, disponibilidade de máquinas e equipamentos da propriedade, manutenção da atividade agrícola e a redução dos riscos da atividade rural.

Uma das características dos solos de várzea da Metade Sul do Rio Grande do Sul é a sua utilização para atividades agropecuárias durante apenas parte do ano, em virtude do nível freático permanecer por longos períodos próximo a superfície do solo. Isto dificulta recomendações que viabilizem ocupação agrícola mais eficiente destes solos por parte dos agricultores. Desta forma, é necessário testar sistemas e métodos que permitam obter rendimentos compatíveis ao grande potencial agrícola que estes solos possuem.

A busca da sustentabilidade da agricultura envolve, entre outras, a prática da rotação de culturas, pois muitas vezes, a utilização intensiva de insumos modernos não permite que a exploração agrícola se viabilize economicamente, socialmente e ambientalmente (MARCHEZAN, 1995). Assim, a utilização de cultivos alternativos ao arroz em áreas de várzea propicia a utilização mais intensiva do solo, com a otimização do uso da mão de obra disponível, redução de incidência de arroz vermelho na área, redução de custos de produção com elevação da produtividade do arroz e diversificação de renda na propriedade (IRGA, 2001).

O cultivo do milho em várzeas não-drenadas aumenta muito o risco de perdas parciais ou mesmo total de produtividade em anos com excesso de chuvas, principalmente se as mesmas ocorrem nas primeiras semanas após a semeadura. Levando-se em conta esse cenário, a semeadura do milho em camalhões é uma alternativa interessante para micro, pequenos e médios produtores. Nesse sistema, os camalhões são utilizados como drenos para eliminar o excesso de água do solo, e os sulcos podem conduzir a água de irrigação para suprir as necessidades das plantas.

O controle da drenagem interfere diretamente na produtividade. Em anos com distribuição normal das chuvas durante o verão, o potencial produtivo do milho pode ser superior a 6000 kg ha⁻¹. No entanto,

quando ocorrer excessos de chuvas em algum período do desenvolvimento das plantas, a produtividade é severamente reduzida, em muitos casos para produtividades inferiores a 180 kg ha⁻¹, inviabilizando economicamente a cultura (PIRES, 2005). Com a utilização do cultivo do milho em camalhões, a produtividade observada em várias regiões do Rio Grande do Sul, em anos com *El nino*, foi superior a 4800 kg ha⁻¹. Esses resultados viabilizam o cultivo do milho em solos de várzea.

A silagem de milho pode ser uma alternativa na intensificação da atividade da pecuária de corte da região, suprimindo a carência alimentar durante o inverno no Rio Grande do Sul, contribuindo para a redução na idade de abate incrementando os índices reprodutivos dos rebanhos bovinos do Estado (RESTLE et al., 2000). A utilização do milho na alimentação de bovinos, devido à qualidade da silagem, agrega valor ao produto e aumenta a lucratividade da atividade agropecuária.

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a produção e a qualidade de silagem, de planta de milho cultivadas em solo de várzea em dois sistemas de preparo do solo (com e sem camalhões) e irrigadas por sulcos.

Material e métodos

O trabalho foi conduzido, no município de Santa Maria, Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, nos anos agrícolas de 2001/02 e 2002/03. A área experimental está situada na Latitude de 29°50'57" S, Longitude de 53°36'21,2" W e altitude média de 61 metros. O clima da região é classificado como subtropical úmido, classe "Cfa", segundo a classificação de Köppen (MORENO, 1961). A precipitação pluvial média anual da região varia entre 1322 a 1796 mm. O solo do local está classificado como Planossolo Háptico Distrófico arênico (EMBRAPA, 1999).

Nos anos agrícolas de 2002/03 e 2003/04 foram conduzidos dois experimentos no delineamento experimental de blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada experimento foi constituído de três tratamentos: (i) preparo do solo em camalhões e sem o uso de irrigação (C-NI); (ii) preparo do solo em camalhões e uso de irrigação por sulcos (C-I) e; (iii) preparo do solo convencional (sem camalhões) e

sem o uso de irrigação (SC). Foram cultivadas duas linhas de milho sobre os camalhões, espaçadas em 40 cm, com a distância entre os sulcos de irrigação de 185 cm. As parcelas experimentais eram constituídas de oito linhas de cultivo de milho com dimensões de 7,4 x 14 m (103,6 m²). Os camalhões no ano agrícola de 2002/03 foram construídos em 28 de dezembro de 2002 e no ano agrícola de 2003/04 foram reconstruídos em 20 de outubro de 2003. No ano agrícola de 2002/03, a cultura do milho foi semeada no dia 09 de janeiro de 2003 e no ano agrícola de 2003/04, no dia 21 de janeiro de 2004. A população de plantas foi de aproximadamente 60.000 plantas ha⁻¹.

A irrigação foi realizada por sulcos e consistia na aplicação de uma lâmina de irrigação, que através da abertura do canal de abastecimento conduzia a água por gravidade do reservatório até os sulcos. O manejo da irrigação foi realizado a partir da estimativa da evapotranspiração de referência (ET_o), determinada pelo método de Penman-Monteith. Os valores de temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar para o cálculo da ET_o foram obtidos de uma estação meteorológica compacta, instalada próximo ao local de condução do experimento. A evapotranspiração máxima da cultura foi determinada utilizando os coeficientes de cultura, propostos por Doorenbos e Kassan (1979).

A data de emergência do milho foi considerada quando 50% das plântulas haviam emergido. Após a emergência foram selecionadas e identificadas três plantas por parcela (semelhantes em altura e número de folhas) para determinações não destrutivas de área foliar. Essas determinações foram realizadas duas vezes por semana. A área foliar foi determinada individualmente para cada folha, desde a emergência das folhas no cartucho até o aparecimento da bainha. A área foliar das plantas foi determinada através do produto das medidas do comprimento e largura de cada folha da planta multiplicada pelo coeficiente 0,75 (STICKLER et al., 1961). O índice de área foliar foi calculado pela relação entre área foliar fotossinteticamente ativa da planta e a superfície do solo ocupada por essa planta. A superfície do solo ocupada pela planta foi calculada pela razão entre a área e a população de plantas contidas nessa área.

A colheita para análise de qualidade e quantidade de silagem das plantas de milho foi feita em área de 0,925 x 4,00 m (3,7 m²) no centro de cada parcela. As amostras das plantas de milho para análise bromatológica foram secadas em estufa de ar forçado a 60°C até massa constante, para a determinação da massa seca (MS). Posteriormente, foram moídas em moinho tipo *Wiley*, peneiradas (malha de dois milímetros de diâmetro), e mantidas em potes plásticos fechados e conservados a temperatura de 5°C. Para a realização das análises químicas as amostras foram novamente moídas e peneiradas (malha de milímetro de diâmetro).

As análises químicas das plantas de milho para silagem foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFSM (LANA). Foram analisadas: MS, PB (proteína bruta), EE (extrato etéreo), FB (fibra bruta) e ENN (extrativos não nitrogenados - por cálculo) segundo a AOAC (1990). Também foi determinado o NDT (nutrientes digestíveis totais), por cálculo, utilizando os procedimentos descritos por McDowell et al. (1974).

A análise estatística foi realizada utilizando o programa Statistical Analysis System (SAS). A análise da variância dos resultados e a comparação de médias pelo teste de Tukey foram determinadas em nível de 5% de probabilidade de erro.

Resultados e discussão

Na figura 1 é apresentado o índice de área foliar (IAF) ao longo do ciclo de desenvolvimento das plantas de milho. No ano agrícola de 2002/03, C-NI apresentou maior IAF ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento (Figura 1a). Em 2002/03 o milho cultivado em C-I e SC apresentaram menores valores de IAF, quando comparados ao ano agrícola de 2003/04. Os menores valores de IAF observados em SC, no ano agrícola de 2002/03, estão associados ao grande volume de chuvas ocorrido durante o ciclo da cultura, isso provocou excesso de água na zona radicular das plantas cultivadas sem camalhão, reduzindo a oxigenação dessa camada de solo e, certamente comprometendo o desenvolvimento das plantas de milho. O efeito negativo do excesso de água sobre o sistema radicular do milho não foi observado nos tratamentos que utilizaram camalhões, uma vez

que nesses cultivos os canais formados pelo uso de camalhões favoreceram a drenagem do excesso de água das chuvas.

Observa-se que o máximo IAF ocorreu no pendoamento, em ambos os anos agrícolas, independentemente do sistema de cultivo utilizado. O IAF das plantas de milho, no ano agrícola de 2002/03, foi crescente até o pendoamento, quando foram observados os valores máximos de 3,68, 4,01 e 3,04 para as plantas cultivadas em C-I, C-NI e

SC, respectivamente (Figura 1a). Ao longo de todo o ciclo de desenvolvimento das plantas de milho, os valores do IAF para as plantas cultivadas em camalhões foram superiores ao das plantas cultivadas sem camalhão. Almeida (1999) trabalhando em solo e condições semelhantes observou IAF máximo de 4,65 e 3,09 nos anos agrícolas de 1996/97 e de 1997/98, respectivamente.

Na tabela 1 são apresentados os resultados do quadrado médio da análise da variância para a massa

Figura 1. Índice de área foliar das plantas de milho cultivadas em solo de várzea nos anos agrícolas de 2002/03 (a) e 2003/04 (b). As linhas verticais representam o desvio padrão. Santa Maria (RS), 2007.

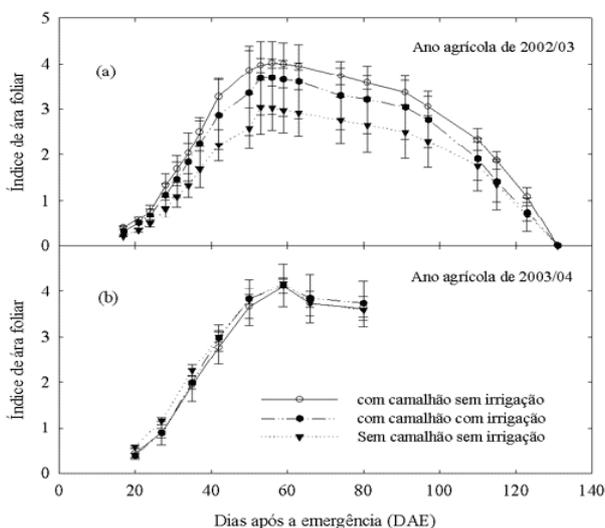


Tabela 1. Quadrado médio da análise da variância para a massa fresca e seca de silagem acumulados das plantas de milho cultivadas em solo de várzea com preparo do solo em camalhões e sem o uso de irrigação, com preparo do solo em camalhões e uso de irrigação por sulcos e com preparo do solo convencional (sem camalhões) e sem o uso de irrigação. Santa Maria, RS, 2007.

Variáveis	Bloco	Preparo do Solo	Resíduo	CV (%)
	GL = 3	GL = 2	GL = 6	
Ano agrícola de 2002/03				
Massa fresca da espiga	9,79 ^{ns}	9,23 ^{ns}	2,49	10,45
Massa fresca da folha	1,85 ^{ns}	2,33 ^{ns}	1,01	15,08
Massa fresca do colmo	2,49 ^{ns}	7,41*	1,29	16,89
Massa fresca total	32,80 ^{ns}	52,95 ^{ns}	12,29	12,29
Massa seca da espiga	4,62 ^{ns}	4,59 ^{ns}	5,53	33,90
Massa seca da folha	0,18 ^{ns}	0,74*	0,10	14,82
Massa seca do colmo	0,19 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,08	16,68
Massa seca total	3,46 ^{ns}	11,52 ^{ns}	6,55	23,64
Ano agrícola de 2003/04				
Massa fresca da espiga	0,93 ^{ns}	44,88 ^{ns}	10,10	25,62
Massa fresca da folha	2,03 ^{ns}	0,97 ^{ns}	2,26	21,59
Massa fresca do colmo	0,03 ^{ns}	3,60 ^{ns}	4,70	39,90
Massa fresca total	4,84 ^{ns}	59,35 ^{ns}	37,37	24,11
Massa seca da espiga	0,09 ^{ns}	9,46 ^{ns}	1,95	23,99
Massa seca da folha	0,23 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,37	24,38
Massa seca do colmo	0,02 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,16	29,28
Massa seca total	0,24 ^{ns}	11,12 ^{ns}	4,58	22,07

* = significativo em nível de 5% de probabilidade de erro; ns = não significativo; CV = coeficiente de variação; GL = graus de liberdade

fresca e seca de silagem acumulados das plantas de milho. Observa-se que apenas a massa fresca do colmo e a massa seca de folha, durante o ano agrícola de 2002/03, apresentaram diferença entre os preparos do solo. Os coeficientes de variação (CV) foram maiores no ano agrícola de 2003/04, com média de 26,4%, quando comparado a 2002/03, com valor médio de 18,0%.

Na tabela 2 são apresentados os resultados do quadrado médio da análise da variância para PB, EE, FB, ENN e NDT da planta de milho cultivadas em solo de várzea. No ano agrícola de 2002/03 os resultados de FB apresentaram diferença entre os preparos do solo. No ano agrícola de 2003/04 não houve diferença entre os tratamentos para nenhum dos componentes bromatológicos avaliados na silagem de milho. Os CVs foram maiores no ano agrícola de 2003/04, com média de 9,3%, quando comparado a 2002/03, com valor médio de 7,7%.

A massa fresca do colmo e a massa seca de folhas de milho (Tabela 3), observadas no ano agrícola de 2002/03, ano com ocorrência do fenômeno *El Niño*, foram maiores para as plantas cultivadas em C-I, não diferindo das plantas cultivadas em C-NI.

O fato dos camalhões funcionarem como drenos, em dias de elevada quantidade de chuva, possivelmente aumentou a oxigenação das raízes das plantas. Segundo Matzenauer et al. (2002) a quantidade de chuva acumulada para o período de janeiro a junho, na região de Santa Maria, é de 863 mm. Entretanto, no mesmo período durante o ano de 2003, a quantidade de chuva acumulada foi de 1.370 mm, incremento de 59% em relação a média normal. Esse incremento na precipitação pluvial foi causado pela ocorrência do fenômeno *El Niño*. A percentagem de FB, no ano agrícola de 2002/03, foi maior para as plantas de milho cultivadas em C-NI (Tabela 3).

Na figura 2 são apresentados os valores médios para a massa fresca (Figura 2a) e seca (Figura 2b) de silagem acumulados das plantas cultivadas em solo de várzea. Observa-se que a produção de massa fresca e seca foram maiores no ano agrícola de 2002/03, exceto para massa seca e fresca de folha. Os resultados da porcentagem de espiga na massa seca total de milho foram de 64 e 60%, para os cultivos realizados em 2002/03 e 2003/04, respectivamente. Estes valores são superiores ao observado por Monteiro et al. (2000) (48%) para o mesmo híbrido cultivado em

Tabela 2. Quadrado médio da análise da variância para a produção de silagem de plantas inteira de milho cultivadas em solo de várzea com preparo do solo em camalhões e sem o uso de irrigação, com preparo do solo em camalhões e uso de irrigação por sulcos e com preparo do solo convencional (sem camalhões) e sem o uso de irrigação. Santa Maria (RS), 2007.

Variável	Bloco	Preparo do Solo	Resíduo	CV (%)
	GL = 3	GL = 2	GL = 6	
Ano agrícola de 2002/03				
Proteína bruta	0,32 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,11	6,10
Extrato etéreo	1,73 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,32	21,56
Fibra bruta	5,99*	3,49*	0,39	3,49
Extrativos não nitrogenados	12,21*	4,88 ^{ns}	1,21	1,57
Nutrientes digestíveis totais	71,30*	3,48 ^{ns}	12,82	6,00
Ano agrícola de 2003/04				
Proteína bruta	0,16 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,20	6,04
Extrato etéreo	0,31 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,13	10,66
Fibra bruta	1,24 ^{ns}	12,12 ^{ns}	4,29	10,72
Extrativos não nitrogenados	20,85 ^{ns}	13,65 ^{ns}	10,46	5,34
Nutrientes digestíveis totais	48,87 ^{ns}	71,36 ^{ns}	62,16	13,95

* = significativo em nível de 5% de probabilidade de erro; ns = não significativo; CV = coeficiente de variação; GL = graus de liberdade

Tabela 3. Massa fresca do colmo, massa seca da folha e fibra bruta para a cultura do milho cultivado em solo de várzea ano agrícola de 2002/03. Santa Maria, RS, 2007.

Variável	Preparo do solo		
	C-NI	C-I	SC
Massa fresca de colmo (Mg ha ⁻¹)	6,6 ab	8,2 a	5,5 b
Massa seca de folhas (Mg ha ⁻¹)	2,2 ab	2,6 a	1,8 b
Fibra bruta (%)	19,1 a	17,3 b	17,9 ab

C-NI = preparo do solo em camalhões e sem o uso de irrigação; C-I = preparo do solo em camalhões e uso de irrigação por sulcos; SC = preparo do solo convencional (sem camalhões) e sem o uso de irrigação. Linhas seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey (P<0,05).

diferentes locais de Minas Gerais. Em relação a massa verde, a porcentagem de espigas foi de 53 e 49%, para os cultivos realizados em 2002/03 e 2003/04, respectivamente. Melo et al. (1999) utilizando o mesmo híbrido em Lavras, Minas Gerais, obteve porcentagem de espiga na massa verde inferior (40%) aos resultados observados nos dois anos de cultivo.

Nos dois anos agrícolas, a produção total média de massa fresca e seca foi de 27,0 e 10,3 Mg ha⁻¹, respectivamente. Almeida Filho et al. (1999) avaliando as características agronômicas de cultivares de milho, obteve produções de massa seca semelhantes, com valores variando de 12,7 a 10,4 Mg ha⁻¹. Lamb (1991) trabalhando com milho irrigado obteve valores também semelhantes de massa seca variando de 10,9 a 15,6 Mg ha⁻¹. Mittelmann et al. (2005) utilizando o mesmo híbrido de milho no ano agrícola de 2001/02, obteve produção de 10,0 e 12,0 Mg ha⁻¹ de massa seca em cultivos realizados em Ijuí (RS) e Teutônia (RS), respectivamente. Maggi (2003) utilizando o mesmo híbrido em Santa Maria (RS), no ano agrícola de 2001/02, obteve produção

de 34,1 Mg ha⁻¹ de massa fresca e de 13,2 Mg ha⁻¹ de massa seca. A partir dessas comparações é possível afirmar que a produção de silagem do milho em solo de várzea não foi afetada pelo excesso de água, uma vez que apresentou produtividade de massa (fresca e seca) semelhantes a cultivos conduzidos em área de terras altas.

Na figura 3 são apresentados os valores médios dos componentes bromatológicos determinados a partir da massa seca das plantas de milho. Os resultados de PB, EE e FB das plantas de milho foram baixos no primeiro ano de cultivo (2002/03) e com ligeiro aumento no segundo ano (2003/04). O elevado volume de chuvas e o retardamento do plantio no ano agrícola de 2002/03 podem ser a razões desses menores valores. Embora baixos, os valores obtidos ainda encontram-se próximos dos valores extremos determinados por Fancelli e Neto (2000): PB de 6,2 a 7,3%; FB de 15,3 a 21 %; EE de 2,2 a 3,6% e acima de 60% para nutrientes digestíveis totais

Figura 2. Valores médios para a massa fresca (a) e seca (b) de espiga, folha, colmo e total de plantas cultivadas em solo de várzea nos anos agrícolas de 2002/03 e 2003/04. Santa Maria (RS), 2007.

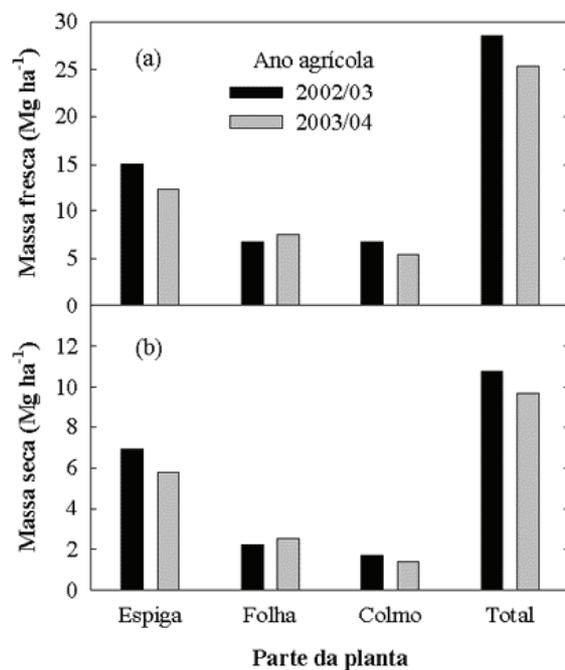
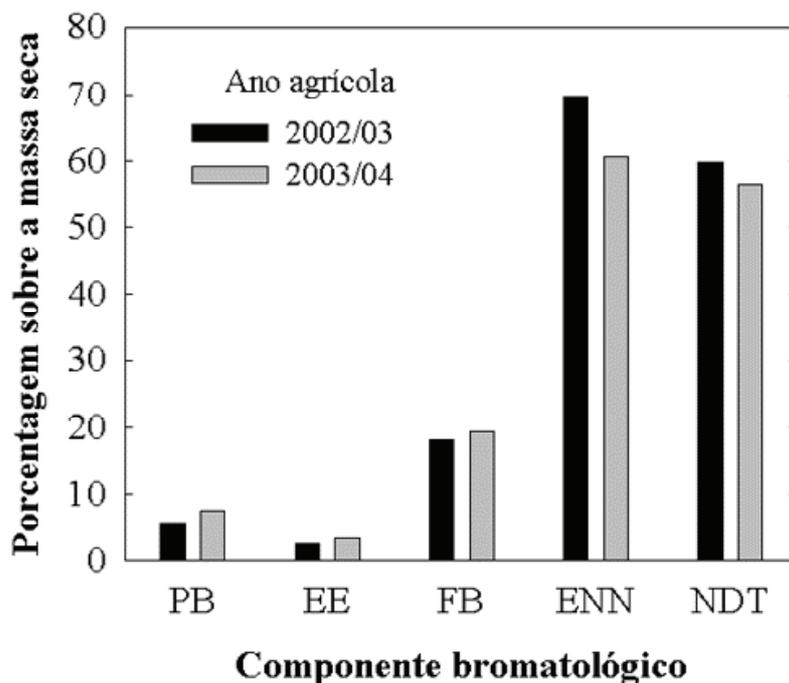


Figura 3. Valores médios de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), extrativos não nitrogenados (ENN) e nutrientes digestíveis totais (NDT) sobre a MS das plantas de milho cultivadas em solo de várzea nos anos agrícolas de 2002/03 e 2003/04. Santa Maria (RS), 2007.



(NDT). Maggi (2003) e Mittelmann *et al.* (2005) obtiveram valores semelhantes de PB, ou seja, 7,5 e 6,3%, respectivamente.

Conclusões

O índice de área foliar de plantas de milho aumenta com a utilização de camalhões em solos de várzea, independentemente da utilização de irrigação.

A produção de silagem do milho cultivado sobre camalhões, em solo de várzea, é afetada pelo excesso de chuvas.

Em anos com excesso de chuvas, o cultivo de milho sobre camalhões em solo de várzea proporciona aumento nos teores de fibra bruta da silagem, quando comparado ao cultivo sem camalhão.

Referências

Apresentadas no final da versão em inglês.