



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA  
CURSO DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**CULTURAS DE COBERTURA EM REGIÃO DE INVERNO  
SECO PARA SEMEADURA DIRETA DE SOJA**

***CARLOS EDUARDO MADUREIRA BARBOSA***

Orientado

***Prof. Dr. EDSON LAZARINI***

Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira - UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia.  
Especialidade: Sistemas de Produção.

Ilha Solteira

Estado de São Paulo – Brasil

Dezembro de 2009

## FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

B238c Barbosa, Carlos Eduardo Madureira.  
Culturas de cobertura em região de inverno seco para semeadura direta de soja / Carlos Eduardo Madureira Barbosa. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2009.  
104 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2009

Orientador: Edson Lazarini  
Bibliografia: p. 90-104

1. Soja. 2. Capim-braquiária. 3. Milheto. 4. Crotalaria. 5. Sorgo.  
6. Alternanthera tenella.

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**TÍTULO:** Culturas de entressafra em região de inverno seco para semeadura direta de soja

**AUTOR:** CARLOS EDUARDO MADUREIRA BARBOSA  
**ORIENTADOR:** Prof. Dr. EDSON LAZARINI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE em AGRONOMIA ,  
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. EDSON LAZARINI  
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de  
Engenharia de Ilha Solteira

  
Prof. Dr. MARCELO ANDREOTTI  
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha  
Solteira

  
Prof. Dr. MIGUEL ANGELO MUTTON  
Departamento de Produção Vegetal / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 07 de dezembro de 2009.

*Aos meus pais,  
**Jarbas Barbosa e Maria Isabel de Alvarenga  
Madureira Barbosa**, pelo exemplo de vida, fé,  
coragem e por todo amor, carinho, apoio e  
dedicação a todos os dias de minha vida.*

*As minhas irmãs,  
**Isabela e Mariella** pelo amor, apoio, incentivo,  
carinho, companheirismo e confiança em minha  
jornada  
E aos meus familiares.*

## *Dedico*

*AMO VOCÊS*

*A minha namorada,  
**Laís Rosa Sousa Azambuja**, pelo amor,  
incentivo, compreensão, confiança em minha  
jornada.*

*Ofereço*

*Aos meus avós,  
Paternos, **Lourival Barbosa** (in memoriam) e  
**Antonia de Souza Barbosa**, e Maternos, **João  
Madureira Sobrinho** e **Leopoldina  
Drummond Madureira** (in memoriam), pelo  
exemplo de humildade e esforço, minha  
gradidão.*

*Minha Homenagem*

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

*A Deus, por ter me iluminado, me acompanhado e me fortalecido cada momento da minha vida.*

*Ao professor Dr. **Edson Lazarini**, pelas orientações e por ser um professor comprometido com o aprendizado. Muito obrigado por acreditar neste trabalho e por toda a paciência nestes anos de convívio, obrigado pela confiança, oportunidade, carinho e ensinamentos. A você meu sincero respeito e agradecimento.*

*Aos meus companheiros de república, Pedro Renan, Geovani, Samuel e Vinícius pela confiança, paciência, conselhos e por todos os momentos de alegrias e tristezas compartilhadas, pois eles foram minha família durante esses anos e acompanharam minha jornada.*

## AGRADECIMENTOS

*A UNESP Campus de Ilha Solteira-SP e à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Agronomia “Sistemas de Produção” pela oportunidade da realização deste curso de mestrado.*

*À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.*

*Aos funcionários da fazenda, que sempre me apoiaram em campo.*

*Aos professores do Programa de Pós Graduação em Agronomia “Sistemas de Produção” o meu muito obrigado.*

*Ao Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio-economia, pelo apoio.*

*Ao Técnico, Alexandre Marques da Silva pelo auxílio na realização das análises em laboratório.*

*Ao Professor Doutor Enes Furlani Junior pelo empréstimo de equipamentos e espaço cedido no laboratório.*

*Ao Professor Doutor Fernando Braz Tangerino Hernandez, pela disponibilização dos dados climáticos durante o período experimental.*

*Ao Professor Doutor Walter Veriano Valério Filho, pelo auxílio nas análises estatísticas.*

*Aos bibliotecários, pela dedicação e atenção dispensadas.*

*Aos colegas de Mestrado e Doutorado, Engenheiros Agrônomos Cleiton Benett, Katiane, Maria Cecília Cavallini, Danilo Marcelo Aires dos Santos, Carolina dos Santos Batista Bonini, Leandro Barradas Pereira, Luciano Seidi Chinen, Luis Gustavo Ares Kabbach, Roberta Leopoldo Ferreira, Eloisa Aparecida da Silva, Fábio da Silva Tosta,*

*Rodrigo Minguini, Leandro Spegorin Marques, Carlos Alexandre Chioderoli, William Takao, Mario Sergio de Oliveira e aos demais colegas que me ajudaram de forma direta ou indireta na elaboração deste trabalho.*

*Aos meus amigos de longa data Thiago Giuliani, Régis Pissolato, Jader Barbosa, Angelo Giuliani, Amanda, Guilherme e Henrique Espíndola, João Bosco, João Luiz, Leandro Azambuja, Fábio Batista, Celso Gori, José Eduardo Meira de Lima, Thiago Leonel, Wilson, Roberto Carbone, Ademar Nantes, Júlio César, André Barbosa, Helen Dias, Laysa Barbosa, Marcela, Bárbara.*

*A todas as pessoas que colaboraram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho e pela minha formação profissional.*

*"Alguém está sentado na sombra hoje por que alguém plantou uma árvore tempos atrás"*

*Warren Buffet*



## CULTURAS DE COBERTURA EM REGIÃO DE INVERNO SECO PARA SEMEADURA DIRETA DE SOJA

Autor: Carlos Eduardo Madureira Barbosa

Orientador: Prof. Dr. Edson Lazarini

### RESUMO

Nas últimas décadas o sistema de plantio direto tem sido adotado pela maioria dos produtores de grãos na região dos cerrados, mas nesse tipo de sistema de cultivo, tem-se notado um grande questionamento quanto ao melhor tipo de cultura para se fazer palhada e acumular massa seca sobre a superfície do solo e a melhor época para a semeadura destas após a retirada da cultura comercial. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de quatro culturas de entressafra: sorgo granífero AG 1040 (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), crotalária (*Crotalaria juncea* L.), milheto BN2 (*Penisetum americanum* L.) e braquiário (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu), e uma área em pousio (vegetação espontânea), semeadas em duas épocas (27/03 e 23/04/2008), visando à produção de palha, constituição química destas, o recobrimento do solo pela palha e seus efeitos sobre o aparecimento de plantas daninhas, em região de inverno seco e seus reflexos na cultura da soja em sucessão, semeada no Sistema Plantio Direto. O trabalho foi desenvolvido no período de março/08 a abril/09, na área experimental da FE/UNESP, localizada no município de Selvíria – MS (51°22'W e 20°22'S, com 335m altitude), em Latossolo Vermelho Distrófico. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com oito repetições. As avaliações de massa seca da parte aérea das culturas de cobertura foram realizadas próximo ao ponto de colheita do sorgo (103 dias após a semeadura). Em seguida, todas as parcelas foram manejadas química e mecanicamente, com a finalidade de acamar as plantas utilizando apenas trator sem implemento. Em sucessão foi cultivada a cultura da soja. Foram feitas as seguintes avaliações nas culturas de cobertura: produção de massa verde e seca; teor de macro e micronutrientes da massa seca obtida; porcentagem de recobrimento do solo no período entre o manejo das culturas de cobertura e a semeadura da cultura da soja e a avaliação da reinfestação de planta daninhas. Para a cultura da soja avaliou-se o estado nutricional e características agrônômicas (altura de planta, altura de inserção da primeira vagem e número de vagens/planta), população de plantas, massa de 100 grãos, produtividade e produção de palha da cultura da soja em sucessão. Foi observado que as plantas forrageiras (sorgo granífero, milheto, *B. brizantha* e crotalária) semeadas no final de março não alteram a

produtividade da soja em sucessão. A *B. brizantha* apresentou como uma opção viável, apresentando maior produção de massa seca da parte aérea, maior acúmulo de nutrientes, melhor recobrimento do solo e supressão de plantas daninhas, para semeaduras no mês de março. E não se recomenda manter a área em pousio, pois as plantas daninhas podem aumentar, competindo diretamente com a cultura seguinte, como a soja

**Palavras-chave:** *Glycine max*, *Brachiaria brizantha*, *Pennisetum americanum*, *Crotalaria juncea*, *Sorghum bicolor*, *Alternanthera tenella*.

## COVER CROPS EVALUATION IN REGION OF DRY WINTER FOR SOYBEAN SOWING IN NO TILLAGE SYSTEM

Author: Carlos Eduardo Madureira Barbosa

Adviser: Prof. Dr. Edson Lazarini

### ABSTRACT

In recent decades the usage of no tillage has been adopted by most producers of grain in Cerrado region, but in this type of cultivation, has noticed a great question about the best crop type of straw production and dry matter earning on the soil surface, associated to these facts, the best season for sowing these crops after the withdrawal of the commercial crop. Thus, this study aims to evaluate the behavior of four different no-season cover crops: grain sorghum AG 1040 (*Sorghum bicolor* L. Moench), sunhemp (*Crotalaria juncea* L.), pearl millet BN2 (*Penisetum americanum* L.) and brachiaria (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) and an area with weeds (fallow), sown in two periods (27/03 e 23/04/2008), for the straw production, chemical constitution, soil covering and its effects on weeds appearance and its effects on the soybean crop in succession sowing in no tillage system. This study was carried out in the period of march/08 the april/09 in the experimental area of FE/UNESP, located in the Selvíria county, in Mato Grosso do Sul State, (51°22'W and 20°22'S, with 335m altitude), Brazil, in an Oxisol. The experimental design was a randomized blocks with eight repetitions. The evaluation of cover crops dry mass was made near of the sorghum harvest point (103 days after sowing). Then, all the plots were managed chemically and mechanically, with the purpose of just lodging de cover crops, using only a tractor without any implement. In sucession the soybean was sowed. The following evaluations on the cover crops were made: production of fresh and dry matter, dry matter nutrient content, soil covering percentage between de period of the cover crops management and the soybean sowing and weeds infestation. In the soybean crop, it was evaluated the nutrient content on the leaves and agronomic traits (plant height, height of the first pod insertion, number of pods/plant), plant population, mass of 100 grains and grain and straw productivity of soybean crop in sucession. It was verified that the cover crops (grain sorghum, pearl millet, sunhemp and *B. Brizantha*) sowed in late march did not effect the soybean productivity in sucession. *B. brizantha* seems to be a viable option, showing the higher dry matter productivity, higher nutrient content, better soil covering and weeds suppression, sowing in march. And it's not recommended to keep a fallow area aiming the soybean sowing.

**Palavras-chave:** *Glycine max*, *Brachiaria brizantha*, *Pennisetum americanum*, *Crotalaria juncea*, *Sorghum bicolor*, *Alternanthera ficoidea* L.

## LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Análise química do solo antes da instalação das culturas de cobertura. Selvíria-MS, 2008.....	37
2	Valores de F, médias e coeficiente de variação (CV%) obtidos da análise de variância para a produtividade de massa verde e seca, da parte aérea, em função do tipo de cultura de cobertura e época de semeadura. Selvíria-MS, 2008.....	47
3	Valores de F, médias e coeficientes de variação (CV%) do acúmulo de macronutrientes da parte aérea das culturas de cobertura. Selvíria-MS, 2008.....	52
4	Desdobramento da interação cobertura vegetal x época de semeadura para o acúmulo de N, P, K, Mg e S ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) na massa seca das culturas de cobertura. Selvíria-MS, 2008.....	53
5	Valores de F, médias e coeficientes de variação (CV%) do acúmulo de micronutrientes da parte aérea nas culturas de cobertura. Selvíria-MS, 2008.....	56
6	Desdobramento da interação cobertura vegetal x época de semeadura para o acúmulo de Fe e Zn ( $\text{g ha}^{-1}$ ) na parte aérea das culturas de cobertura. Selvíria-MS, 2008.....	58
7	Valores de F e coeficientes de variação (CV%) da porcentagem de recobrimento do solo de acordo com as culturas de cobertura, épocas de semeadura e período de amostragem. Selvíria-MS, 2008.....	59
8	Desdobramento da interação significativa para as culturas de cobertura x	61

	época de semeadura x amostragem (DAM – Dias após o manejo) para o recobrimento de solo pela palhada. Selvíria-MS, 2008.....	
9	Valores de F, médias e coeficiente de variação (CV%) para o total de plantas daninhas, total de plantas daninhas de folha larga e total de plantas daninhas de folha estreita de acordo com os tratamentos. Selvíria-MS, 2008.....	75
10	Desdobramento da interação cobertura vegetal x época de semeadura para o total de plantas daninhas e plantas daninhas de folhas largas de acordo com as culturas de cobertura e as épocas de semeadura. Selvíria-MS, 2008.....	76
11	Valores de F, médias e coeficiente de variação (CV%) dos teores ( $\text{g kg}^{-1}$ ) de macronutrientes em folhas de soja, em função dos tratamentos. Selvíria-MS, 2008/09.....	77
12	Desdobramento da interação cobertura vegetal x época de semeadura significativa para teor de Ca e S na massa seca ( $\text{g kg}^{-1}$ ) para a cultura da soja. Selvíria-MS, 2008/09.....	79
13	Valores de F, médias e coeficiente de variação (CV%) dos teores de micronutrientes em folhas de soja, em função dos tratamentos. Selvíria-MS, 2008/09.....	81
14	Valores de F, médias e coeficiente de variação (CV%) de população de plantas, altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, massa de 100 grãos, produtividade de grãos de soja e produção de palha pela cultura da soja. Selvíria-MS, 2008/09.....	83
15	Desdobramento da interação cobertura vegetal x época de cultivo significativa para produtividade de grãos e palha ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de soja. Selvíria-MS, 2008/09.....	87

## LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Gráfico de precipitação (mm) e temperatura média (°C) no período de estudo do experimento. Selvíria-MS, 2008.....	35
2	Croqui de distribuição dos tratamentos na área experimental. Selvíria-MS, 2008.....	37
3	Análise de Regressão para as plantas de cobertura ( 1) Sorgo; 2) Crotalária; 3) Milheto; 4) Braquiária) em duas épocas de semeadura e área em pousio ( 5) vegetação espontânea), para a taxa de recobrimento do solo. Selvíria-MS, 2008.....	62
4	Densidade de espécies de plantas daninhas nas plantas de cobertura de acordo com a época de semeadura ( 1) sorgo – primeira época e 2) sorgo – segunda época; 3) crotalária – primeira época e 4) crotalária – segunda época; 5) milheto – primeira época e 6) milheto – segunda época; 7) braquiária – primeira época e 8) braquiária – segunda época; 9) pousio – primeira época e 10) pousio – segunda época). Selvíria, 2008.....	68, 69 e 70
5	Porcentagem de infestação das espécies de plantas daninhas nas plantas de cobertura de acordo com a época de semeadura ( 1) sorgo – primeira época e 2) sorgo – segunda época; 3) crotalária – primeira época e 4) crotalária – segunda época; 5) milheto – primeira época e 6) milheto – segunda época; 7) braquiária – primeira época e 8) braquiária – segunda época; 9) pousio – primeira época e 10) pousio – segunda época). Selvíria-MS, 2008.....	70,71 e 72

## SUMÁRIO

	Página
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	17
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	19
2.1 Importância da cultura da soja no Brasil.....	19
2.2 Sistema plantio direto e a cultura da soja.....	20
2.3 Culturas para a cobertura do solo em região de inverno seco.....	22
2.3.1 Milheto.....	24
2.3.2 Sorgo.....	27
2.3.3 A utilização de braquiárias como culturas produtoras de palha.....	28
2.3.4 Cultivo com leguminosas.....	30
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	34
3.1 Local de instalação do experimento.....	34
3.2 Tratamentos.....	35
3.3 Delineamento Experimental.....	36
3.4 Instalação das Culturas.....	36
3.4.1 Culturas de Cobertura.....	38
3.4.2 Cultura da Soja.....	39
3.5 Avaliações.....	40
3.5.1 Culturas de Cobertura.....	40
3.5.1.1 Produtividade de massa verde e seca da parte aérea.....	40
3.5.1.2 Acúmulo de nutrientes na parte aérea.....	41
3.5.1.3 Avaliação da cobertura do solo.....	41
3.5.1.4 Reinfestação de plantas daninhas.....	41
3.5.2 Avaliações na cultura da soja.....	42
3.5.2.1. Estado nutricional das plantas.....	42
3.5.2.2 Características agrônômicas da cultura da soja.....	42
3.5.2.2.1. População de plantas.....	42
3.5.2.2.2 Altura de plantas e de inserção da primeira vagem.....	42



3.5.2.2.3 N° de vagens por planta.....	43
3.5.2.2.4 Massa de 100 grãos.....	43
3.5.2.2.5 Produtividade de grãos.....	43
3.5.3.2.6 Produtividade de palha.....	44
3.6 Análise Estatística.....	44
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃOS.....</b>	<b>46</b>
4.1 Culturas de Cobertura.....	46
4.1.1 Produtividade de massa verde e seca da parte aérea.....	46
4.1.2 Acúmulo de macronutrientes da parte aérea.....	51
4.1.3 Acúmulo de micronutrientes da parte aérea.....	56
4.1.4 Recobrimento do solo pela palhada.....	59
4.1.5 Infestação de plantas daninhas.....	66
4.2 Cultura da Soja.....	76
4.2.1 Teor de macronutrientes.....	76
4.2.2 Teor de micronutrientes.....	80
4.2.3 Características agronômicas e produtividade.....	82
<b>5. CONCLUSÕES.....</b>	<b>89</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>90</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente têm-se poucas opções de culturas para o cultivo de outono-inverno no cerrado. Em sistemas de produção em regiões com baixa pluviosidade, a diversificação de culturas nos atuais sistemas de produção de grãos tem estimulado o setor agropecuário, quanto à necessidade de integrar agricultura e pecuária, visando à melhoria das pastagens degradadas, e a utilização do Sistema Plantio Direto em rotação de culturas.

A soja é hoje o principal produto agrícola de exportação do Brasil, sendo o segundo maior produtor e exportador mundial da cultura, superado apenas pelos Estados Unidos (EMBRAPA, 2009a). Em algumas regiões do país, tem apresentado problemas relacionados ao sistema de manejo do solo, que são incompatíveis com as características de clima e solo, e a melhoria dessa condição é imprescindível para minimizar o processo de degradação do solo.

As inúmeras vantagens do sistema plantio direto, como manejo conservacionista visando a redução de problemas de erosão e monocultivo, vêm fazendo com que esse sistema seja implantado em novas áreas do país a cada ano, sendo que grande parte dessa expansão está relacionada com a ocupação do cerrado brasileiro, principalmente pela cultura da soja. No entanto, a viabilidade do sistema plantio direto é dependente da rotação de culturas, tornando-se de extrema necessidade a implantação de culturas de entressafra que proporcionem um aporte de massa seca na superfície do solo.

O Brasil possui uma área estimada em 47,7 milhões de hectares cultivadas com culturas produtoras de grãos e deste total, 45,5% são cultivados com soja, 415,3 mil hectares (1,9%) superior à área cultivada em 2007/08. Para a safra de 2008/09 (12º Levantamento), a produção de soja no país foi de aproximadamente 57,1 milhões de toneladas, de acordo com estimativas realizadas pelo Conselho Nacional de Abastecimento (CONAB, 2009), sendo que Cerca de 70% das terras cultivadas com soja no país, estão sob sistema de plantio direto (SPD).

Em solos de igual declividade, o SPD reduz em 75% as perdas de solo e em 20% as perdas de água, em relação às áreas onde há revolvimento do solo (OLIVEIRA; CARVALHO; MORAES, 2002), além de melhorar as condições físicas, químicas e biológicas no solo, que irão repercutir na sua fertilidade (WUTKE, 1993). Entretanto, o SPD pode ser dividido em duas fases: a de instalação, correspondente aos primeiros quatro ou cinco anos após o início do sistema, e a de estabilidade, em que claramente são observadas alterações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (SALET, 1994).

Um aspecto de grande importância no SPD é o uso de culturas de cobertura, que há muito tem sido reconhecida na agricultura. O uso desta prática cultural poderá manter ou aumentar o desempenho das lavouras, reduzindo a erosão do solo, aumentar o teor de matéria orgânica, melhorar as qualidades físicas do solo, diminuir a enxurrada e o uso de insumos (adubo nitrogenado e defensivos), além de manter ou melhorar a qualidade da água do solo (HOLDERBAUM et al., 1990; MEISSINGER et al., 1991; AZEVEDO et al., 1997), porém o cultivo de algumas culturas de cobertura podem provocar efeitos negativos nas culturas subsequentes, como os efeitos alelopáticos e se comportando como inóculo de pragas e doenças (SANTOS; REIS, 2001).

Além disso, espécies que possuam sistema radicular profundo e ramificado podem retirar nutrientes de camadas subsuperficiais, e liberá-los gradualmente nas camadas superficiais, durante o processo de decomposição, contribuindo para manter o equilíbrio dos nutrientes no solo e aumentar a sua fertilidade, além de permitir melhor utilização dos insumos agrícolas (FIORIN, 1999). Assim, o uso de culturas de cobertura tem motivado pesquisas que buscam mostrar sua viabilidade e resolver problemas de manejo do solo, sejam esse problemas de natureza física, química e biológica (DE-POLLI; CHADA, 1989).

Os resíduos produzidos pelas culturas comerciais geralmente são insuficientes para produzir uma cobertura do solo ideal. Portanto é necessário introduzir ao sistema, técnicas e plantas capazes de produzir grande quantidade de fitomassa com rápido desenvolvimento inicial e ciclo curto, para que possa ser encaixada facilmente aos sistemas de rotação de culturas e também que seus resíduos não sejam decompostos muito rapidamente de modo que o solo permaneça coberto o maior tempo possível (PELÁ, 2002).

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de culturas de cobertura para a produção de matéria seca em região de inverno seco, bem como a persistência da palhada produzida, incidência de plantas daninhas e o comportamento da soja em sucessão, semeada no sistema de plantio direto.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Importância da cultura da soja no Brasil**

No Brasil, a soja ocupa a maior área cultivada com grãos, com produção que coloca o país como segundo produtor mundial desta leguminosa, com 57,1 milhões de toneladas e área plantada de 21,7 milhões de hectares (EMBRAPA, 2009a). Segundo Galassini (1998), o cultivo da soja representa 94,5% da produção (em milhões de toneladas) das oleaginosas cultivadas no país. A cultura da soja, que se constitui numa das mais tecnificadas em nosso país, é atualmente o principal produto agrícola de exportação. No período de Janeiro-fevereiro de 2009, as exportações com a cultura chegaram a pouco mais de 1,3 milhões de toneladas de soja em grão, gerando um capital em torno de 517 milhões de dólares (CONAB, 2009). A área cultivada com a soja vem se expandindo nos últimos anos, inclusive abrindo fronteiras, como é o caso dos Cerrados, representado principalmente pelo estado de Mato Grosso, sendo este responsável por aproximadamente 30% da produção nacional do grão, na safra 2007/08. A expansão da soja na região Central do Brasil foi acompanhada, dentre muitos fatores, pela utilização do sistema de plantio direto, que se fundamenta no não revolvimento do solo, na manutenção de cobertura vegetal permanente e na rotação de culturas (SALTON, 2001).

Segundo Mercante (2003), a cultura da soja apresentou um grande desenvolvimento nas últimas três décadas no país, sendo, uma das principais fontes de divisas da exportação agrícola e contribuindo para um superávit da balança comercial no Brasil.

Para Klutchouski e Stone (2003), a soja é uma das principais culturas que se adaptam ao sistema plantio direto e é a principal cultura para compor os sistemas de rotação lavoura-pastagem, não só pelos aspectos econômicos, como também por se tratar de uma leguminosa e ser, portanto, eficiente fixadora de nitrogênio do ar.

## 2.2 Sistema Plantio Direto e a cultura da soja

Para Muzilli (1991), sistema plantio direto é o processo de semeadura em solo não revolvido, no qual a semente é colocada em sulcos ou covas, com largura e profundidade suficientes para a adequada cobertura e contato das sementes com o solo. Atualmente, este conceito assume a visão integrada de um sistema, envolvendo a combinação de práticas culturais ou biológicas, tais como: o uso de produtos químicos ou práticas no manejo de culturas destinadas à adubação verde, para a formação de coberturas do solo; a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo; a adoção de métodos integrados no controle de plantas daninhas, através de cobertura do solo e herbicidas, e; o não revolvimento do solo, exceto nos sulcos de semeadura. Conforme Lal (2000), o não revolvimento do solo leva a uma decomposição mais lenta e gradual do material orgânico, tendo como consequência alterações físicas, químicas e biológicas no solo que irão repercutir na sua fertilidade e na produtividade das culturas.

Conforme Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária- Embrapa (1997), o sistema plantio direto proporciona efeitos significativos na conservação e melhoria do solo, da água, no aproveitamento dos recursos e insumos, na fertilidade do solo, no controle de plantas daninhas, na redução dos custos e na estabilidade de produção, assim como nas condições de vida do produtor rural e da sociedade. Na mesma linha de entendimento, Roth e Vieira (1983) afirmaram que o plantio direto proporciona maior proteção do solo contra o impacto direto das gotas de chuva, favorecendo a infiltração e redução da perda de água por escoamento superficial.

No ano agrícola 2005/06, foram cultivados no Brasil cerca de 25,5 milhões de hectares sob plantio direto (FEBRAPDP, 2009) destas, uma fatia em torno de 25% estão em área localizada na região do Cerrado. Esta região é composta por 207 milhões de hectares e caracterizada por solos geralmente pouco férteis e com possibilidade de ocorrência de veranicos. Assim, o sistema plantio direto tem sido uma ótima de manejo para superar as restrições impostas pelo ecossistema e manter ou incrementar a produtividade das culturas, embora necessite ainda de vários estudos para a obtenção de sucesso total com a adoção desta tecnologia de produção (RESCK, 1998). Entretanto, a baixa quantidade de matéria orgânica, comum em solos de cerrado, principalmente nas camadas inferiores, assim como a baixa CTC, altos teores de Al e a tendência em se acidificar em curto espaço de tempo, constituem-se em alguns problemas para a execução do SPD. Contudo, esses problemas são contornáveis

com a realização de um manejo ideal, possibilitando às plantas explorarem um maior volume de solo, possuírem uma certa tolerância à seca e recuperar os nutrientes lixiviados (SPEHAR; LANDERS, 1997).

Além de evitar as perdas por erosão, o não revolvimento do solo trás benefícios para a microbiota do solo. Castro et al. (1993), avaliando o efeito do manejo do solo e de culturas sobre a atividade de *Bradyrhizobium japonicum*, montaram um experimento em casa de vegetação utilizando solo de um ensaio de campo com sistemas de manejo de resíduos e preparo bem distintos, como plantio direto e preparo convencional com arado de discos e diferentes rotações de cultura. As culturas utilizadas no ensaio de campo foram soja contínua e em rotação com milho, sempre após aveia preta e *Crotalaria juncea* no outono-inverno, perfazendo portanto oito sistemas de manejo. Os resultados obtidos revelaram que o solo do plantio direto e o sistema de rotação levaram a significativos aumentos da nodulação. Da mesma forma, Voss e Sidiras (1985) verificaram que houve maior nodulação da soja quando cultivada em sistema plantio direto, em comparação com semeadura em preparo convencional de solo, em experimentos que não houve pastejo, em Londrina e Carambeí, no estado do Paraná.

De acordo com Ceretta et al. (2002), o sucesso do plantio direto depende da manutenção de sistemas capazes de gerar quantidades de massa seca suficientes para manter o solo coberto durante todo o ano, o que significa que áreas destinadas às culturas de primavera-verão não devem permanecer em pousio durante o inverno.

Brandt et al. (2006) objetivando avaliar o desempenho agrônômico de soja em função da sucessão de culturas em sistema plantio direto, desenvolveu um experimento em Latossolo Vermelho distroférico, no Núcleo Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em Dourados – MS. Os tratamentos consistiram de nove sistemas de sucessão de culturas assim constituídos: Sistema 1: milho/ervilhaca/milho/ervilhaca/soja; Sistema 2: algodão/aveia/algodão/sorgo/soja; Sistema 3: soja/trigo/soja/milho/milheto/soja; Sistema 4: milho/nabo/milho/sorgo/soja; Sistema 5: milho/aveia/milho/feijão/milheto/soja; Sistema 6: arroz/nabo/arroz/aveia/soja; Sistema 7: arroz/sorgo/arroz/feijão/milheto/soja; Sistema 8: algodão/trigo/algodão/trigo/soja e Sistema 9: algodão/nabo/algodão/aveia/soja. E as características agrônômicas avaliadas foram: massa seca da parte aérea das plantas de soja no estágio de florescimento pleno, a altura da plantas e inserção da primeira vagem, o número de vagens por planta, a produtividade e a massa de 100 grãos. Realizada as análises, observaram que o sistema de rotação ou sucessão de culturas não

influenciou na massa seca de plantas, altura de planta, inserção de vagem e número de vagens por planta de soja; por outro lado, a rotação arroz/sorgo/arroz/feijão/milheto/soja e a sucessão soja/trigo/soja/milho/milheto/soja proporcionaram à soja maior produtividade de grãos.

### **2.3 Culturas para a cobertura do solo em região de inverno seco**

No Brasil, nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e parte do Nordeste, o clima é caracterizado por um inverno seco, com encurtamento do fotoperíodo, o que dificulta o estabelecimento de plantas nesta época do ano. Desse modo, o estabelecimento de uma cobertura do solo com plantas semeadas para essa finalidade, em março e abril, têm-se constituído no maior desafio para o sistema na região do Cerrado e adjacências (ALVARENGA et al., 2001).

A escolha de espécies vegetais para introdução nos sistemas de culturas depende da adaptação delas às condições de clima de cada região e do interesse do produtor (SILVA; ROSOLEM, 2001). Para Alvarenga et al. (2001) as espécies escolhidas devem crescer bem em condições de baixa a média fertilidade do solo, e devem ter capacidade de adaptação a baixos valores de pH do solo (ERNANI, BAYER; FONTOURA, 2001).

Carvalho e Sodré Filho (2000) afirmaram que as espécies utilizadas como cobertura do solo na região do Cerrado devem apresentar tolerância ao estresse hídrico, a baixa fertilidade e camadas compactadas, além de um crescimento inicial rápido e alta produção de biomassa na época seca. A produção de biomassa das espécies utilizadas como cobertura é decorrente das condições climáticas, edáficas e fitossanitárias (AMADO, MIELNICZUK; AITA, 2002) e principalmente do sistema radicular desenvolvido e ramificado, que favorece a maior absorção de nutrientes.

Para alcançar melhores resultados com o uso de plantas de cobertura, é de fundamental importância considerar o nível tecnológico do agricultor, as condições edafoclimáticas e conhecer com profundidade os inúmeros detalhes referentes às espécies de adubo verde, visando obter algumas vantagens como: aumento de carbono orgânico no solo, suprimento de nitrogênio, descompactação, diminuição de pragas e doenças, supressão de plantas daninhas, agregação do solo, etc. (CALEGARI, 2001). Isso reforça a preocupação em produzir elevada quantidade de palha, com o objetivo de manter o solo protegido por maior período de tempo.

O período de proteção do solo também depende das características da palha, principalmente relação C/N do tecido. Palhas com reduzida relação C/N, como, por exemplo, de ervilhaca e nabo forrageiro, tendem a se decompor rapidamente, deixando o solo desprotegido. De outro modo, palhas com elevada relação C/N, como aveia e milho, decompõem-se mais lentamente, porém fornecem baixa quantidade de nitrogênio à cultura sucessora (BORKERT et al., 2003). Nesse sentido, consórcios entre espécies de gramíneas e leguminosas podem produzir elevada quantidade de palha e, ao mesmo tempo, fornecer elevada quantidade de nitrogênio às culturas sucessoras (HEINRICHES; FANCELLI, 1999).

Na região do Cerrado, a persistência de palha para o sistema plantio direto é dependente das condições de umidade, pois as temperaturas elevadas em boa parte do ano, que resultam em rápida decomposição da fitomassa depositada sobre o solo (CALEGARI et al., 1993). De acordo com Alvarenga et al. (2001), nessa região, mesmo quando a palhada é constituída de gramíneas, a sua decomposição é mais rápida, de forma que a manutenção de uma camada de cobertura de solo nesse ambiente torna-se uma atividade complexa, exigindo conhecimento e experiência do produtor que adota o sistema plantio direto. A velocidade de decomposição dos resíduos culturais determina o tempo de permanência da cobertura morta na superfície do solo. Quanto mais rápida for a decomposição, maior será a velocidade de liberação de nutrientes, diminuindo, entretanto, a proteção do solo. Por outro lado, quanto mais altos forem os conteúdos de lignina e a relação C/N nos resíduos, tanto mais lenta será a sua decomposição (FLOSS, 2000).

Segundo Alvarenga et al. (2001), a taxa de decomposição dos materiais de cobertura depende da natureza do material vegetal, do volume de palha produzido, da fertilidade do solo, do manejo da cobertura (incorporada ou superfície) e das condições climáticas representadas, principalmente, pela pluviosidade e temperatura.

De acordo com Derpsch et al. (1991), a combinação das culturas com plantas de cobertura (aveia preta, milheto) com relação C/N superior a 25, tende à maior permanência no solo. Para Santos e Lhamby (2001), a escolha das espécies para compor um programa de rotação de culturas deve levar em conta, entre outros fatores, o objetivo do sistema. Assim, para obter cobertura do solo ou suprimento inicial de palha, é necessário optar-se por espécies e cultivares que produzam quantidade elevada de matéria seca e que permitam o manejo que retarde sua decomposição até a instalação da cultura principal.



Entre as diversas plantas de cobertura que vem sendo utilizadas no cerrado, o milheto e o sorgo tem se destacado, como boas produtoras de palha. Estas culturas são indicadas para cobertura do solo no cerrado (RESCK, 1998)

### 2.3.1 Milheto

Se por um lado a aveia é apontada como a cultura responsável pela expansão do plantio direto na Região Sul do país, o milheto cumpriu esse papel na região Central (SALTON, 2001).

O milheto (*Pennisetum glaucum* L.) é uma gramínea anual que tem tido nos últimos tempos um aumento da área plantada, sobretudo nas regiões de Cerrado, pelo enorme potencial de cobertura do solo oferecido para a prática do plantio direto, bem como, para o uso como forrageiro na pecuária de corte ou de leite. Para ambas as finalidades, há necessidade de um manejo cultural diferenciado e adequado (PEREIRA FILHO et al., 2003). Para Salton (2001), o milheto tem-se constituído em boa opção de cultivo no outono/inverno, em regiões de Cerrado, como Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, devido a sua alta resistência à seca, adaptabilidade a solos de baixa fertilidade e capacidade de produção de fitomassa entre 6 a 8 t ha<sup>-1</sup>.

No Cerrado, o milheto tem mostrado ser a espécie de maior produção de massa no período da seca e com grande capacidade de supressão de plantas daninhas. Para um bom aproveitamento do potencial de cobertura do solo pelo milheto, o intervalo entre a emergência e o manejo varia de 45 a 55 dias. Com estas informações e sabendo a época de plantio da cultura seguinte, soja ou milho, pode-se determinar o momento mais adequado para se fazer a semeadura do milheto (PEREIRA FILHO et al., 2003).

Salton, Pitol e Erbes (1993) que testaram várias espécies de vegetais na primavera e verificaram que o milheto foi a cultura que mais massa produziu aos 57 e aos 72 dias após a semeadura, atingindo 5,5 e 9,0 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, representando cerca de 110 kg ha<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> de acúmulo de matéria seca.

Visando a produção de fitomassa seca para a cobertura do solo, Scaléa (1998) afirmou que a cultura do milheto pode ser semeada no período que vai de agosto a setembro, período este que antecederia a semeadura das culturas comerciais de milho ou soja, que é realizada em novembro.

Guidelli, Favoretto e Malheiros (2000) avaliando a produção de massa seca de dois genótipos de milho (*Pennisetum americanum*) cultivar Comum e CMS 02/EMBRAPA, em duas épocas de semeadura (23/11/94 e 10/3/95) e submetidos a quatro doses de N (0; 75; 150 e 225kg há<sup>-1</sup>) em experimento conduzido na FCAV-UNESP, câmpus de Jaboticabal, em solo classificado como Latossolo Vermelho-Escuro, observaram que na primeira época de semeadura, a cv. Comum apresentou produtividade de MS total significativamente superior (6.995 kg há<sup>-1</sup>) à do genótipo CMS 02 (6.177 kg há<sup>-1</sup>), e a aplicação de 150 kg há<sup>-1</sup> foi a dose mais adequada nesse período. Na segunda época de semeadura, a produtividade de massa seca total dos genótipos foi, em média, de 2.799 kg há<sup>-1</sup>, e a adubação nitrogenada não revelou efeito significativo.

Carvalho et al. (2008), realizaram experimento objetivando avaliar a decomposição dos resíduos vegetais, em um Latossolo Vermelho-amarelo com o cultivo de milho em sucessão a plantas de cobertura, sendo algumas dessas culturas, a cultura do milho e crotalária. Observaram que o milho produziu 2.103 kg há<sup>-1</sup> de massa seca, quantidade superior a produzida pela cultura da crotalária, que correspondeu a 1.706 kg há<sup>-1</sup>. Nas avaliações de teores nutricionais da parte aérea, para o nitrogênio, apresentaram 10,08 e 24,02 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente para o milho e crotalária. A maior concentração de nitrogênio da parte aérea das culturas avaliadas foi da cultura da crotalária e a menor concentração foi da cultura do milho (24,02 e 10,08 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente). Da mesma forma que o nitrogênio, o maior teor de fósforo da parte aérea corresponde à cultura da crotalária, de 1,82 g kg<sup>-1</sup> e, por último, da cultura do milho, de 0,87 g kg<sup>-1</sup>.

Lemos et al. (2003), com o objetivo de estudar a cultura do milho em sucessão a cultura da soja, realizaram experimento com a cultura avaliando 3 épocas de semeadura (5/3, 25/3 e 19/4/99), sob condições de sequeiro e manejando a parte aérea da seguinte forma: ceifa da parte aérea (1) ceifa a cada florescimento e retirada do resíduo vegetal; (2) ceifa a cada florescimento e permanência do resíduo vegetal; (3) ceifa no florescimento e retirada do resíduo vegetal; (4) ceifa no florescimento e permanência do resíduo vegetal e (5) livre crescimento, sem ceifar), bem como seu efeito na produção da soja cultivada na seqüência. Concluindo que o milho semeado em março e submetido à ceifa na época de cada emissão da panícula proporcionou as maiores produções de massa seca dessa espécie e que a cultura do milho demonstrou grande capacidade na produção de massa seca e, quando semeada em 5 de março e 19 de abril, proporcionou as maiores produtividades da soja cultivada em sucessão.

Farinelli et al. (2004) em trabalho semelhante, com outras 3 épocas de semeadura (25/4, 15/05 e 06/06/02) e manejando a parte aérea da mesma forma, verificaram que a semeadura de outono/inverno da cultura do milheto para a produção de matéria seca é viável, tanto para plantio direto quanto para alimentação animal; a primeira época de semeadura e os manejos com corte a cada florescimento do milheto promoveram a maior produtividade de massa seca total; a época de semeadura teve importância significativa na produtividade de massa seca e não foi obstáculo para a ocorrência considerável de cobertura de solo.

A data de semeadura influencia também na produção de massa seca do milheto, como evidenciaram Uemura, Urben Filho e Netto (1997), em seu trabalho, em que foram testadas diferentes épocas de semeadura no período de entressafra, sob condição de irrigação, demonstrando que na ausência de estresse hídrico as variedades mostraram-se sensíveis ao fotoperíodo. As semeaduras de março e abril mostraram as menores produtividades de massa seca (8,22 t ha<sup>-1</sup>) comparadas com as produções de junho a agosto, que produziram em média 13,09 t ha<sup>-1</sup>, em função das condições climáticas do período.

Em experimento realizado por Bonamigo (1993), em área sem a presença de fertilizantes, a cultura do milheto produziu de 20 a 25 t ha<sup>-1</sup> de massa verde quando semeado em abril; 30 a 40 t ha<sup>-1</sup> quando a cultura foi semeada em março; 35 a 55 t ha<sup>-1</sup>, semeado em fevereiro e 50 a 70 t ha<sup>-1</sup>, quando a semeadura da cultura foi realizada nos meses de setembro/outubro. Da mesma forma, Isepon e Matsumoto (1999) avaliando épocas de semeadura da cultura do milheto, verificaram que a produtividade de massa seca produzida em semeadura no mês de novembro foi muito superior ao se comparar quando da realização da semeadura feita no mês de março, sendo 12.541 kg ha<sup>-1</sup> e 2.167 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Silva, Hirata e Monquero (2009), também semeando a cultura do milheto no mês de novembro, obteve uma produtividade de massa seca de 23,84 t ha<sup>-1</sup>.

Em estudo desenvolvido na área experimental do CEFET-Uberaba-MG, avaliando oito tipos de coberturas vegetais: milheto (*Pennisetum americanum* sin. *tiphoides*), braquiária (*Brachiaria brizantha*), sorgo-forrageiro (*Sorghum bicolor* L. Moench), guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.), crotalária (*Crotalaria juncea*), aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb), pousio e área em preparo convencional de solo (testemunha) em área de Cerrado, na região do Triângulo Mineiro, semeadas em dois anos agrícolas: a primeira em agosto de 2000 e a segunda em abril de 2001 e num Latossolo Vermelho distrófico e área com clima tipo AW, segundo a classificação de Köppen (TORRES; PEREIRA, 2008, TORRES et al., 2005, TORRES; PEREIRA; FABIAN, 2008). Em se tratando de massa seca, no primeiro ano de

estudo (2000/01), a cultura do milho foi a que apresentou a maior produtividade (10,3 t ha<sup>-1</sup>), seguida pela cultura do sorgo (7,1 t ha<sup>-1</sup>), braquiária (6,0 t ha<sup>-1</sup>) e crotalária (3,9 t ha<sup>-1</sup>). No ano agrícola de 2001/02, a maior produtividade de massa seca foi da cultura do sorgo (4,0 t ha<sup>-1</sup>). Seguido por, dentre essas quatro culturas comentadas, crotalária, milho e braquiária, que produziram, respectivamente, 3,7 t ha<sup>-1</sup>, 3,6 t ha<sup>-1</sup> e 2,1 t ha<sup>-1</sup>. Na avaliação da porcentagem de permanência no solo, no primeiro ano de estudo as culturas se apresentaram da seguinte forma aos 210 dias após o manejo: milho > crotalária > sorgo > braquiária. Já no segundo ano de experimento, a cultura da crotalária apresentou uma porcentagem de recobrimento maior que a cultura do milho aos 210 dias, ficando as culturas dispostas da seguinte forma: Crotalária > Milho > Sorgo > Braquiária.

Cordeiro e Souza (1999) constataram que, além da elevada produtividade de massa seca, a cobertura vegetal morta, milho também influenciou positivamente algumas características agrônomicas da cultura da soja e, em especial, a produtividade de grãos.

Delavale (2002), na implantação do sistema plantio direto, verificou incremento significativo na altura de plantas e na produtividade de soja, em função da cobertura vegetal do milho. Já Silva (1998), ao estudar a nutrição da soja em função da cultura anterior, obteve melhores resultados com as gramíneas de verão milho e sorgo, respectivamente, por apresentarem as maiores capacidades de produtividade de massa seca da parte aérea e, conseqüentemente, maiores acúmulos de nutrientes.

Pelá et al. (1999) avaliaram a resistência à decomposição de dez espécies de cobertura, e o milho foi o material mais resistente, apresentando uma porcentagem de perda, ao longo de 73 dias, de 44,4%. Contudo, Moraes (2001), em estudo para avaliar a velocidade de decomposição da palhada do milho e sorgo, bem como o acúmulo de nutrientes na fitomassa de sua mineralização, verificou que a taxa média de decomposição da palha é maior nos primeiros 42 dias.

### **2.3.2 Sorgo**

A cultura do sorgo, no Brasil tem apresentado grande expansão (20% ao ano, a partir de 1995), principalmente, em plantios de sucessão a culturas de verão, com destaque para os Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e região do Triângulo Mineiro, onde se concentram aproximadamente 85% do sorgo granífero plantado no país. Existe a expectativa de plantio de 850.000 ha, para a safra 2008/09, com base na estimativa de sementes

comercializadas e em vias de comercialização. Essa área poderá ser responsável pela produção de 1.700.000 t de grãos (EMBRAPA, 2009b).

O sorgo se destaca como alternativa na rotação de cultura no período de outono/inverno, para tolerar as condições desfavoráveis de umidade, e de produzir boa quantidade de massa seca com relação C/N relativamente alta (acima de 30). Criando uma condição de palhada sobre o solo apropriada para o estabelecimento e/ou manutenção do sistema plantio direto (CORREIA; CENTURION; ALVES, 2005).

Magalhães, Duraes e Schaffert (2001) relataram que o sorgo é uma excelente alternativa como cultura de cobertura de inverno no estabelecimento do sistema plantio direto, por causa de sua resistência as condições de déficit hídrico, com elevada capacidade de aproveitamento da água e conversão em fitomassa seca.

Mateus (2003) afirmou que essa espécie produz altos níveis de massa seca, mesmo sob condições climáticas desfavoráveis para a maioria das culturas, além de reduzir a infestação de plantas daninhas na cultura da soja em sistema plantio direto (MATEUS; CRUSCIOL; NEGRISOLI, 2004). Estes mesmos autores avaliando quantidades de palha de sorgo guiné gigante sobre a população de plantas daninhas em área de sistema plantio direto, constataram que o aporte de 5 t ha<sup>-1</sup> de palhada proporcionou um controle de 66, 54 e 56% nas gramíneas, folhas largas e no total de plantas daninhas, respectivamente. Já o aporte de 15 t ha<sup>-1</sup> de palhada controlou em 95, 90 e 90% a incidência de gramíneas, folhas largas e total de plantas daninhas, respectivamente, quando comparados à ausência de palhada.

Kliemann, Braz e Silveira (2006) estudando o comportamento de culturas de cobertura do solo, conduzidas de dezembro de 2001 a abril de 2002, em relação às taxas de decomposição dos resíduos, verificaram que as palhadas mais frágeis e menos persistentes, em ordem decrescente foram: mombaça > sorgo granífero (BR 304) > milho > estilosantes > guandu > braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) solteira > braquiária consorciada (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu + Milho, híbrido HT BRS 3150).

### **2.3.3 A utilização de braquiárias como culturas produtoras de palha**

Gramíneas do gênero *Brachiaria* são largamente utilizadas em pastagens na América Tropical. De acordo com Macedo (1995), cerca de 40 milhões de hectares estão cobertos por

pastagens de braquiárias, formando extensos monocultivos, especialmente no Brasil Central e na Amazônia.

A braquiária se destaca pela excelente adaptação a solos de baixa fertilidade, fácil estabelecimento e considerável produção de biomassa durante o ano, proporcionando excelente cobertura vegetal do solo (TIMOSSI; DURIGAN; LEITE, 2007). Segundo Bernardes (2003), esta forrageira já é difundida e aceita pelos produtores rurais, o que facilita a sua eventual adoção para a produção de massa para a cobertura do solo, em sistema plantio direto.

As braquiárias são amplamente adaptadas e disseminadas nos Cerrados e ocupam 85% da área com pastagem (Roos, 2000). Seu uso como cobertura morta foi evidenciado por Broch, Pitol e Borges (1997).

A *Brachiaria brizantha* Hochst Stapf, é originária da África Tropical e África do Sul. A cultivar Marandu foi estudada, inicialmente, pelo Centro Nacional de Pesquisa do Gado de Corte (CNPGC-EMBRAPA), (MS) e, posteriormente, pelo Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados (CNPAC-EMBRAPA), (DF). É cultivada em cerca de 70 milhões de hectares no Brasil. Estima-se que em 2006 os benefícios econômicos gerados foram superiores a 3,9 bilhões de reais (EMBRAPA, 2009c). Já a *B. ruziziensis* é muito utilizada na realização do Sistema Santa Fé, sistema na qual tem como objetivo a produção de forragem para a entressafra e palhada para o SPD (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003)

A espécie *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, lançada pela Embrapa na década de 1980, contemplava mais de 50% do mercado nacional de forrageiras (ZIMMER; EUCLIDES FILHO, 1997), sendo uma das espécies mais utilizadas na integração entre a agricultura e a pecuária no Brasil, na época

Timossi, Durigan e Leite (2007) objetivando avaliar espécies forrageiras para formação de palhada para adoção do sistema plantio direto, pesquisaram o potencial de *Brachiaria decumbens* e *B. brizantha*, comparadas ao milheto (*Pennisetum glaucum*). As plantas de cobertura foram semeadas em março e conduzidas até novembro (momento do manejo químico). Aos 50, 110 e 250 dias após a semeadura (DAS) foram avaliadas a composição específica das plantas daninhas na cobertura vegetal, a porcentagem visual de cobertura do solo e o acúmulo de massa vegetal seca das coberturas. Com isso, os resultados mostraram que as braquiárias foram eficientes na formação de palha (acima de 11 t ha<sup>-1</sup>), sendo promissoras para o sistema plantio direto. Também, observou-se densa cobertura do solo, com supressão do desenvolvimento de plantas daninhas. Já a cultura do milheto (*P.*

*glaucum*) proporcionou boa cobertura do solo, com ciclo curto de desenvolvimento e não evitou o surgimento de plantas daninhas com a rápida decomposição da massa vegetal seca a partir da morte das plantas.

Objetivando estimar as taxas de decomposição e liberação de C, N, P, K, Ca e Mg de resíduos culturais provenientes de plantas de coberturas na cultura do maracujá, Gama-Rodrigues, Gama-Rodrigues e Brito (2007), avaliaram as seguintes espécies: feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), amendoim forrageiro acesso CIAT 1734 (*Arachis pintoi*), siratro (*Macroptilium atropurpureum*), cudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*) e *Brachiaria brizantha*, com a presença (44 kg ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples, 33 kg ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio e 40 kg ha<sup>-1</sup> de FTE-BR 12) e ausência de adubação, para esta última. O experimento foi implantado em um Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico franco-argilo-arenoso, no Estado do Rio de Janeiro. A cultura da braquiária apresentou os seguintes teores nutricionais em sua parte aérea: N, 11,0 g kg<sup>-1</sup>; P, 1,04 g kg<sup>-1</sup>; K, 21,3 g kg<sup>-1</sup>; Ca, 2,8 g kg<sup>-1</sup>; Mg, 2,3 g kg<sup>-1</sup>. Em comparação as outras culturas utilizadas, a cultura da braquiária tendeu em apresentar as menores taxas de liberação para todos os nutrientes, à exceção de K. Apenas para P houve efeito significativo e positivo da adubação.

### 2.3.4 Cultivo com leguminosas

Além do uso de gramíneas como culturas de cobertura, o cultivo de leguminosas também é realizado em solos de cerrado. Essa cultura se constitui como uma excelente leguminosa para o sistema agrícola, levando-se em consideração o retorno indireto, ou seja, os benefícios gerados às culturas complementares, como reciclagem de nutrientes, aumento da matéria orgânica (AMABILE; FANCELLI; CARVALHO, 2000).

O cultivo da crotalária, nesse caso a *Crotalaria juncea*, como adubo verde, traz muitos benefícios para as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. É cultivada em muitos países para a produção de fibras, como na Ásia tropical e Rússia meridional. (CALEGARI et al., 1993). Já no Brasil, a *Crotalaria juncea* foi introduzida inicialmente para produção de fibras, mas se difundiu com planta condicionadora de solo.

Myasaka (1984) relata que a crotalária é uma leguminosa anual de porte alto, podendo alcançar mais de dois metros de altura. Apresenta rápido crescimento, sendo muito competitiva com plantas daninhas. Segundo Silva (2002), essa leguminosa proporciona uma boa cobertura do solo, chegando a produzir 15.201 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca.

Cazetta, Fornasieri Filho e Giroto (2005), avaliando a viabilidade da utilização de milho, crotalária e milho+crotalária, semeados na primavera (13/09/2001), em experimento desenvolvido na área experimental pertencente ao Departamento de Produção Vegetal na FCAV-Unesp, Jaboticabal, Estado de São Paulo, mantida sob o sistema de semeadura direta por três anos, concluíram que a *Crotalaria juncea* em cultivo exclusivo para fins de cobertura vegetal foi viável, com produtividade de massa seca acima de  $10 \text{ t ha}^{-1}$ , o mesmo observado para o consórcio crotalária + milho, com valores acima de  $8 \text{ t ha}^{-1}$ . O milho possibilitou maior produtividade de massa seca e cobertura do solo, reciclando quantidades apreciáveis de nutrientes, destacando-se o nitrogênio, e tanto o milho quanto o consórcio crotalária + milho proporcionam excelente cobertura do solo, até 60 dias após a semeadura do milho.

Erasmus et al. (2002) estudando os efeitos da matéria verde dos adubos verdes no crescimento das culturas de alface e da planta daninha capim-colchão (*Digitaria horizontallis*), verificaram que as espécies feijão de porco e *Crotalaria spectabilis* proporcionaram maiores reduções na matéria seca da parte aérea na cultura da alface enquanto o sorgo proporcionou maior redução de crescimento da planta daninha.

Santos e Campelo Júnior (2003), avaliando os efeitos de oito épocas de semeadura (novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho) da cultura da crotalária (*Crotalaria juncea*) sobre a produtividade de massa seca da parte aérea, em Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, verificaram que semeaduras nos meses de novembro e dezembro foram às épocas em que se obtiveram as maiores produtividades ( $8.820$  e  $8.640 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente), enquanto que as semeaduras realizadas nos meses de março, abril, maio e junho, apresentaram baixas produtividades ( $600$ ,  $960$ ,  $440$  e  $0,0 \text{ kg ha}^{-1}$ ).

Em experimento realizado no cerrado goiano, Amabile et al. (1996), estudaram três épocas de semeadura de adubos verdes e seus reflexos na produção de fitomassa. Estes verificaram que as maiores produtividades de matéria seca foram provenientes da semeadura realizada no mês de novembro, se comparada a semeadura realizada no mês de março ( $12.367$  e  $5.178 \text{ kg ha}^{-1}$ ), para a cultura da *Crotalaria juncea*. Porém, segundo Argenta et al. (2001), o uso de espécies leguminosas é pouco utilizado como cobertura durante o inverno, por limitações como crescimento inicial lento, maior custo de aquisição de sementes em relação a outras espécies e a alta taxa de decomposição de seus resíduos.

Amabile, Fancelli e Carvalho (2000), com o objetivo de avaliar o crescimento e desenvolvimento de leguminosas utilizadas como adubos verdes, instalaram três



experimentos, em três épocas de semeadura e dois espaçamentos na região dos Cerrados, durante o ano agrícola de 1991/1992, na área experimental da Embrapa-Centro Nacional de Pesquisa do Solo (CNPS), em Senador Canedo, GO. As espécies avaliadas foram *Crotalaria juncea* L., mucuna-preta (*Mucuna aterrima* (Piper & Tracy) Merr.), guandu cv. Kaki (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) e *Crotalaria ochroleuca* G. Don. Os resultados indicaram que a *C. juncea* e o *C. cajan* apresentaram as maiores produtividades de fitomassa seca. O atraso da semeadura, em relação ao início da estação chuvosa, reduziu as produtividades de massa seca produzidas pelas leguminosas, exceto pela mucuna-preta. Os espaçamentos de 0,5 m e 0,4 m não influenciaram o período para o florescimento e as produções de fitomassas verde e seca.

Perin et al. (2004), com o objetivo de avaliar os efeitos dos cultivos isolado e consorciado dos adubos verdes de verão crotalária (*Crotalaria juncea*) e milheto (*Pennisetum americanum*) na produção de fitomassa, nos teores e acúmulo de nutrientes e na fixação biológica de nitrogênio (FBN), verificaram que a crotalária apresentou maior produtividade de fitomassa, que foi 108% maior que a da vegetação espontânea e 31% superior a do milheto. No consórcio crotalária + milheto, a leguminosa contribuiu com 65% da massa seca total. A presença da crotalária resultou em maiores teores de N e Ca, enquanto o milheto e as plantas daninhas (picão-preto (*Bidens pilosa*), serralha (*Sonchus oleraceus* L.) e a tiririca (*Cyperus rotundus* L.)) apresentaram maiores teores de potássio. O acúmulo de P e Mg foi fortemente influenciado pela produção de fitomassa, atingindo valores elevados com a presença da crotalária, ao passo que o acúmulo de N e Ca resultou tanto dos maiores teores quanto da maior produção de fitomassa nos tratamentos com a leguminosa.

Os resíduos vegetais de uma cultura de cobertura de outono/inverno podem interferir na infestação de plantas daninhas das futuras culturas de verão de um determinado local. Assim, Erasmo et al. (2004), realizaram experimento com o objetivo de avaliar durante 60 dias, em campo, a interferência de oito espécies utilizadas freqüentemente como adubos verdes (*Mucuna aterrima*, *Mucuna pruriens*, *Crotalaria ochroleuca*, *Crotalaria spectabilis*, *Canavalia ensiformis*, *Cajanus cajan*, *Pennisetum americanum* e *Sorghum bicolor*, híbrido BR304) sobre a comunidade infestante. Sendo as espécies de plantas daninhas mais comuns na área a *Digitaria horizontalis*, *Hyptis lophanta* e *Amaranthus spinosus*. Foram realizadas amostragens aos 15, 30, 45 e 60 dias após a formação da cobertura. Verificou-se que as espécies *C. spectabilis*, *S. bicolor*, *C. ochroleuca*, *M. aterrima* e *M. pruriens* reduziram significativamente o número e a massa seca da população das plantas daninhas avaliadas (*D.*

*horizontalis*, *H. lophanta* e *A. Spinosus*) ,principalmente as duas últimas, enquanto o *P. americanum* mostrou-se a menos eficiente nesse aspecto.

Silva, Hirata e Monquero (2009) realizaram estudo em Argissolo Vermelho-Amarelo no município de Alvares Machado, Estado de São Paulo, objetivando avaliar a produção de palha, a capacidade de supressão de plantas daninhas e o efeito de plantas de cobertura do solo na produtividade do tomateiro rasteiro (*Lycopersicon esculentum*), em plantio direto. Os autores verificam que a cultura da crotalária produziu 20,84 t ha<sup>-1</sup> de massa seca, quando semeada no início do mês de novembro e utilizando 60 kg ha<sup>-1</sup> de sementes. Já para a cultura do milheto, foi constatada uma produtividade de massa seca de 23,84 t ha<sup>-1</sup>, com a semeadura no mesmo dia, no entanto, foi utilizado 30 kg ha<sup>-1</sup> de sementes da cultura.

Por se tratarem de culturas que visam a melhoria das propriedades solo, as culturas de cobertura não podem afetar negativamente as culturas comerciais subseqüentes. Portanto, o acúmulo de palha na superfície do solo acarreta inúmeros benefícios em seus atributos. A alteração no teor de matéria orgânica, tanto em quantidade como em qualidade, tem implicações graduais nas alterações do pH, na toxidez de alumínio, na dinâmica de nitrogênio, do fósforo e de outros nutrientes.

Em diversas regiões do Brasil está se iniciando a adoção do sistema plantio direto, porém é pouco o conhecimento sobre as plantas de cobertura que possam produzir quantidade de palha suficiente para o sistema, e, conseqüentemente, manter ou elevar a fertilidade do solo e a produtividade das culturas comerciais. Portanto, há necessidade de se conhecer o modo correto de aplicação desse sistema, em relação ao cultivo de gramíneas como plantas de cobertura do solo (OLIVEIRA; CARVALHO; MORAES, 2002).

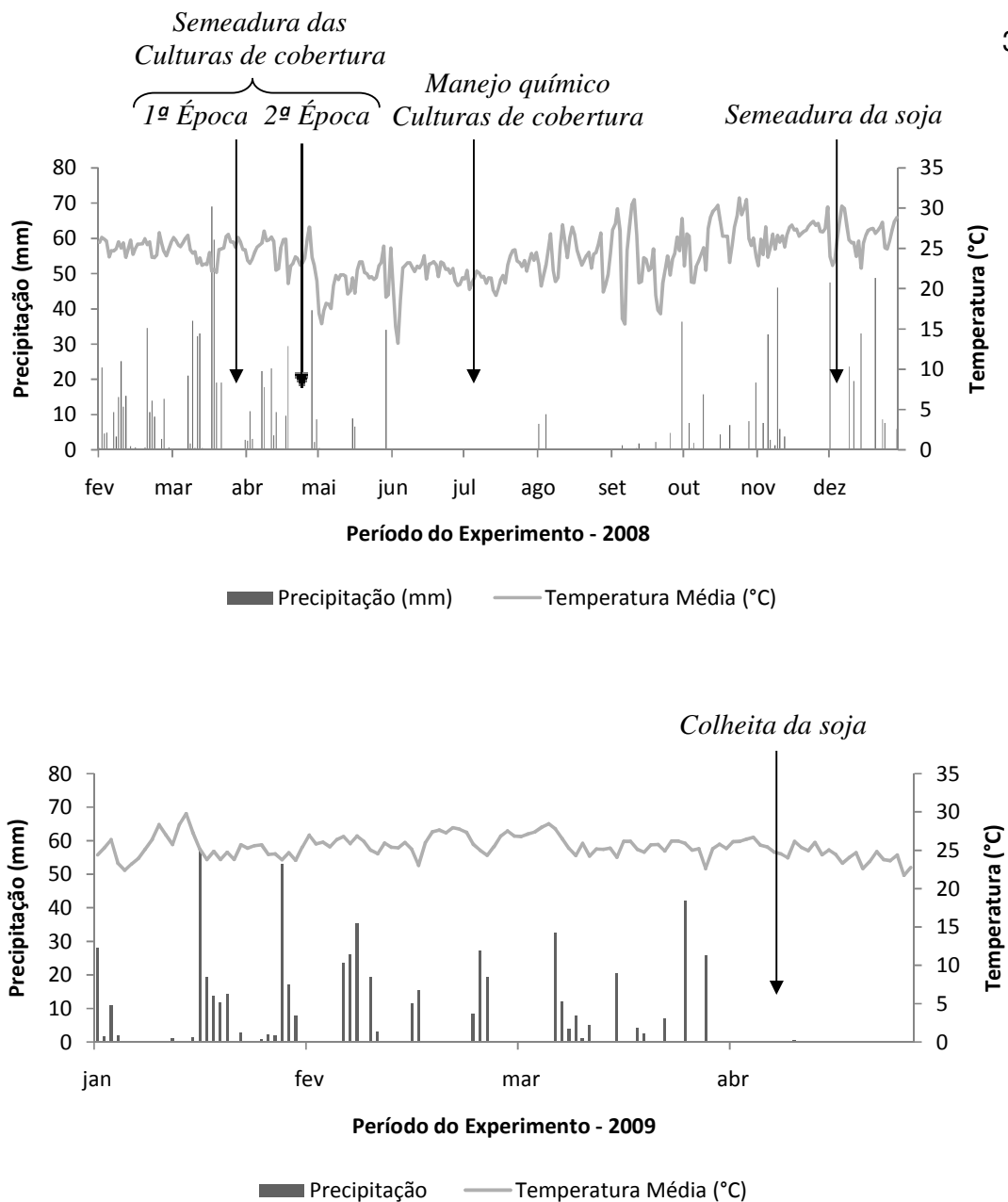
### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local de instalação do experimento**

O experimento foi desenvolvido na área experimental da FE/UNESP - Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS, apresentando como coordenadas geográficas 20°22' S e 51°22' W e altitude média ao redor de 335 m. O clima da região é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, segundo a classificação internacional de Köppen, apresentando temperatura, precipitação e umidade relativa média anual de 24,5°C, 1370 mm e 64,8%, respectivamente (HERNANDEZ; LEMOS FILHO; BUZZETTI, 1995). Na Figura 1 encontram-se os valores de precipitação diária e temperatura média, registradas no posto meteorológico da Fazenda de Ensino e Pesquisa, localizado próximo a área experimental, durante a condução do experimento.

O solo foi previamente classificado como Latossolo Vermelho-Escuro álico, textura argilosa, relevo moderadamente plano a levemente ondulado (DEMATTE, 1980) correspondendo ao Latossolo Vermelho Distrófico típico argiloso (LVd), segundo a denominação do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

A área experimental tinha originalmente vegetação natural de cerrado e vem sendo cultivada há 25 anos, no sistema convencional, com culturas de milho e soja.



**Figura 1.** Gráfico de precipitação (mm) e temperatura média (°C) no período de estudo do experimento. Selvíria-MS, 2008.

### 3.2 Tratamentos

Os tratamentos utilizados foram quatro culturas de cobertura (milheto (BN2) - *Pennisetum graucum* (L.) R. Brown; sorgo granífero (AG 1040) - *Sorghum bicolor* (L.) Moench; braquiarião - *Brachiaria brizantha* cv. Marandu; e crotalária - *Crotalaria juncea* (L.)) visando produção de palha para proteção da superfície do solo, e uma área com vegetação espontânea (testemunha).

Segundo Pereira Filho et al. (2003), o BN2 é uma variedade sintética oriunda de diversas introduções da África. Apresenta ciclo tardio, hábito ereto, porte de 140 a 220cm, panícula grande (20 a 35cm), boa produção de sementes, grande perfilhamento e boa tolerância à acidez de solo. A variedade tem produtividade média de 45 t ha<sup>-1</sup> de massa verde quando semeada em fevereiro e, quando semeada em março, produz cerca de 37 t ha<sup>-1</sup> de massa verde. Além disso, é sensível ao carvão e seu pastejo é recomendável aos 45-50 dias após a emergência, portanto, o BN2 é indicado para cultivos tardios ou na safrinha.

O Sorgo AG 1040 apresenta como características o seu ciclo precoce, com florescimento aos 61 dias e colheita aos 118 dias após a semeadura; grão semi-aberto, vítreo-avermelhados sem tanino; plantas resistentes ao tombamento; sistema radicular ramificado e profundo; produtividade de palha em torno de 4.500 kg ha<sup>-1</sup>; e produtividade de grãos em torno de 6.000 kg ha<sup>-1</sup> (SEMENTES AGROCERES, 2009)

A semeadura destas culturas foi realizada em duas épocas, sendo a primeira época de semeadura no mês de março (27/03/2008) e a segunda época de semeadura no mês de abril (23/04/2008).

Na Figura 2, encontram-se a distribuição dos tratamentos na área experimental.

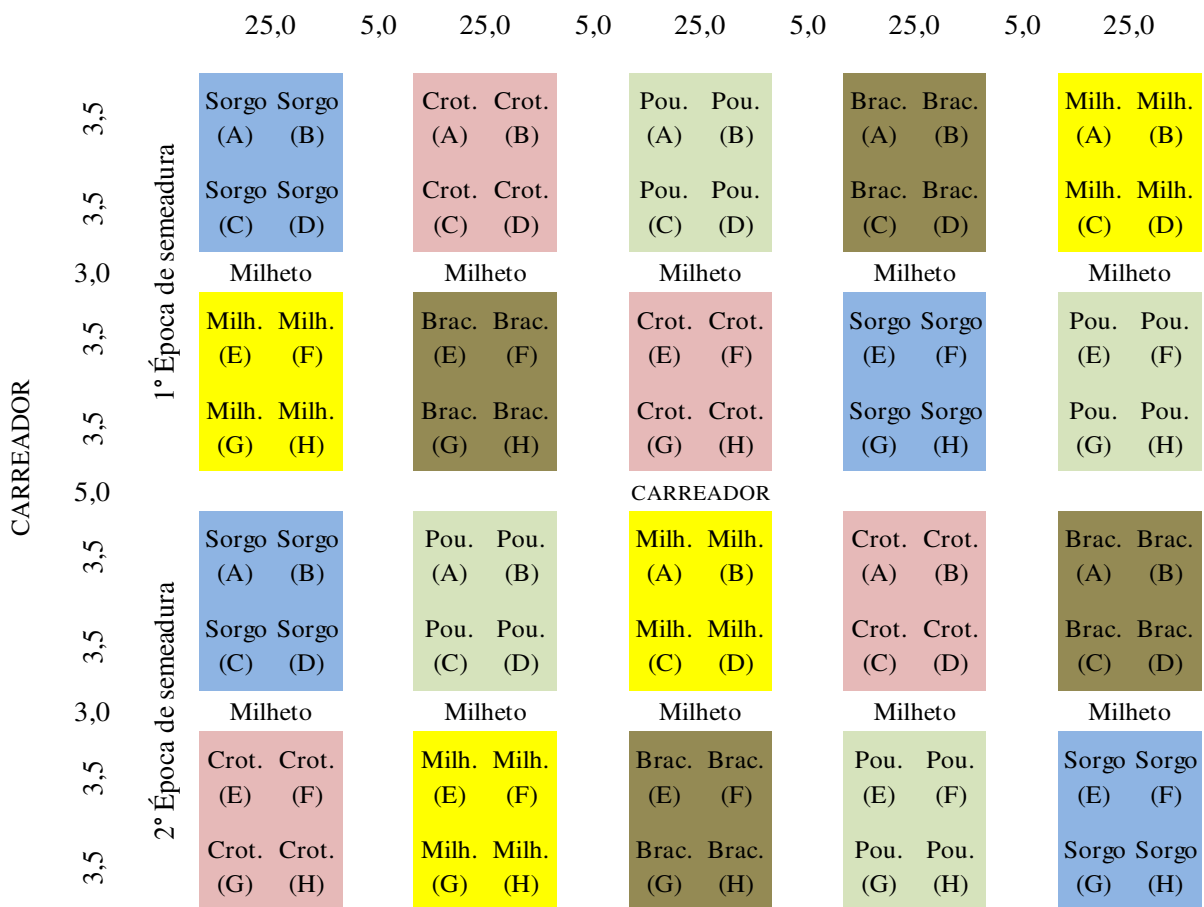
### **3.3 Delineamento Experimental**

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com oito repetições. As parcelas eram constituídas pelas culturas de cobertura (milheto, sorgo, braquiária, crotalária) e uma área mantida em pousio (vegetação espontânea) em duas épocas de semeadura.

### **3.4 Instalação das culturas**

Antes da instalação do experimento, foi realizado o preparo do solo através de uma gradagem profunda (0,15-0,20m de profundidade, com discos de 34 polegadas) e duas gradagens superficiais (0,05-0,10m de profundidade, com discos de 20 polegadas). Após o preparo, foi realizada uma amostragem do solo, nas profundidades de 0,0-0,20 e 0,20-0,40m, para caracterização química. Essas operações e amostragens foram realizadas no mês de fevereiro de 2008. A amostra encaminhada ao laboratório foi composta de dez subamostras. A amostra foi seca ao ar e peneiradas em malha de 2mm, e a seguir determinou-se o pH e os

teores de M.O., P, K, Ca, Mg, H+Al e Al, conforme a metodologia descrita por Raij e Quaggio (1983). Na Tabela 1 encontram-se os resultados da análise de solo realizada em fevereiro de 2008.



**Figura 2.** Croqui de distribuição dos tratamentos na área experimental. Selvíria-MS, 2008.

**Tabela 1.** Análise química do solo da área experimental antes da instalação das culturas de cobertura. Selvíria-MS, 2008.

Profundidade m	P resina mg dm <sup>-3</sup>	M.O. g dm <sup>-3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	K	Ca	Mg	H+Al mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Al	SB	CTC	V %	m
0,0-0,20	24	18	4,5	2,2	21	12	31	1	35	66	53	4
0,20-0,40	15	15	4,6	1,9	19	12	44	1	33	77	43	3

Na segunda quinzena de março de 2008 foi realizada a sulcação da área experimental. Antes da instalação das culturas de cobertura, as parcelas foram previamente demarcadas, em

26/03/08. Essa primeira demarcação de área correspondeu à primeira época de semeadura, com uma área total de 2.465 m<sup>2</sup> (17 x 145m). Para cada tratamento, foi delimitada uma área de 175,0m<sup>2</sup> (7,0m x 25,0m). Foram considerados os 5,0m centrais de cada parcela, descartando-se 2,5m em cada extremidade. Foi necessário o acréscimo de uma área de 5m entre as parcelas, no sentido longitudinal, por questões operacionais de semeadura, para com isso evitar ao máximo a passagem de máquinas e implementos sobre as parcelas. Da mesma forma, as parcelas para a segunda época de semeadura foram demarcadas no dia 17/04/2008. Por questões, novamente operacionais, foi necessário que houvesse uma área de transito de máquinas e implementos, também, entre as duas épocas de semeadura. Essa área correspondeu a 5m de largura entre as épocas e o comprimento, correspondendo a 145 m, abrangendo todo o comprimento da área experimental.

### 3.4.1 Culturas de cobertura

Após o estaqueamento das parcelas, as culturas de cobertura foram semeadas no dia 27/03/08, sendo considerada como primeira época de semeadura.

Operacionalmente, para a cultura do sorgo, foi utilizada semeadora de 3,2 m de largura. Para as culturas da crotalária, milho e braquiária, foi utilizada uma semeadora de largura menor, de 2,2 m de largura.

Para a operação de semeadura foi utilizada, para as culturas do sorgo, uma semeadora TATU Marquesan Ultraflex de 7 linhas e o trator utilizado foi o Valtra 985 de 100 cavalos. Para as culturas de grãos pequenos (crotalária, milho e braquiária), foi utilizada a semeadora PDCP da marca TATU, apropriada para a semeadura de pastagens e cereais, e para a tração foi utilizado o mesmo trator. Os espaçamentos das culturas de cobertura foram: sorgo, 0,45 m entre sulcos e para as culturas da crotalária, milho e braquiária, 0,34 m. Para essa primeira época, foi feito o controle de plantas daninhas de folhas largas utilizando o herbicida 2,4 diclorofenoxiacético (2,4 D), na dosagem de 1,50 L ha<sup>-1</sup>. A aplicação foi realizada através de um pulverizador costal de 20 litros. Na área com a cultura da crotalária, não foi realizado o controle de plantas daninhas.

A densidade de semeadura para a cultura do sorgo foi de 15,9 sementes m<sup>-1</sup>. Para a cultura do milho, a quantidade de sementes utilizada foi de 18 kg ha<sup>-1</sup>; para a braquiária, de 12 kg ha<sup>-1</sup> com um valor cultural de 32%; e para a cultura da crotalária, de 22 kg ha<sup>-1</sup>.

Em 23/04/2008 as culturas de cobertura foram novamente semeadas nas parcelas, correspondentes à segunda época de semeadura. A operação foi realizada de forma semelhante quanto às máquinas, implementos, espaçamentos e quantidade de sementes. Porém, para a segunda época de semeadura, foi realizada, previamente a instalação das culturas, a dessecação das plantas daninhas da área, na qual predominavam plantas daninhas de folhas largas, inclusive a área em pousio. Para o controle, foi aplicado o herbicida com o princípio ativo glifosato na dosagem 1440 g i.a. ha<sup>-1</sup>. A aplicação do dessecante foi feita com pulverizador PJ 600, calibrado para aplicar 100 litros ha<sup>-1</sup> de calda.

Após a instalação das culturas, tanto para a primeira quanto para a segunda época, foi realizada irrigação apenas para a emergência das plantas, com a aplicação de uma lâmina de água de 20 mm.

Quando o sorgo semeado na primeira época de semeadura encontrava-se próximo ao ponto de colheita (08/07/2008), foram realizadas as avaliações nas culturas de cobertura e nas parcelas com vegetação espontânea. As culturas de cobertura referentes à primeira época, se encontravam com 103 dias após a semeadura, e referente a segunda época com 76 dias após a semeadura. A seguir foi realizado o manejo químico de toda área experimental, utilizando-se produtos a base de carfentrazone-etílica e glifosato na dosagem de 20g i.a. ha<sup>-1</sup> e 720g i.a., respectivamente. No dia seguinte a aplicação dos herbicidas, foi realizado o manejo mecânico no sentido de apenas acamar (sem a secção) as plantas presentes nas parcelas. Para isso foi apenas utilizado um trator, sem a presença de qualquer tipo de implemento acoplado.

### **3.4.2 Cultura da soja**

Antecedendo a semeadura da soja, a área foi novamente dessecada com produtos a base de carfentrazone-etílica (20g i.a. ha<sup>-1</sup>) e glifosato (720 g i.a. ha<sup>-1</sup>). No dia 04/12/2008, foi realizada a semeadura da cultura da soja sobre a palhada das culturas de cobertura. Optou-se por uma cultivar de ciclo semi-precoce a médio e recomendada para a região, com o espaçamento de 0,45m entre linhas e um densidade de semeadura de 16 sementes por metro de sulco. A adubação da soja foi baseada conforme as recomendações de Mascarenhas e Tanaka (1996) com base nos resultados obtidos na análise de solo utilizou-se como adubação 300 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 04-20-20 no sulco de semeadura. No dia da semeadura realizou-se o tratamento e a inoculação das sementes, conforme recomendações da EMBRAPA (2006). O tratamento foi realizado com o fungicida carboxin-thiram na dose de 50 + 50 g i.a. 100 kg<sup>-1</sup> de



sementes, e a inoculação foi realizada com inoculante líquido, objetivando atingir 600 mil células/semente.

A cultivar utilizada foi a BRSMG 68 (Vencedora) recomendada para solos de média a alta fertilidade. Apresenta ciclo ao redor dos 135 dias, hábito de crescimento determinado, altura de planta em torno de 78 cm, massa de 100 sementes em torno de 14,7g, hipocótilo e flor roxa e tegumento de coloração amarelada semi-brilhante. O período favorável de semeadura compreende entre os meses de outubro a dezembro, com densidade populacional variando de 240 a 280 mil plantas ha<sup>-1</sup>, sendo recomendada para os Estados de MG, SP e GO

O manejo de plantas daninhas foi realizado através da aplicação dos latifolicidas lactofen (120g i.a. ha<sup>-1</sup>) e chlorimuron ethyl (10g i.a. ha<sup>-1</sup>), no dia 26/12/08 e do graminicida haloxyfop-R metílico (60g i.a. ha<sup>-1</sup>) no dia 06/01/09.

Para o controle de pragas, foi feito o manejo apenas visando o controle de percevejos. No dia 02/02/2009 foi feita uma aplicação de tiodan (350 g i.a.). Foi realizada uma segunda aplicação visando, novamente, o controle de percevejos com tiodan (350 g i.a.) no dia 13/02/2009. E no dia 05/03/2009 foi realizada uma última aplicação com imidacloprido + betaciflutrina (50 g i.a. + 6,25 g i.a.).

O controle de doenças foi realizado através da aplicação de epoxiconazole + piraclostrobina (25 g i.a. + 66,5 g i.a.) juntamente com a segunda aplicação de inseticida, no dia 13/02/2009 e uma segunda aplicação de epoxiconazole + piraclostrobina (25 g i.a. + 66,5 g i.a.) no dia 05/03/2009, com a terceira aplicação de inseticida.

### **3.5 Avaliações**

#### **3.5.1 Culturas de cobertura**

##### **3.5.1.1 Produtividade de massa verde e seca da parte aérea**

Antes do manejo químico das culturas de cobertura, no dia 08/07/2008, coletou-se toda parte aérea das plantas contidas em duas linhas de 1,0 m de comprimento na área útil de cada parcela, com o auxílio de uma régua de campo, para as seguintes culturas: sorgo, milho e crotalária. Para as parcelas com braquiária e as mantidas com vegetação espontânea, a amostragem foi realizada com auxílio de um quadrado de metal com área de 0,25 m<sup>2</sup> (0,5 m x 0,5 m). O material obtido foi colocado em sacos de papel e pesado, para a obtenção da

produção de massa verde por hectare. Posteriormente, foram secos em estufa de circulação de ar forçado a 60-70°C, até atingirem massa constante. Após a secagem, o material foi pesado para determinação da produção de massa seca por hectare, triturados e uma amostra moída em moinho tipo Willey e armazenadas em saquinhos plásticos, para a posterior mensuração dos teores de macro e micronutrientes.

### **3.5.1.2 Acúmulo de nutrientes na parte aérea**

Para mensuração dos teores foliares dos nutrientes na massa seca das culturas de cobertura e vegetação espontânea, o material utilizado foi proveniente da coleta realizada para a determinação de massa verde e seca da parte aérea. Nas amostras das culturas de cobertura moídas em moinho do tipo Willey determinou-se os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn, segundo metodologia de Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Após a determinação e em função da massa seca produzida por cada cultura, determinou-se a quantidade de nutrientes reciclada por estas culturas.

### **3.5.1.3 Avaliação da cobertura do solo**

Após o manejo químico e mecânico com o trator (sem implemento), a cobertura do solo propiciada pela palha foi avaliada quinzenalmente. Para a avaliação de cobertura, utilizou-se um cano de PVC de 3,0m de comprimento, graduado de dez em dez centímetros, perfazendo 30 espaços de avaliação, para a quantificação da cobertura total naquela faixa de avaliação. Esta régua foi colocada em locais de amostragem pré-determinados, sendo o mesmo local utilizado em todas as avaliações. Foi considerado como área com cobertura toda aquela que apresentasse dentro de cada espaço de dez centímetros, a presença de palha. Este método utilizado foi baseado no método do ponto quadrado, proposto por Speeding e Large (1957).

As avaliações foram realizadas nos dias: 04/08, 18/08, 01/09, 13/09, 29/09 e 10/10 de 2008.

### **3.5.1.4 Reinfestação de plantas daninhas**

Antes da semeadura da soja foi realizado um levantamento das plantas daninhas presentes em cada parcela (20/10/2008). Para tanto se utilizou um quadrado de ferro com

dimensões de 0,5 x 0,5m (0,25m<sup>2</sup>), que foi arremessado aleatoriamente na área útil da parcela, e todas as plantas daninhas foram contadas e identificadas quanto a família e espécie, subdivididas em total de folhas largas, total de folhas estreitas e total de plantas daninhas (largas + estreitas).

### **3.5.2 Avaliações na cultura da soja**

#### **3.5.2.1. Estado nutricional das plantas**

No florescimento pleno da soja (estádio R2), coletaram-se na área útil de cada parcela a terceira folha totalmente desenvolvida a partir do ápice na haste principal, conforme metodologia de Raij et al. (1996). No total, coletaram-se aleatoriamente em cada parcela 30 folhas, as quais foram levadas ao laboratório, lavadas com água corrente e detergente a 1% e posteriormente em água destilada e deionizada. O material foi acondicionado em sacos de papel e colocado para secar em estufa de circulação e renovação de ar forçado a 60-70°C até massa constante. Após secas, as folhas foram moídas, em moinho tipo Willey, para determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn, segundo metodologia de Malavolta et al. (1997).

#### **3.5.2.2 Características agronômicas da cultura da soja**

##### **3.5.2.2.1 População de plantas**

A determinação da população de plantas foi realizada no mesmo dia da colheita. Foram contadas todas as plantas contidas em três metros de uma das linhas de cultivo na área útil da parcela, e posterior cálculo da população por hectare.

##### **3.5.2.2.2 Altura média de planta e inserção da primeira vagem**

Para as determinações foi coletada, no estágio R8 da cultura, uma amostra aleatória de cinco plantas seguidas em uma das linhas da área útil da parcela.

Para a determinação da altura média de plantas e altura de inserção da primeira vagem, respectivamente, utilizou-se uma régua graduada em centímetros, medindo-se do colo da planta à extremidade apical e do colo da planta à inserção da primeira vagem, respectivamente.

### 3.5.2.2.3 Número de vagens por planta

Nas mesmas plantas utilizadas na avaliação de altura e de inserção, contaram-se todas as vagens com grãos existentes e calculou-se a média de vagens por plantas.

### 3.5.2.2.4 Massa de 100 grãos

Simultaneamente a avaliação de produtividade, realizou-se a determinação da massa de 100 grãos. Para isso, em cada amostra contou-se a respectiva quantidade de grãos, com posterior pesagem em balança de precisão (0,01g) para a determinação de sua massa. O valor obtido foi também corrigido para 13% de umidade.

### 3.5.2.2.5 Produtividade de grãos

Para a estimativa da produtividade de grãos, coletou-se, no estádio R8 (09/04/09), na área útil de cada parcela, uma amostra com todas as plantas contidas nas três linhas centrais com três metros de comprimento. Após arranquio, as plantas foram enfeixadas, identificadas e levadas para secagem em terreiro. Não houve a aplicação de herbicida dessecante na cultura da soja para a realização da colheita.

Essas plantas, após secagem ao sol, foram pesadas e trilhadas mecanicamente por uma trilhadora estacionária e os grãos obtidos foram abanados para retirar impurezas e acondicionados em saquinhos de papel identificados, sendo pesados posteriormente em laboratório em balança de precisão (0,01g). Logo após, a pesagem dos grãos, retirou-se uma amostra de grãos de cada saquinho para determinação da umidade (método da estufa -  $105 \pm 3$  °C/24 horas), para posterior correção da massa da produção obtida à 13% de umidade (base úmida). Para essa correção de massa foi utilizada a seguinte fórmula (1):

$$P = \frac{I \times (100 - U)}{100 - 13} \dots\dots\dots(1)$$

onde P = massa de grãos a 13% de umidade, em kg

U = teor de água atual dos grãos, em %

I = produção inicial da amostra

### 3.5.2.2.6 Produtividade de palha

Com a massa seca dos feixes e dos grãos determinados, foi calculada a quantidade de palha produzida, pela subtração da massa do feixe pela massa de grãos correspondente de cada feixe, obtendo-se a quantidade de palha produzida para cada tratamento e transformada para  $\text{kg ha}^{-1}$ , através da fórmula abaixo (2):

$$P_{PALHADA} = P_{FEIXE} - P_{GR\tilde{A}OS} \dots\dots\dots(2)$$

### 3.6 Análise Estatística

A análise estatística foi realizada através do Teste F e as médias comparadas através do Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados de cobertura do solo, nas diferentes épocas realizadas, foram submetidos a regressão polinomial. O programa estatístico utilizado foi o SISVAR.

Para a análise de estatística de massa verde e seca da parte área das culturas de cobertura, reinfestação de plantas daninhas, teores foliares e características agronômicas da cultura da soja, o quadro de análise de variância foi organizado da seguinte forma:

Fator de Variação	GL (Graus de Liberdade)
Cobertura vegetal (CO)	4
Época de semeadura (EC)	1
Bloco	1
CO x EC	4
Resíduo	69
Total	79

A análise estatística para o acúmulo de nutrientes na parte aérea das culturas de cobertura, o quadro de análise de variância se mostra da seguinte forma:

Fator de Variação	GL (Graus de Liberdade)
Cobertura vegetal (CO)	4
Época de semeadura (EC)	1
Bloco	1
CO x EC	2
Resíduo	63
Total	71

E para o recobrimento do solo pela palha das culturas de cobertura, o quadro de análise de variância ficou da seguinte forma:

Fator de Variação	GL (Graus de Liberdade)
Cobertura vegetal (CO)	4
Época de semeadura (EC)	1
Bloco	4
CO x EC	1
Resíduo 1	4
Amostragem (AM)	5
AM x CO	20
AM x EC	5
AM x CO x EC	20
Resíduo 2	415
Total	479

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Culturas de cobertura**

#### **4.1.1 Produtividade de massa verde e seca da parte aérea**

Avaliando-se os dados de produtividade de massa verde e seca da parte aérea das culturas de cobertura, verifica-se, na Tabela 2, que houve efeito significativo entre as plantas de cobertura e as épocas de semeadura, ou seja, houve interação entre os tratamentos

Analisando a Tabela 2, verifica-se que a braquiária foi a cultura que apresentou maior produtividade de massa verde na parte aérea, na primeira época de semeadura, em comparação com as demais culturas de cobertura utilizadas. Por conseguinte, em ordem decrescente de produtividade ficaram a cultura do milho, sorgo, área de vegetação espontânea e a crotalária. Salienta-se que na cultura do sorgo, foram retiradas as panículas no momento da coleta de massa seca.

Para a segunda época de semeadura, a maior produtividade de massa verde foi obtida com a cultura do milho, seguido da cultura do sorgo, e das culturas da braquiária e crotalária, não havendo produtividade na área em pousio. Um dos fatores se deve o não revolvimento do solo para a semeadura. A área onde foram semeadas as culturas de cobertura de segunda época havia sido preparada juntamente com a área em que foi semeada as culturas na primeira época, e desde esse preparo, a área permaneceu sem revolvimento até a semeadura da segunda época. Como não houve revolvimento, o banco de sementes de plantas daninhas ficou sob a superfície, não germinado, mesmo com a condição de umidade, caracterizado no início do período. Aliado a isso, houve a aplicação de herbicida em pré-

semeadura para o controle de plantas daninhas. Durante o período entre o preparo do solo e a semeadura da segunda época, a área estava infestada, em grande parte, por plantas daninhas de folhas largas.

**Tabela 2.** Valores de F, médias e coeficiente de variação (CV%) obtidos da análise de variância para a produtividade de massa verde e seca da parte aérea, em função da cultura de cobertura e época de semeadura. Selvíria-MS, 2008.

Teste F	Massa Verde		Massa Seca	
Cobertura Vegetal (CO)	53,12**		31,43**	
Época de Cultivo (EC)	98,50**		165,63**	
CO x EC	41,40**		34,52**	
CV (%)	28,91		27,84	
Cobertura Vegetal	1ª Época	2ª Época	1ª Época	2ª Época
	Massa Verde	DMS	Massa Seca	DMS
Sorgo	18.236 bc	15.215 b	6.435 bA	4.336 bB
Crotalária	8.492 d	5.708 c	4.130 cA	2.069 cB
Milheto	21.764 b	24.908 a	4.412 6.517 b	6.614 a 1367
Braquiária	39.044 aA	6.139 cB	11.958 aA	1.741 cdB
Pousio	13.525 cdA	0,0 cB	5.451 bcA	0,0 dB
DMS	6.197		1.191	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Analisando a produtividade de massa verde de cada cultura dentro das épocas de semeadura, observa-se que a única cultura de cobertura que apresentou diferença significativa, foi a cultura da braquiária, em que na primeira época apresentou valor de 39.044 kg ha<sup>-1</sup> e na segunda época de 6.139 kg ha<sup>-1</sup>. Essa diferença pode ter ocorrido devido ao fato das condições de dias de desenvolvimento da cultura terem sido menores e pouca a pluviosidade durante o seu crescimento até o manejo químico. De acordo com Bonamigo (1993), a cultura do milheto quando semeada no mês de março pode produzir de 30 a 40 t ha<sup>-1</sup> de massa verde, enquanto que a semeadura da cultura no mês de abril tem sua produtividade na faixa de 20 a 25 t ha<sup>-1</sup>, dados estes semelhantes aos obtidos neste experimento. No entanto Boer et al. (2008), em Latossolo Vermelho distroférico de textura argilosa, utilizando 10 kg ha<sup>-1</sup> de sementes na semeadura e adubação com 250 kg ha<sup>-1</sup> da fórmula 08-16-16 e semeadura da cultura no dia 17 de abril, obtiveram produtividade superior a 63.000 kg ha<sup>-1</sup>, sendo que neste experimento os



autores ainda avaliaram a produção de capim pé-de-galinha ( $45.366 \text{ kg ha}^{-1}$ ), que por sua vez, apresentou uma maior produtividade que o amaranto ( $19.942 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Pawel et al. (1994), citado por Pereira Filho et al. (2003), verificaram que as maiores produtividades proporcionadas pela cultura do milho ocorreram quando utilizou-se uma densidade de  $6,7 \text{ kg}$  de sementes  $\text{ha}^{-1}$ , no espaçamento de  $15 \text{ cm}$  entre linhas, produzindo  $48,0 \text{ t ha}^{-1}$  de massa verde. Estes dados de produção se diferenciam aos obtidos neste experimento, no qual foi utilizado  $18 \text{ kg ha}^{-1}$  de sementes de milho, no espaçamento de  $0,34\text{m}$ , obtendo  $21.764 \text{ kg ha}^{-1}$ , para a semeadura no dia 27/03 e de  $24.908 \text{ kg ha}^{-1}$ , para as semeaduras no dia 23/04/2008, e avaliação da quantidade de massa seca produzida no dia 08/07/2009.

Na avaliação de produtividade de massa seca das culturas de cobertura (Tabela 2), na primeira época de semeadura, a cultura da braquiária foi responsável pela maior produtividade, com  $11.958 \text{ kg ha}^{-1}$ , seguida da cultura do milho, sorgo, área com vegetação espontânea e da crotalaria. Nota-se que para a primeira época de semeadura, a ordem de produtividade de biomassa das culturas de cobertura, tanto verde quanto seca, se apresentam em uma seqüência semelhante. Para a segunda época, o milho demonstrou estabilidade de produtividade, não tendo as adversidades agroclimáticas afetado de maneira severa a produção de massa seca do mesmo. O sorgo produziu, na segunda época de semeadura,  $4.336 \text{ kg ha}^{-1}$ , sendo a segunda maior produtividade de matéria seca. Entretanto, houve uma inversão de posições entre a braquiária e a crotalaria, no qual esta última ficou com uma maior produtividade que a primeira.

A produtividade de palha da cultura do sorgo pode ser afetada pela época de semeadura que segundo Sans, Moraes e Guimarães (2003), para cultura do sorgo na região de Ilha Solteira, teria como limite o dia 15 de março. Concordando com os resultados obtidos e com a época de semeadura recomendada para a região, Mateus (2003), avaliando a capacidade de produção de massa seca de sorgo de Guiné em função de épocas de semeadura (25/09, 25/10, 24/11, 22/12/2000, 22/02 e 03/04/2001), em um Nitossolo Vermelho, na região de Botucatu-SP, verificou que com o atraso da semeadura, houve antecipação dos estádios de desenvolvimento da planta, conseqüentemente, cultivos tardios proporcionaram menores produtividades de massa seca. Mateus, Crusciol e Negrisoni (2004) avaliando quantidades de palha de sorgo guiné gigante em área de sistema plantio direto, obtiveram um aporte de  $5 \text{ t ha}^{-1}$  de massa seca, quantidade de biomassa semelhante ao obtido neste experimento. Torres e Pereira (2008) e Torres et al. (2005) verificaram produtividades de massa seca da cultura do sorgo, semeada em agosto, de  $7,1 \text{ t ha}^{-1}$ , e na semeadura no mês de abril de  $4,0 \text{ t ha}^{-1}$ , sendo

esta última a maior produtividade dentre as culturas de cobertura avaliadas (sorgo, milheto, braquiária, guandu, crotalária e aveia preta). Essa diferença de produtividade pode ter ocorrido devido, primeiro, as condições climáticas distintas do período, em que quando a cultura é semeada em agosto, pode ter recebido uma maior quantidade de água, principalmente no final do seu ciclo e, em segundo lugar, pelo fato da cultura do sorgo ser sensível ao fotoperíodo. Estes dados corroboram aos obtidos neste experimento, no qual houve uma produtividade de massa seca de  $4.336 \text{ kg ha}^{-1}$ , quando o sorgo foi semeado no dia 23/04.

A cultura da crotalária proporcionou produtividades de massa seca de  $4.130 \text{ kg ha}^{-1}$  para a primeira época e  $2.069 \text{ kg ha}^{-1}$ , para a segunda época de semeadura, sendo estas obtidas aos 103 e 76 dias após a semeadura, respectivamente (Tabela 2). Reis et al. (2007), verificaram produtividades aos 30, 70, 97 e 125 dias após a semeadura de 471, 3.481, 3940 e  $3512 \text{ kg ha}^{-1}$  de matéria seca. É bom salientar que os autores utilizaram a proporção de  $25 \text{ kg ha}^{-1}$  de sementes de crotalária, com um valor cultural de 74,6%, e nesse experimento, foi utilizado  $22 \text{ kg ha}^{-1}$  de sementes. Silva, Hirata e Monquero (2009) verificaram que a cultura da crotalária produziu  $20,84 \text{ t ha}^{-1}$  de matéria seca, quando semeada no início do mês de novembro e utilizando  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de sementes. Já Santos e Campelo Júnior (2003), avaliando os efeitos de oito épocas de semeadura (novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho) da cultura da crotalária (*Crotalaria juncea*) sobre a produtividade de massa seca, verificaram que semeaduras nos meses de novembro e dezembro foram às épocas em que se obtiveram as maiores produtividades ( $8.820$  e  $8.640 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente), enquanto que as semeaduras realizadas nos meses de março, abril, maio e junho, apresentaram baixas produtividades ( $600$ ,  $960$ ,  $440$  e  $0,0 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente). Esses trabalhos mostram que semeaduras nos meses que antecedem o fim do ano são favoráveis a maiores produtividades para a cultura da crotalária, podendo ser em virtude do maior índice pluviométrico do período e o fotoperíodo, em que há a diminuição gradual das horas do dia com a presença de luz. Com resultados semelhantes ao deste estudo, Cazetta, Fornasier Filho e Giroto (2005) e Carvalho et al. (2008) observaram que a cultura do milheto apresentou a maior quantidade de massa seca, em comparação a crotalária. Porém, Perin et al. (2004), obtiveram resultados que contrastam com os obtidos neste experimento, em que a crotalária, em cultivos de verão, apresentou a maior produção de fitomassa, que foi 108% maior que a da vegetação espontânea e 31% superior a do milheto. A elevada produção de fitomassa da leguminosa em curto período de tempo revelou que esta espécie encontra-se adaptada às

condições ambientais do experimento, podendo ser considerada como espécie potencial para o cultivo na Zona da Mata Mineira.

O milho foi a cultura que demonstrou o melhor comportamento em estabilidade de produção. Na primeira época de semeadura, proporcionou produtividade de massa seca de 6.517 kg ha<sup>-1</sup>, e na segunda época de 6.614 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca, no qual foram utilizados 18 kg ha<sup>-1</sup> de sementes (Tabela 2). Silva, Hirata e Monquero (2009), com a semeadura da cultura no mês de novembro, obtiveram produtividade de 23,84 t ha<sup>-1</sup>, utilizando 30 kg ha<sup>-1</sup> de sementes da cultura. Carvalho et al. (2004), avaliando quatro adubos verdes em dois anos agrícolas, verificaram para o ano agrícola de 1997/98, que a maior produtividade de massa seca foi proporcionada pela cultura do milho, com um aporte de 11.357 kg ha<sup>-1</sup> de palha, quando cultivada em sistema plantio direto. Para o ano agrícola 1998/99, a cultura do milho também proporcionou a maior produtividade de massa seca, que foi de 16.200 kg ha<sup>-1</sup>, sendo também cultivada em sistema plantio direto. Da mesma forma, Isepon e Matsumoto (1998) avaliando épocas de semeadura da cultura do milho, verificaram que a produtividade de massa seca produzida em semeadura no mês de novembro foi muito superior ao se comparar a realização da semeadura foi feita no mês de março, sendo 12.541 kg ha<sup>-1</sup> e 2.167 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. As produtividades obtidas por Lemos et al. (2003), estudando a cultura do milho, semeado em três épocas de semeadura (5/3, 25/3 e 19/4/99), com realizações de ceifas, sob condições de sequeiro, em um Nitossolo Vermelho Distroférico na região de Botucatu-SP, verificaram valores médios, obtidos para os diferentes manejos de ceifa, uma maior produtividade de massa seca quando o milho foi semeado na primeira e segunda época, com valores médios de 15,9 e 14,9 t ha<sup>-1</sup>, diferindo significativamente da terceira época, que produziu 9,8 t ha<sup>-1</sup> de massa seca. No mesmo experimento, quando os restos vegetais foram deixados como cobertura do solo, constataram as maiores produtividades para a primeira época de semeadura, seguido da segunda e terceira, com valores de 11,5, 11,1, 6,9 t ha<sup>-1</sup> de massa seca. Kollet, Diogo e Leite (2006), em experimento realizado para avaliar a produtividade, o perfilhamento, a porcentagem de lâmina/haste e a composição bromatológica (PB, FDN e FDA) de três variedades (Africano, Americano e BN-2) de milho (*Pennisetum glaucum* (L) R. Br.) em três idades de corte (35, 42 e 49 dias), em um Latossolo Vermelho-escuro, verificaram que as maiores produtividades foram obtidas nos cortes efetuados aos 49 dias de idade, e que a variedade BN-2 foi responsável por apresentar a melhor rebrota, com 564 kg ha<sup>-1</sup>, após 40 dias de crescimento. De acordo com os dados obtidos e as informações obtidas na literatura, nota-se que as maiores produtividades de massa seca obtida em

experimentos com culturas de cobertura, são, na maioria dos casos, de gramíneas forrageiras (TORRES; PEREIRA, 2008, TORRES et al., 2005). Neste experimento, as maiores produtividades foram proporcionadas, na primeira época de semeadura, pela braquiária, milho e sorgo, e na segunda época, milho, sorgo e braquiária, corroborando com os dados obtidos pelos outros autores.

A cultura da braquiária proporcionou alta produtividade de massa seca quando as condições climáticas não foram limitantes. Para a primeira época de semeadura, onde houveram boas precipitações, a cultura se desenvolveu muito bem, proporcionando a maior produtividade de massa seca ( $11.958 \text{ kg ha}^{-1}$ ) em comparação as demais culturas avaliadas (Tabela 2). Em contrapartida, quando as precipitações diminuíram, na segunda época de semeadura, a cultura demonstrou instabilidade de produção, culminando com a menor produtividade de massa seca, não se diferenciando da cultura da crotalária.

#### **4.1.2 Acúmulo de Macronutrientes da parte aérea**

Na Tabela 3, encontram-se os resultados da análise de variância e médias do acúmulo de macronutrientes na parte aérea das culturas de cobertura e das épocas de semeadura.

Houve diferença significativa por efeito dos tratamentos para o acúmulo de todos os macronutrientes avaliados. Para N, P, K, Mg e S houve diferença significativa para as culturas de cobertura, épocas de semeadura e a interação significativa entre as culturas de cobertura e as épocas de semeadura. Para o Ca houve diferença significativa para as culturas de cobertura e as épocas de semeadura, não apresentando diferença para a interação entre elas (Tabela 3).

Para o acúmulo de N, não houve diferença significativa entre as plantas do sorgo, crotalária, milho e a área em poucio (vegetação espontânea) (Tabela 4). No entanto, a cultura da braquiária apresentou valores de N significativamente diferentes para primeira época de semeadura, com uma ciclagem de  $174,08 \text{ kg ha}^{-1}$  desse nutriente. Já para a segunda época os valores de N acumulados pela planta de braquiária foram inferiores, em função da reduzida produtividade de massa seca (Tabela 2). Torres, Pereira e Fabian (2008) em experimento desenvolvido em condições semelhantes a este, com diversas culturas, dentre elas a braquiária, obtiveram valores de  $130,80$  e  $41,65 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, em semeaduras no mês de agosto de 2000 e abril de 2001, mostrando diferença em comparação aos resultados obtidos neste estudo. As quantidades de N acumulados pela cultura do sorgo (AG 1040), foram

semelhantes aos obtidos por Bordin et al. (2003), em semeadura realizada no início do mês de março.

**Tabela 3.** Valores de F, médias e coeficientes de variação (CV%) do acúmulo de macronutrientes da parte aérea das culturas de cobertura. Selvíria-MS, 2008.

Tratamentos	kg ha <sup>-1</sup>					
	N	P	K	Ca	Mg	S
<b>Cobertura Vegetal</b>						
Sorgo	-	-	-	18,36 b	-	-
Crotalaria	-	-	-	17,13 b	-	-
Milheto	-	-	-	22,95 b	-	-
Braquiária	-	-	-	16,70 b	-	-
Pousio	-	-	-	40,95 a	-	-
DMS	-	-	-	10,88	-	-
<b>Época de Cultivo</b>						
Época 1	-	-	-	26,04 a	-	-
Época 2	-	-	-	15,21 b	-	-
DMS	-	-	-	4,74	-	-
Cobertura Vegetal (CO)	10,45**	5,74**	15,07**	9,64**	16,57**	13,48**
F Época de cultivo (EC)	98,50**	118,95**	64,67**	20,92**	47,19**	61,05**
CO x EC	39,62**	19,39**	21,33**	1,03ns	19,13**	26,90**
CV (%)	29,01	32,37	39,43	47,09	41,19	32,58

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade  
ns = não significativo

Para a segunda época de semeadura, a planta do milho proporcionou o maior acúmulo de nitrogênio, com 103,36 kg ha<sup>-1</sup>. Torres, Pereira e Fabian (2008), em experimento realizado num Latossolo Vermelho, com clima da região classificado em Aw e altitude de 795m, obtiveram valores de 165,55 e 55,75 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente para a semeadura em agosto de 2000 e abril de 2001, diferindo dos resultados obtidos neste experimento, tanto para a primeira e segunda época de semeadura. Marques et al. (2002) obtiveram acúmulo de N semelhantes aos obtidos neste experimento na primeira época de semeadura, que foram de 122 kg ha<sup>-1</sup> para a cultura do milho.

Quando se utiliza o acúmulo de N por quilograma de matéria seca, observa-se que a crotalaria, sendo uma leguminosa, apresentou os maiores teores de N, tanto para a primeira (17,69 g kg<sup>-1</sup>), quanto para a segunda época de semeadura (23,27 g kg<sup>-1</sup>). Carvalho et al. (2008) obtiveram valores para o teor de N da parte aérea da crotalaria, semelhante ao obtido neste estudo para a segunda época de semeadura, sendo de 24,02 g kg<sup>-1</sup> de massa seca. Os dados deste experimento foram também semelhantes aos obtidos por Perin et al. (2004), que

obtiveram os maiores teores de N para a cultura da crotalária (em g kg<sup>-1</sup>) em relação a cultura do milho.

**Tabela 4.** Desdobramento da interação cobertura vegetal x época de semeadura para o acúmulo de N, P, K, Mg e S (kg ha<sup>-1</sup>) na massa seca da parte aérea das culturas de cobertura. Selvíria-MS, 2008.

Cobertura Vegetal	Acúmulo de N			Acúmulo de P		
	1ª Época	2ª Época	DMS	1ª Época	2ª Época	DMS
Sorgo	75,21 b	68,08 b		12,29 bA	6,53 abB	
Crotalária	73,05 bA	48,16 bB		13,04 bA	4,89 bB	
Milheto	100,46 b	103,36 a	24,77	18,70 aA	10,06 aB	3,55
Braquiária	174,08 aA	42,65 bB		20,09 aA	2,04 bB	
Pousio	84,08 b	-		11,29 b	-	
DMS	34,82	32,72		5,00	4,70	
Cobertura Vegetal	Acúmulo de K			Acúmulo de Mg		
	1ª Época	2ª Época		1ª Época	2ª Época	
Sorgo	115,55 bcA	56,99 bB		25,53 bA	13,20 bB	
Crotalária	64,16 c	29,94 b		9,34 c	6,01 b	
Milheto	161,23 b	133,86 a	41,98	29,96 b	28,55 a	9,20
Braquiária	233,39 aA	27,36 bB		49,28 aA	8,33 bB	
Pousio	136,48 b	-		31,03 b	-	
DMS	59,01	55,45		12,94	12,15	
Cobertura Vegetal	Acúmulo de S					
	1ª Época	2ª Época				
Sorgo	15,16 bA	9,78 bB				
Crotalária	8,79 cA	4,56 bcB				
Milheto	17,89 b	15,79 a	4,21			
Braquiária	25,61 aA	4,21 cB				
Pousio	14,48 bc	-				
DMS	5,91	5,56				

Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A área em pousio, referente a primeira época de semeadura, proporcionou um maior acúmulo de nitrogênio de 84,08 kg ha<sup>-1</sup> (Tabela 4). Torres, Pereira e Fabian (2008)

verificaram em seu experimento que a área em pousio acumulou 46,69 e 57,19 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para agosto de 2000 e abril de 2001. Porém a área em pousio no estudo de Torres, Pereira e Fabian (2008) estava composta, predominantemente, por diversas espécies de plantas daninhas, como *Cenchrus echinatus* L., *Digitaria insularis*, *Brachiaria plantaginea*, *Rhynchelytrum repens*, *Brachiaria decumbens*, *Eleusine indica* e *Panicum maximum*, e a área em pousio deste estudo tinha em sua composição em mais de 90% da área, a presença de apaga-fogo.

Para os teores de P da parte área (Tabela 4), as culturas do milho e braquiária apresentaram os maiores acúmulos, para a primeira época de semeadura, diferenciando-se significativamente das outras culturas de cobertura e da área com vegetação espontânea. Na segunda época de semeadura, a cultura do milho apresentou o maior acúmulo de fósforo, tendo diferenciado significativamente das plantas de braquiária e crotalária. As plantas de cobertura referentes à primeira época de semeadura apresentaram um maior acúmulo de P em comparação as plantas de cobertura da segunda época. Isso pode ter ocorrido em função de maiores precipitações ocorrido no desenvolvimento das culturas de primeira época, que favoreceram a um bom desenvolvimento do sistema radicular destas culturas absorvendo maior quantidade de P. Aliado a isso, o caminhamento dos íons de P se processam, predominantemente, na presença de água, em processo denominado difusão, e na primeira época houve uma maior quantidade de água, o que pode ter favorecido, também, a maior absorção destes íons. Os valores de acúmulo de P obtido por Torres, Pereira e Fabian (2008) foram de 12,70 e 5,23 kg ha<sup>-1</sup>, quando a cultura do sorgo foi semeada em agosto de 2000 e abril de 2001, assemelhando-se aos valores obtidos neste estudo, respectivamente para a primeira e segunda época de semeadura, que foram de 12,29 e 6,53 kg ha<sup>-1</sup>. Marques et al. (2002), constataram valores de acúmulo de P para a cultura do milho de 16 kg ha<sup>-1</sup>, valor este, semelhante ao obtido para a semeadura no final do mês de março, como obtido neste experimento.

No caso do potássio, a planta da braquiária foi responsável pelo maior acúmulo, seguida da planta do milho juntamente com a área de vegetação espontânea (Tabela 4). Maiores acúmulos de K em milho foram verificados por Perin et al. (2004), quando compararam com a cultura da crotalária e área com consórcio dessas culturas. Torres e Pereira (2008) evidenciaram valores semelhantes para o acúmulo de potássio nas plantas de sorgo, crotalária e milho, entretanto, para as plantas de milho, os autores obtiveram valores bem superiores para ao acúmulo deste nutriente, quando houve semeadura no mês de agosto de

2000. Bordin et al. (2003), em experimento num Latossolo Vermelho, semeando adubos verdes no dia 10 de março de 2000, utilizando  $10 \text{ kg ha}^{-1}$  de sementes na semeadura da cultura sorgo, relatam maiores acúmulos de K pela cultura do sorgo de guiné, seguido do sorgo de duplo propósito (AG 2501 C), sendo o valor do segundo semelhante ao obtido neste experimento para a primeira época de semeadura.

Analisando a Tabela 3, mostra o maior acúmulo de cálcio foi verificado na área mantida em pousio foi responsável pelo maior acúmulo na parte aérea desse elemento. Esse maior acúmulo de Ca normalmente é caracterizado em leguminosas, e a área em pousio possuía, predominantemente, plantas daninhas de folhas largas. E para as épocas de semeadura, as plantas referentes à primeira época absorveram uma quantidade de Ca significativamente maior em relação à segunda época, de 26,04 e 15,21, respectivamente. Para Torres, Pereira e Fabian (2008), a cultura da crotalária, semeada em agosto de 2000, foi a planta que mais acumulou Ca, diferente da segunda época de semeadura, em que as plantas de aveia acumularam uma quantidade superior as demais culturas. Marques et al. (2002) obtiveram teores de Ca semelhantes para a cultura do milho ( $26 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Diferente dos dados obtidos neste estudo, Cazetta, Fornasieri Filho e Girotto (2005) verificaram que a cultura da crotalária apresentou um teor de Ca da parte aérea superior a cultura do milho. Perin et al. (2004) também verificaram os maiores teores de Ca na cultura da crotalária, em comparação a cultura do milho e área com consórcio das duas culturas.

De acordo com a Tabela 4, para o acúmulo de magnésio nas plantas semeadas na primeira época, a área com braquiária apresentou os maiores valores. Em seguida, as áreas com as de sorgo, milho e pousio, ou seja, as gramíneas apresentaram os maiores acúmulos de Mg. Os valores de acúmulo de Mg pela cultura do sorgo foram semelhantes aos obtidos por Bordin et al. (2003), trabalhando com o sorgo AG 2501 C, em semeadura no dia 10 de março sobre um Latossolo Vermelho. Por último, a cultura da crotalária, apresentou o menor teor de Mg. Os resultados de fato mostram que nas áreas onde houveram as maiores produtividades de massa seca, houveram maiores acúmulos de Mg, sendo esta característica também observada por Perin et al. (2004). Para os teores de S, houve o mesmo efeito como dos acúmulos apresentados para o Mg, em que as plantas de braquiária acumularam uma maior quantidade, diferindo-se significativamente das plantas de sorgo e milho, que por sua vez, foram diferentes das plantas de crotalária, na primeira época de semeadura. Na segunda época, o maior acúmulo de S foi proporcionado pelas plantas de milho, com  $15,79 \text{ kg ha}^{-1}$ .



Diferentes dos dados obtidos neste experimento, Marques et al. (2002), avaliando diversas culturas, evidenciaram acúmulo de Mg pela planta do milho de 17 kg ha<sup>-1</sup>.

#### 4.1.3 Acúmulo de Micronutrientes na parte aérea

Na Tabela 5 encontram-se os resultados da análise de variância e médias do acúmulo de micronutrientes nas culturas de cobertura utilizadas, nas duas épocas de cultivo

**Tabela 5.** Valores de F, médias e coeficientes de variação (CV%) do acúmulo de micronutrientes da parte aérea nas culturas de cobertura. Selvíria-MS, 2008.

Tratamentos	Cu	Fe	Mn	Zn
	g ha <sup>-1</sup>			
Cobertura Vegetal				
Sorgo	20,47	-	255,49 bc	-
Crotária	8,00	-	131,24 c	-
Milho	24,34	-	467,50 b	-
Braquiária	29,30	-	509,50 b	-
Pousio	20,00	-	977,31 a	-
DMS	32,92	-	323,41	-
Época de Cultivo				
Época 1	28,31 a	-	556,68 a	-
Época 2	10,56 b	-	230,33 b	-
DMS	14,34	-	140,88	-
Cobertura Vegetal (CO)	1,09ns	5,15**	12,48**	8,72**
F Época de cultivo (EC)	6,12*	8,83**	21,43**	39,13**
CO x EC	2,42ns	6,52**	3,37ns	9,76**
CV (%)	148,17	88,65	72,21	48,24

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade  
ns = não significativo

Observa-se que para o acúmulo de cobre não houve diferença significativa para as coberturas utilizadas e para a interação entre as culturas de cobertura e épocas de semeadura, apresentando diferença significativa apenas para as épocas de semeadura. Em contrapartida, para o acúmulo de ferro e zinco houve interação significativa para as culturas de cobertura utilizadas com as épocas de semeadura. Já para o acúmulo de manganês houve diferença significativa na avaliação das coberturas e, também, para as épocas de semeadura, não apresentando interação entre estas (Tabela 5).

Comparando-se os teores foliares como os citados por Cantarella et al. (1997) como teores foliares adequados para a cultura do sorgo, verifica-se que os teores de Cu e Zn ficaram abaixo dessa faixa e os teores de Mn e Fe estão dentro e acima desta faixa, respectivamente. Comparando-se, da mesma forma, os teores obtidos aos citados por Malavolta (2006) para o teor foliar referente à cultura do milho, constata-se que os teores de Cu e Mn ficaram abaixo do recomendado, o teor de Fe está acima do recomendado, e o teor de Zn está na faixa adequada, somente para a primeira época de semeadura, estando os teores da segunda época, abaixo do recomendado. Confrontando-se com os teores citados pelo mesmo autor, os elementos Cu, Fe e Mn, para a cultura da braquiária, se apresentam semelhantes a cultura do milho e para o Zn, em ambas as épocas de semeadura os teores ficaram abaixo do recomendado.

Na avaliação do acúmulo de Cu pelas culturas de cobertura, as culturas semeadas na primeira época apresentaram diferença significativa em relação à segunda época, com o acúmulo de 28,31 e 10,56 g ha<sup>-1</sup> desse elemento, respectivamente. Carvalho et al. (1999), trabalhando com a cultura da crotalaria em região de Cerrado (Planaltina-DF), constataram uma absorção muito maior de cobre por essa cultura quando semeada na época chuvosa em comparação aos dados obtidos neste experimento, tendo o primeiro o acúmulo na parte aérea de 121,4 g ha<sup>-1</sup>, e o segundo de 8 g ha<sup>-1</sup> (Tabela 5). Para a cultura do milho semeado nas mesmas condições, os autores verificaram valores de 14,4 g ha<sup>-1</sup>, sendo mais próximos aos obtidos neste experimento.

Para os teores de Fe avaliados neste experimento (Tabela 6), a cultura da braquiária apresentou os maiores teores, quando comparada às demais culturas estudadas, na avaliação da primeira época de semeadura. Houve ainda para a cultura da braquiária, diferença significativa para os teores de Fe quando se compara a braquiária semeada na primeira época com a segunda época, apresentado esta o maior acúmulo do nutriente (3659,67 g ha<sup>-1</sup>). Esse maior acúmulo de Fe pela braquiária está, provavelmente, relacionado ao grande desenvolvimento da parte aérea da cultura, que proporcionou a maior produtividade de massa seca da parte aérea (Tabela 2).

Na avaliação dos teores de manganês em função dos tratamentos, houve um maior acúmulo de Mn na parte aérea da área de vegetação espontânea, tendo apresentado valores significativamente maiores que das culturas de cobertura avaliadas, principalmente com relação às plantas de crotalaria (Tabela 5). Uma possível causa dessa maior absorção de Mn pela vegetação espontânea seria que as plantas daninhas da área em pousio estão adaptadas as

condição adversas do solo, principalmente a presença de alumínio e pH baixo, situação essa que limita o desenvolvimento das culturas de cobertura. Além da diferença entre coberturas do solo, houve diferença entre épocas de semeadura, em que a primeira época apresentou acúmulo mais elevado desse nutriente. Os valores acumulados pela crotalária neste experimento ficaram bem abaixo dos valores obtidos por Carvalho et al. (1999), que obtiveram  $366 \text{ g ha}^{-1}$ , quando semearam a cultura na época chuvosa, em região de cerrado, no município de Planaltina-DF.

**Tabela 6.** Desdobramento da interação cobertura vegetal x época de semeadura para o acúmulo de Fe e Zn ( $\text{g ha}^{-1}$ ) na parte aérea das culturas de cobertura. Selvíria-MS, 2008.

Cobertura Vegetal	Fe		DMS	Zn		DMS
	1ª Época	2ª Época		1ª Época	2ª Época	
Sorgo	1700,63 b	855,60		77,52 bA	41,69 abB	
Crotalária	459,78 b	548,68		56,47 b	26,48 b	
Milheto	1777,23 b	1060,96	1179,23	140,04 aA	81,70 aB	35,28
Braquiária	3659,67 aA	1012,36 B		139,50aA	26,51 bB	
Pousio	906,78 b	-		68,83 b	-	
DMS	1657,73	1557,69		12,48	47,60	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na Tabela 6 estão apresentadas as médias obtidas no desdobramento da interação entre as culturas de cobertura e as épocas de semeadura para o acúmulo de zinco na parte aérea das culturas de cobertura. Verifica-se que na primeira época de semeadura, as culturas do milho e da braquiária apresentaram o maior acúmulo desse nutriente com  $140,04$  e  $139,50 \text{ kg ha}^{-1}$ , apresentando diferença significativa das demais plantas de cobertura (Tabela 6). Confirmando que, normalmente, as gramíneas extraem mais zinco. Quando se compara as plantas de cobertura nas épocas de semeadura, nota-se que houve diferença significativa para a cultura do milho, braquiária e o sorgo semeado na primeira época em comparação com as plantas semeadas em segunda época. Entretanto outros autores obtiveram resultados diferentes ao deste estudo. Comparando-se os teores de Zn obtidos neste experimento com os obtidos por Carvalho et al. (1999), os mesmos se encontram bem abaixo aos obtidos pelos autores, que foram de  $464 \text{ g ha}^{-1}$ , com a semeadura realizada no período das águas.

#### 4.1.4 Recobrimento do Solo pela Palhada

Na Tabela 7 estão os resultados da análise de variância para a porcentagem de recobrimento do solo. Houve interação significativa entre as culturas de coberturas utilizadas e a área em pousio com as épocas de semeadura comparadas com os períodos de amostragem, para a porcentagem de recobrimento do solo.

**Tabela 7.** Valores de F e coeficientes de variação (CV%) da porcentagem de recobrimento do solo de acordo com as culturas de cobertura, épocas de semeadura e período de amostragem. Selvíria-MS, 2008.

Teste F	Recobrimento do solo
Cobertura Vegetal (CO)	133,54**
Época de cultivo (EC)	1754,05**
CO x EC	229,26**
Amostragem (AM)	61,73**
AM x CO	5,84**
AM x EP	10,80**
AM x CO x EP	2,30**
CV 1 (%)	15,84
CV 2 (%)	6,64

\*\* é significativo a 1% para o teste F da análise de variância.

Na Tabela 8 encontram-se as médias dos desdobramentos das interações significativas para as culturas de cobertura, nas épocas de semeaduras, comparadas aos períodos de amostragem. Verifica-se que houve diferença de recobrimento do solo, independente de época de amostragem e cultura de cobertura, para as épocas de semeadura. As culturas de cobertura quando semeadas no fim do mês de março, proporcionaram uma maior quantidade de matéria seca, conseqüentemente, melhor recobrimento do solo, visualizado em todas as épocas de amostragem. A quantidade de palha produzida pelas culturas de cobertura semeadas na segunda época propiciaram um recobrimento do solo inferior ao da primeira época, em todas as amostragem realizadas. Quando se avalia a porcentagem de cobertura do solo pelas culturas de cobertura na primeira época de semeadura, observa-se que a cultura da braquiária juntamente com a área de pousio (vegetação espontânea) foram as que apresentaram, em

todas as épocas de amostragem, um melhor recobrimento do solo. Para a segunda época de semeadura, a cultura do milho apresentou a melhor porcentagem de recobrimento do solo em todas as épocas de amostragem, entretanto, inferior à primeira época com braquiária e pousio. As condições climáticas não foram limitantes para o desenvolvimento da cultura da braquiária na primeira época, além de um maior número de dias para o seu desenvolvimento. Da mesma forma para o pousio, em que as plantas daninhas que apareceram estão adaptadas às condições de solo e fertilidade, somadas as altas precipitações logo após o manejo de solo, em que houve o revolvimento do banco de sementes com a sua exposição na superfície do solo, as plantas daninhas cresceram de forma rápida, cobrindo toda a superfície do solo. A cultura do milho apresenta maior tolerância a estresses hídricos e químicos, evidenciando isso na segunda época de semeadura, no qual a cultura apresentou um rápido desenvolvimento produzindo quantidade de matéria seca semelhante a primeira época, porém, a sua decomposição é mais rápida, devido ao menor número de dias de desenvolvimento até o manejo químico, apresentando, provavelmente, uma relação C/N mais baixa, o que favorece a sua decomposição.

Na avaliação de porcentagem de cobertura do solo pela cultura da crotalária, sendo uma leguminosa de baixa relação C/N, verificou-se que essa cultura produziu as menores quantidades de palha (Tabela 2), em comparação as outras culturas avaliadas, nas duas épocas de semeadura para todas as épocas de amostragem, como consequência, houve menor recobrimento do solo por essa palha (Tabela 8).

A Figura 3 representa as porcentagens de recobrimento do solo pela palha de sorgo, crotalária, milho, braquiária e pousio, de acordo com as épocas de amostragem, para a primeira (27/03/2008) e segunda épocas de semeadura (23/04/2008).

A cultura do sorgo semeada na primeira época apresentou efeito linear na sua porcentagem de recobrimento ao longo dos períodos de amostragem, estimando pela equação:  $y = - 0,199x + 90,994$  ( $R^2 = 0,955$ ;  $p < 0,01$ ). A porcentagem de cobertura do solo proporcionada inicialmente foi de 93% da superfície do solo. Na última amostragem, a porcentagem de cobertura do solo ainda era de 78%, isto é, desde o manejo químico da cultura até 94 dias após, a palhada da cultura ainda apresentava uma boa porcentagem de recobrimento. É importante salientar que houve um período de 26 dias entre o manejo químico das culturas e o início das amostragens de recobrimento do solo. Uma possível causa da decomposição lenta da palhada da cultura, pode ser a alta relação C/N, característica de

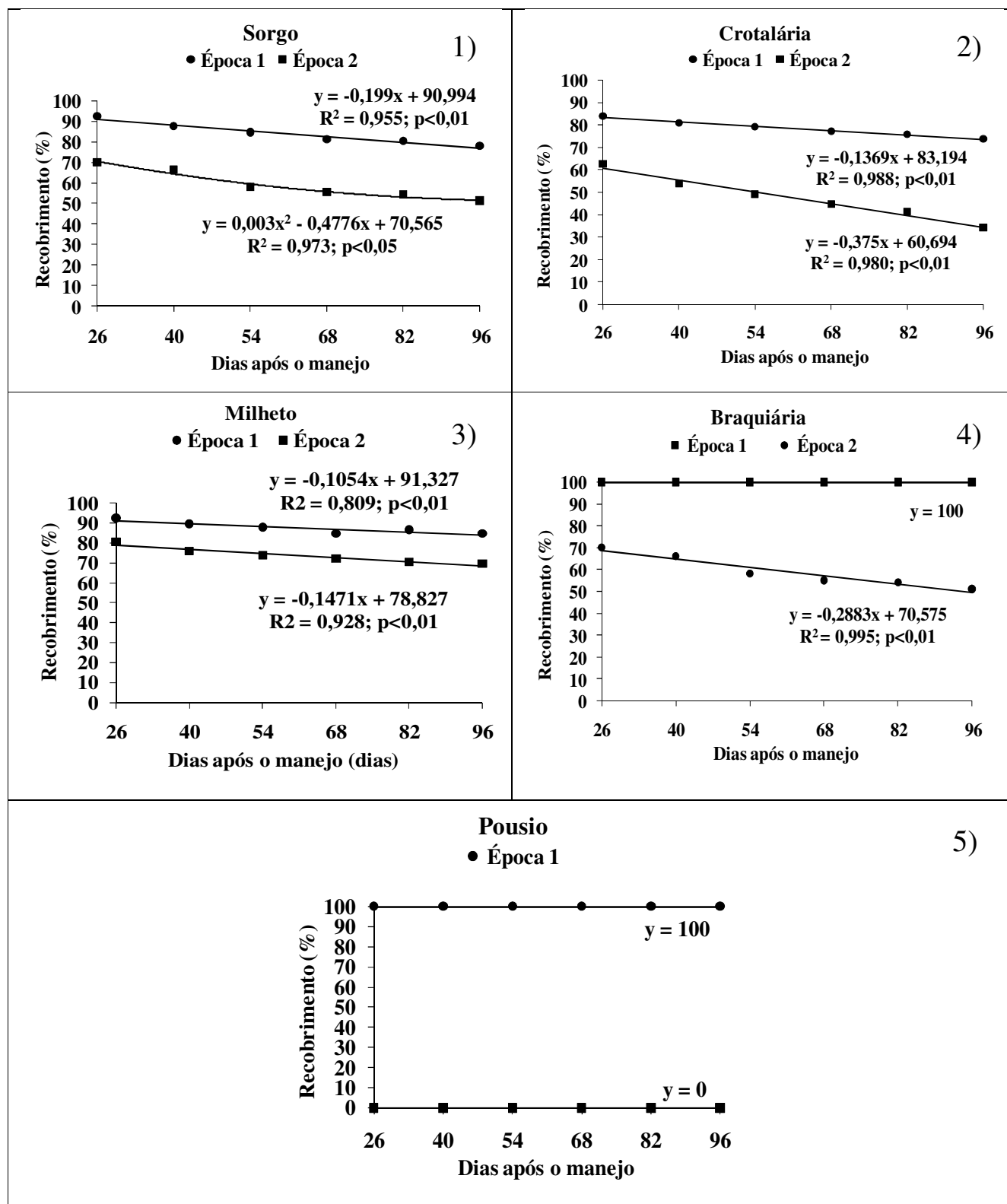
gramíneas, e a baixa pluviosidade do período, aliado a alguns dias em que as temperaturas foram amenas, durante o período de avaliação.

**Tabela 8.** Desdobramento da interação significativa para as culturas de cobertura x época de semeadura x amostragem (DAM – Dias após o manejo) para o recobrimento de solo pela palhada. Selvíria-MS, 2008.

Amostragens	Épocas	Cobertura Vegetal				
		Sorgo	Crotalária	Milheto	Braquiária	Pousio
04/08 (26 DAM)	27/03	93 abA	84 bA	93 abA	100 aA	100 aA
	23/04	70 bB	62 bB	80 aB	70 bB	0 cB
18/08 (40 DAM)	27/03	88 bA	81 bA	90 bA	100 aA	100 aA
	23/04	66 bB	54 cB	76 aB	66 bB	0 dB
01/09 (54 DAM)	27/03	85 bA	79 bA	88 bA	100 aA	100 aA
	23/04	58 bcB	49 cB	74 aB	63 bB	0 dB
13/09 (68 DAM)	27/03	81 bA	77 bA	85 bA	100 aA	100 aA
	23/04	55 bB	45 cB	72 aB	59 bB	0 dB
29/09 (82 DAM)	27/03	80 bcA	76 cA	87 bA	100 aA	100 aA
	23/04	54 bB	41 cB	70 aB	55 bB	0 dB
10/10 (96 DAM)	27/03	78 bcA	74 cA	85 bA	100 aA	100 aA
	23/04	51 bB	34 bB	70 aB	50 cB	0 dB

Médias seguidas de mesma letra, minúscula, na linha, e maiúsculas, nas colunas dentro da mesma amostragem, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a segunda época de semeadura, houve um melhor ajuste quadrático para o recobrimento do solo, mostrando uma tendência de estabilização do recobrimento do solo no decorrer das amostragens. Estimou-se a equação:  $y = 0,003x^2 - 0,4776x + 70,565$  ( $R^2 = 0,973$ ;  $p < 0,05$ ). A cultura do sorgo semeada na segunda época proporcionou uma quantidade de matéria seca sobre o solo que atingiu, inicialmente, uma porcentagem de recobrimento de 70%. Ao término das amostragens, essa porcentagem de recobrimento foi de pouco mais de 50% da superfície do solo. Em função do manejo precoce das culturas de segunda época de semeadura, com menor desenvolvimento vegetativo das mesmas, e baixa pluviosidade, as plantas apresentaram um dossel vegetativo abaixo do obtido na semeadura da primeira época, que, conseqüentemente, ao serem dessecadas, recobriram menos a superfície do solo.



**Figura 3.** Análise de Regressão para as plantas de cobertura ( 1) Sorgo; 2) Crotalária; 3) Milheto; 4) Braquiária) em duas épocas de semeadura e área em pousio ( 5) vegetação espontânea), para a taxa de recobrimento do solo. Selvíria-MS, 2008.

Para a crotalária na primeira época de semeadura (Figura 3), a taxa de recobrimento do solo apresentou-se com um decréscimo linear ao longo das épocas de amostragem ( $y = -0,1369x + 83,194$  ( $R^2 = 0,988$ ;  $p < 0,01$ )). A porcentagem de recobrimento inicial foi de 84% da superfície do solo e, para a amostragem final, a porcentagem ainda era de 74% da superfície do solo (Tabela 8). A cultura da crotalária, sendo uma leguminosa, apresenta relação C/N baixa, o que naturalmente, deveria ter sido identificado neste experimento uma decomposição mais rápida de sua biomassa.

Na segunda época de semeadura, ocorreu novamente um ajuste linear para a taxa de recobrimento do solo ao longo do período das amostragens, para a cultura da crotalária ( $y = -0,375x + 60,694$  ( $R^2 = 0,980$ ;  $p < 0,01$ )) (Figura 3). A cultura apresentou um recobrimento inicial de 62% e para a última amostragem, a cultura recobriu apenas 34% da superfície do solo (Tabela 8). A crotalária semeada na segunda época apresentou uma taxa de decomposição mais rápida, comparada a primeira época de semeadura, isso pode ter ocorrido devido à maior concentração de N da parte aérea, que, segundo Aita e Giacomini (2003), a velocidade de decomposição e liberação de nitrogênio dos resíduos culturais de plantas de cobertura é diretamente proporcional às concentrações de N total na fitomassa e de N e C na fração solúvel em água.

Para primeira época de semeadura da cultura do milho, foi obtido um ajuste linear, com a equação:  $y = -0,1054x + 91,327$  ( $R^2 = 0,809$ ;  $p < 0,01$ ) (Figura 3). A cultura do milho apresentou um bom recobrimento do solo com 93% da superfície na primeira época de amostragem e de 85% de recobrimento para a última amostragem. A cultura apresentou-se resistente a decomposição, perdendo apenas oito pontos percentuais entre o início e o término das avaliações de recobrimento. A cultura do milho possui altos teores de lignina e celulose, o que a torna uma espécie resistente a decomposição.

Na segunda época de semeadura, a cultura apresentou uma taxa de decomposição levemente mais alta, em que proporcionalmente a primeira época de semeadura, apresentou um menor recobrimento da superfície do solo ( $y = -1,47x + 78,827$  ( $R^2 = 0,928$ ;  $p < 0,01$ )), onde 26 dias após o manejo químico, ou seja, na primeira amostragem de recobrimento, a cultura apresentava 80% de recobrimento da superfície e para a última amostragem, de 70% (Figura 4). De acordo com Pelá et al. (1999), a cultura do milho é um material persistente no solo, tendo encontrado um porcentagem de perda de massa de 66% aos 73 dias após o manejo.



Com resultados semelhantes aos obtidos neste estudo, Cazzeta, Fornasieri Filho e Giroto (2005), avaliando a viabilidade da utilização de algumas espécies vegetais utilizadas como cobertura vegetal em cultivo exclusivo e consorciado, semeados na primavera, representados por crotalária, milho e crotalária + milho. Foi observado que a cultura do milho e o consórcio proporcionaram uma maior cobertura do solo em todas as quatro avaliações (15, 30, 45 e 60 dias após a semeadura da cultura do milho - DAS). Aos 15 DAS, a palhada do milho apresentava uma porcentagem de cobertura de 96,5%, nos 30, 45 e 60 dias, essa porcentagem de cobertura do solo, ficou em 95,8, 94,0, e 92,3% de cobertura, enquanto que as porcentagens de recobrimento do solo proporcionadas pela cultura da crotalária, não foram acima de 90% em nenhum dos períodos de amostragens. Boer et al. (2008), observaram que aos 30, 60 e 90 dias após ao manejo da cultura do milho, a porcentagem de cobertura da superfície do solo pela palhada da cultura foi de 93,7, 92,7 e 91,8%, e aos 240 dias após o manejo, a porcentagem de cobertura era de apenas 17,3%.

Na Figura 3 está apresentado o comportamento da cultura da braquiária (*B. brizantha*) ao longo das avaliações de taxa de recobrimento do solo, de acordo com os períodos de amostragem, para as duas épocas de semeadura. Para a primeira época de semeadura, devido à grande quantidade de palha proporcionada pela cultura da braquiária, o solo apresentou uma taxa de recobrimento de 100% em todo o período de avaliação, ou seja, desde aos 26 dias após o manejo (DAM), que seria a primeira amostragem, até os 94 DAM, sendo a última amostragem realizada (Figura 3). Contradizendo os resultados deste estudo, Kliemann, Braz e Silveira (2006), em experimento conduzido num Latossolo Vermelho Distroférico no cerrado goiano e clima semelhante ao de Ilha Solteira, trabalharam com culturas de cobertura semeadas em dezembro de 2001 e manejadas em abril de 2002, e verificaram que a palhada de braquiária (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) foi que apresentou uma taxa de decomposição mais rápida, superando as culturas do sorgo (BR 304) e milho (BN2). Rezende et al. (1999), trabalhando com *Brachiaria humidicola*, observaram reduções de fitomassa próximas de 60% no período de 112 dias, na estação chuvosa, e de 50% no período de 140 dias, na estação seca.

A segunda época de semeadura da cultura da braquiária não apresentou um bom desenvolvimento vegetativo, devido ao crescimento inicial lento da cultura, a mesma não apresentou boas produtividades de palha, além de uma decomposição mais rápida desta palha produzida. Foi obtida a seguinte equação para a cultura nessa época:  $y = -0,2883x + 70,575$  ( $R^2 = 0,995$ ;  $p < 0,01$ ) (Figura 3). Na avaliação inicial, a cultura apresentava uma porcentagem

de recobrimento da superfície do solo de 70% e na avaliação final, de 50%. A cultura da braquiária para a segunda época de semeadura, apresentou um comportamento semelhante a cultura do sorgo, também de segunda época de semeadura, no que diz respeito as perdas de biomassa por decomposição no período de avaliação.

A área em pousio correspondente a primeira época de semeadura das culturas de cobertura apresentou um grande quantidade de plantas daninhas, caracterizadas pela presença, em grande parte, de folhas largas, como o apaga-fogo. Devido à grande infestação, houve o total recobrimento da superfície do solo, desde a época do manejo químico até a avaliação final, aos 94 DAM (Tabela 8 e Figura 3).

Na segunda época de semeadura das culturas de cobertura, antes de semeá-las, houve a utilização de herbicida na área para o controle de plantas daninhas, para assim prosseguir com a semeadura das culturas de cobertura. Em função disso, não houve, praticamente, a presença de plantas daninhas na área, mesmo com a presença da irrigação inicial para a emergência das plantas de cobertura. Portanto, a área apresentou-se descoberta no período todo, desde a semeadura das culturas de cobertura até a última avaliação da porcentagem de recobrimento das mesmas (Tabela 8 e Figura 3).

Torres e Pereira (2008) e Torres, Pereira e Fabian (2008), avaliando culturas de cobertura no recobrimento da superfície do solo, observaram no primeiro ano de estudo que as culturas se apresentaram da seguinte forma aos 210 dias após o manejo: Milheto > Crotalária > Sorgo > Braquiária. Já no segundo ano de experimento, a cultura da crotalária apresentou uma porcentagem de recobrimento maior que a cultura do milho aos 210 dias, ficando as culturas dispostas da seguinte forma: crotalária > milho > sorgo > braquiária. Comparando o período de 42 dias após o manejo das culturas, Torres e Pereira (2008) verificaram que a cultura do milho apresentava uma porcentagem de recobrimento da área de 64,2% no primeiro ano, e 63,6% no segundo ano de estudo. Essas porcentagens se apresentaram diferentes da obtida neste experimento, que foi de 85% e 72%, respectivamente para cada época de semeadura. Essa diferença pode ter ocorrido devido ao excessivo período de desenvolvimento da cultura do milho, já que as condições climáticas e o tipo de solo são semelhantes em ambos os experimentos.

No que diz respeito à primeira época de semeadura desse experimento, a diferença pode ser explicada em relação a primeira semeadura do experimento de Torres e Pereira (2008), pela época de março e começo de abril ser o único período do experimento em que houve uma maior pluviosidade, favorecendo à um bom estabelecimento da cultura e não

favorecendo a sua decomposição nos meses posteriores. Diferente de Torres e Pereira (2008), que a cultura do milho foi semeada em agosto de 2000, o qual foi um período de alta pluviosidade e temperaturas mais altas, o que pode ter favorecido a uma maior decomposição da palhada da cultura do milho.

Para a segunda época de semeadura do experimento de Torres e Pereira (2008), a cultura foi semeada no mês de abril, tendo pouca umidade para o seu desenvolvimento, portanto, pode ter produzido pouca quantidade de palha para o recobrimento do solo.

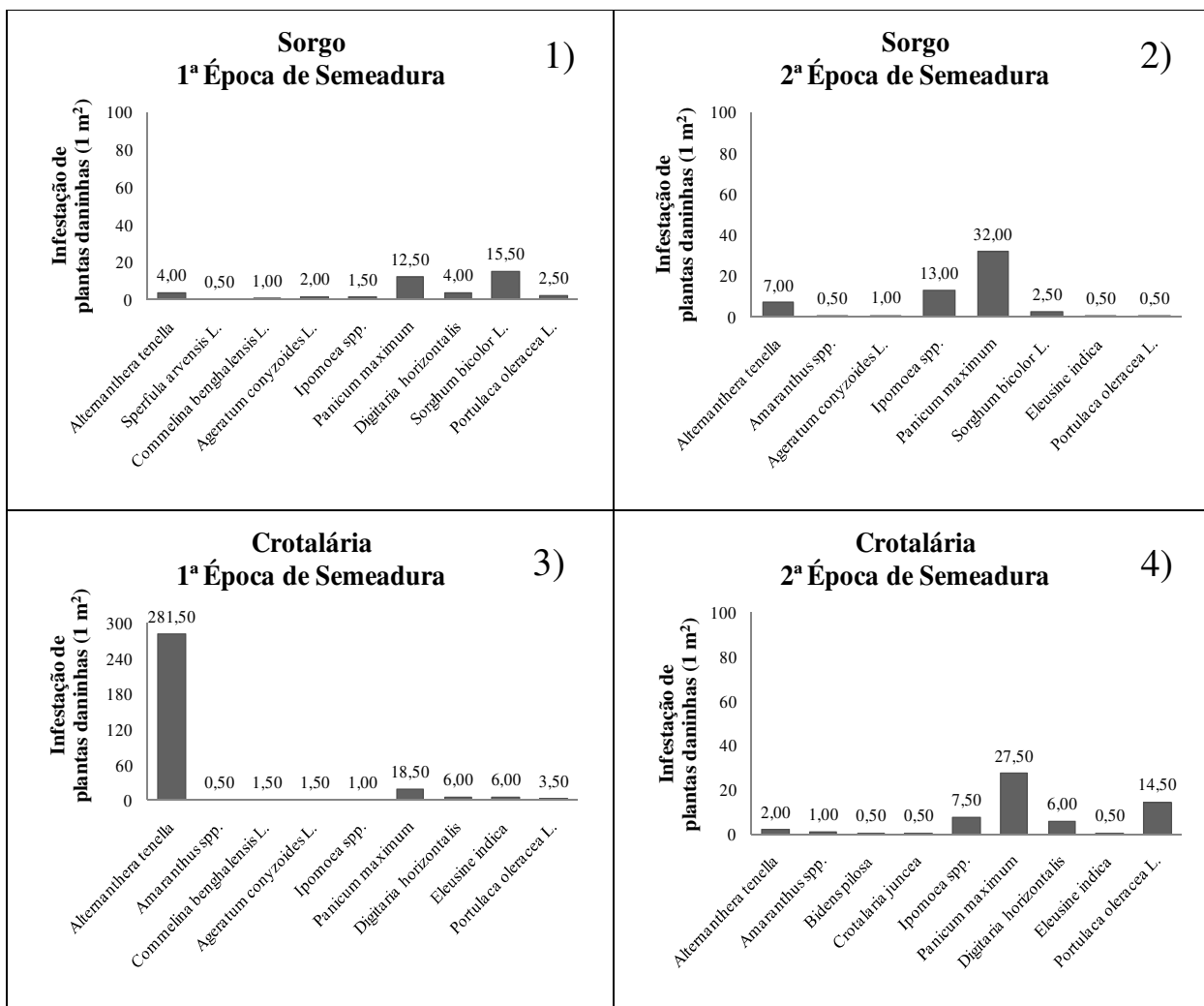
#### **4.1.5 Infestação de Plantas Daninhas**

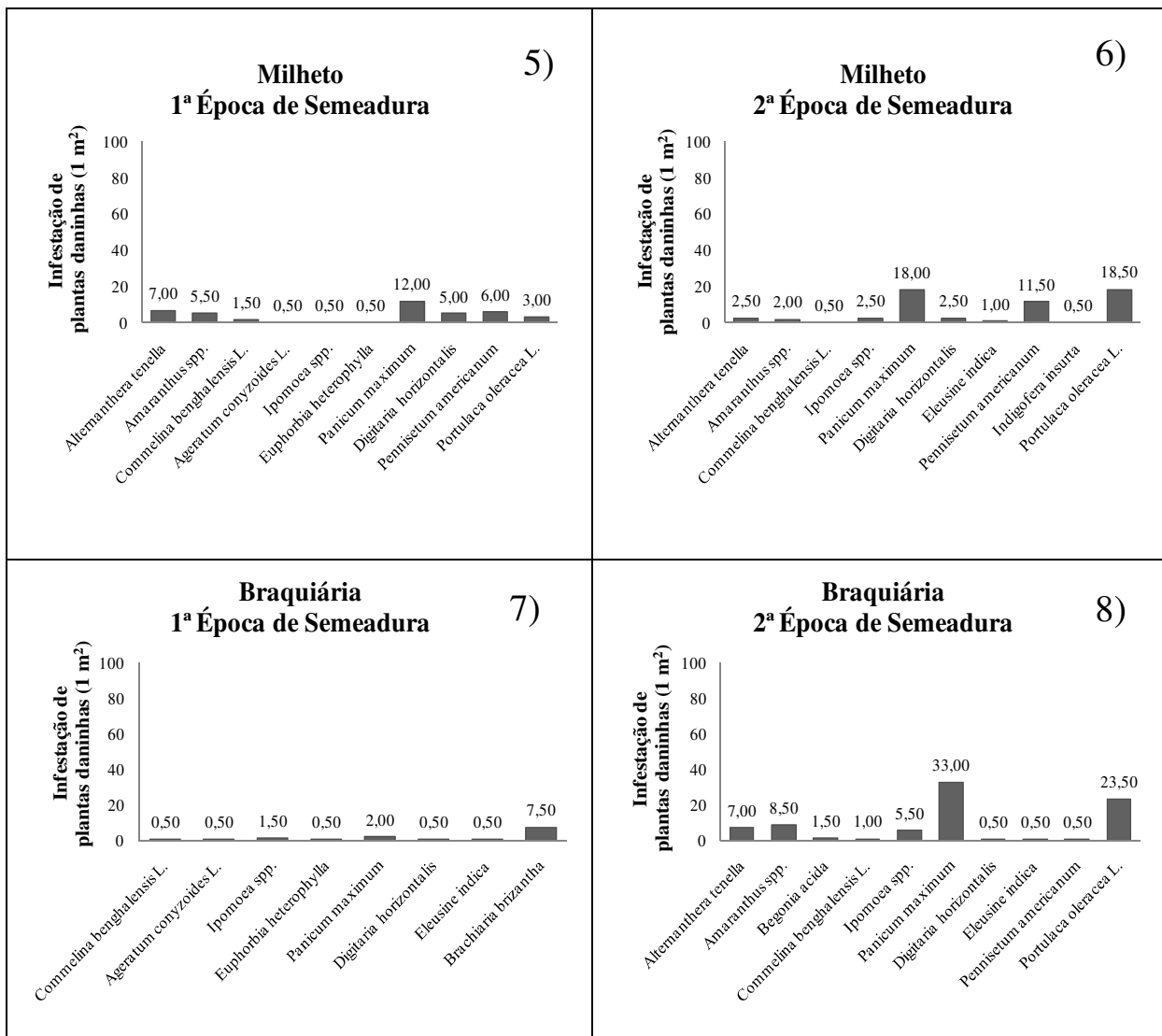
Na Figura 4, encontram-se os resultados da densidade média de espécies de plantas daninhas nas parcelas da área experimental em avaliação realizada 104 dias após o manejo das plantas de cobertura.

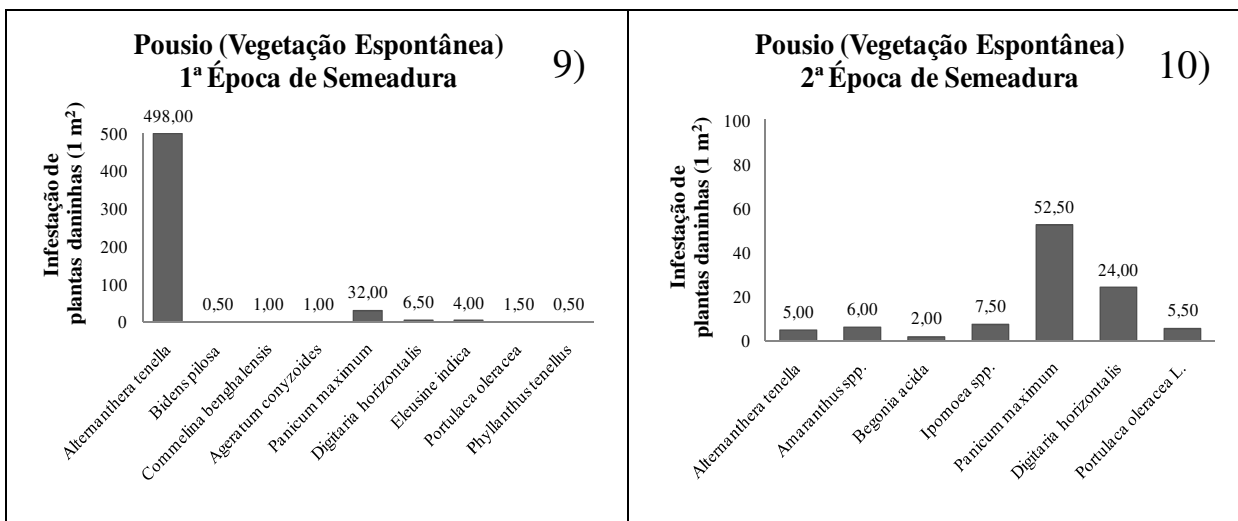
A primeira época de semeadura das culturas de cobertura proporcionou melhores condições para o desenvolvimento destas, em função das melhores condições de clima do período. Com isso, houve um melhor fechamento das entrelinhas, impedindo a entrada de luz e aumentando a competição por água e nutrientes com as plantas daninhas da área. Para a primeira época de semeadura da cultura do sorgo, houve o aparecimento de algumas plantas daninhas na área onde havia sido cultivada essa cultura, sendo na sua maioria gramíneas, como o capim-colonião e capim-colchão (Figura 4). Entretanto, a planta daninha que mais reinfestou a área foi a própria cultura do sorgo. Através da germinação de sementes que caíram ao chão e o rebrote das plantas após o manejo químico e mecânico. Para o sorgo cultivado na segunda época, a cultura não apresentou um bom crescimento, não fechando as entrelinhas, o que limitou a competição desta com as plantas daninhas da área. Nesse caso, houve uma maior reinfestação de capim-colonião e, agora, o aparecimento de plantas daninhas de folhas largas, representada, neste caso, pela corda-de-viola (Figura 4 e 5). Mateus, Crusciol e Negrisoli (2004) avaliando quantidades de palha de sorgo guiné gigante sobre a população de plantas daninhas em área de sistema plantio direto, observou que o aporte de 5 t ha<sup>-1</sup> de palhada proporcionou um controle de 66, 54 e 56% nas gramíneas, folhas largas e no total de plantas, respectivamente. Já o aporte de 15 t ha<sup>-1</sup> de palhada controlou em 95, 90 e 90% a incidência de gramíneas, folhas largas e total de plantas daninhas, respectivamente, quando comparados à ausência de palhada. Erasmo et al. (2004) verificou efeito supressivo realizado pela cultura do sorgo em capim-colchão e caruru, obtendo resultados semelhantes ao deste estudo.

Para as áreas cultivadas com a cultura da crotalária, na primeira época de semeadura, houve uma reinfestação muito grande de planta daninhas de folhas largas, com predominância de apaga-fogo (87,98%) (Figura 5). A cultura da crotalária não apresenta um dossel vegetativo denso, ou seja, mesmo apresentando um bom desenvolvimento, a cultura permite a entrada de luz na região do baixeiro, propiciando condições ao desenvolvimento de plantas daninhas. O que se observa nas áreas onde foram semeadas as plantas de cobertura, é que nas parcelas onde foram semeadas as gramíneas (sorgo, milho e braquiária), houve o aparecimento de plantas daninhas de folhas estreitas na palhada destas culturas, predominantemente, e nas áreas onde foi semeada a cultura da crotalária, a reinfestação pelas plantas daninhas de folhas largas foi maior. Essa condição foi verificada, principalmente, na primeira época de semeadura. Para a segunda época de semeadura, verifica-se que as gramíneas foram predominantes independentemente da cultura de cobertura semeada, evidenciado que as plantas daninhas de folhas estreitas se mostram mais tolerantes quando as condições climáticas são limitantes. Evidencia-se esse fato, na segunda época de semeadura da crotalária. A cultura não cresceu satisfatoriamente, apresentando baixa estatura. Da mesma forma, a infestação de apaga-fogo (folha larga), que na primeira época era predominante, para a segunda época de semeadura, perde lugar para uma planta daninha de folha estreita, o capim-colonião (Figura 4 e 5). Sem dúvida houve o aparecimento de plantas daninhas de folhas largas, como a corda-de-viola e beldroega, porém, em menores quantidades (Figura 4 e 5).

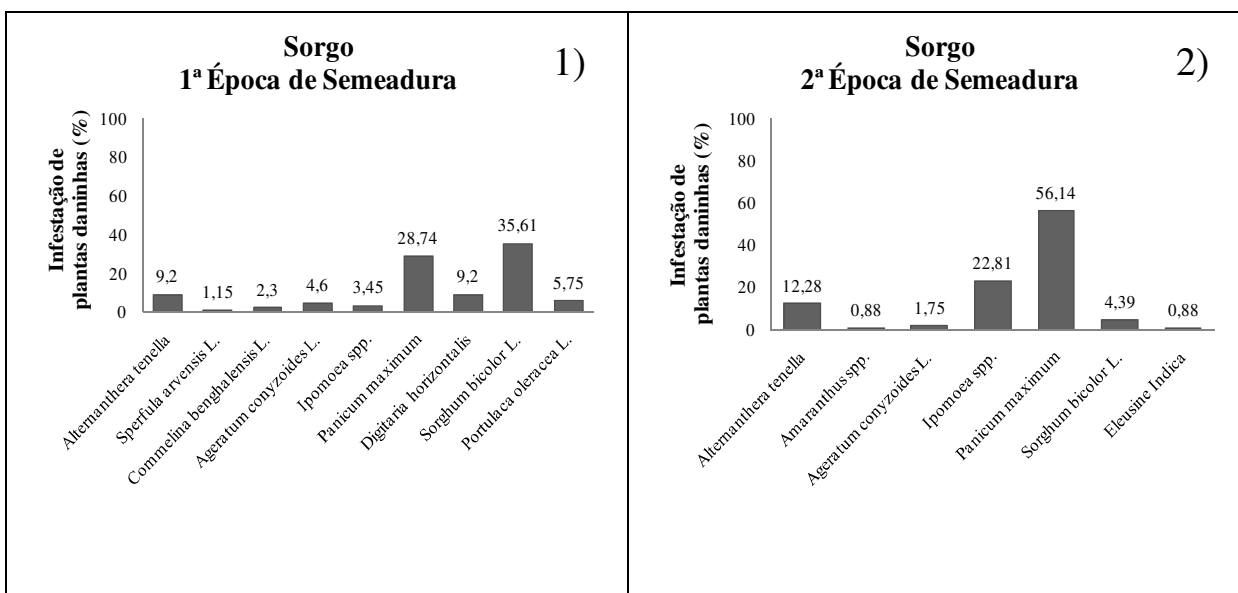
Na reinfestação das áreas em que foi cultivado o milho, novamente se observou um maior aparecimento de plantas daninhas de folhas estreitas. Na área com a cultura do milho, como a cultura apresentou uma parte aérea que cobriu bem o solo, a infestação de plantas daninhas foi menor do que a apresentada pelas culturas do sorgo e crotalária, para a primeira época de semeadura (Figura 4 e 5).

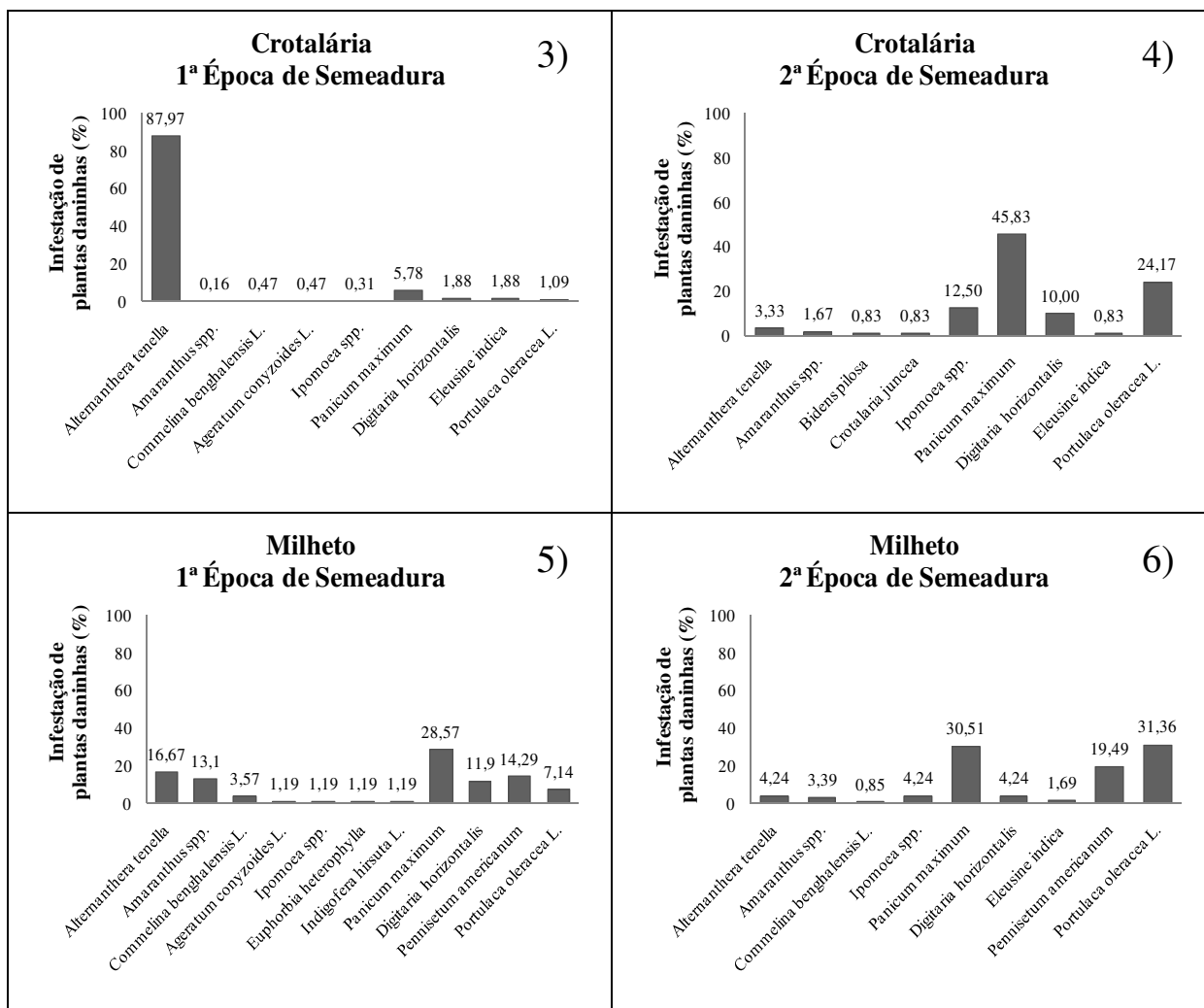




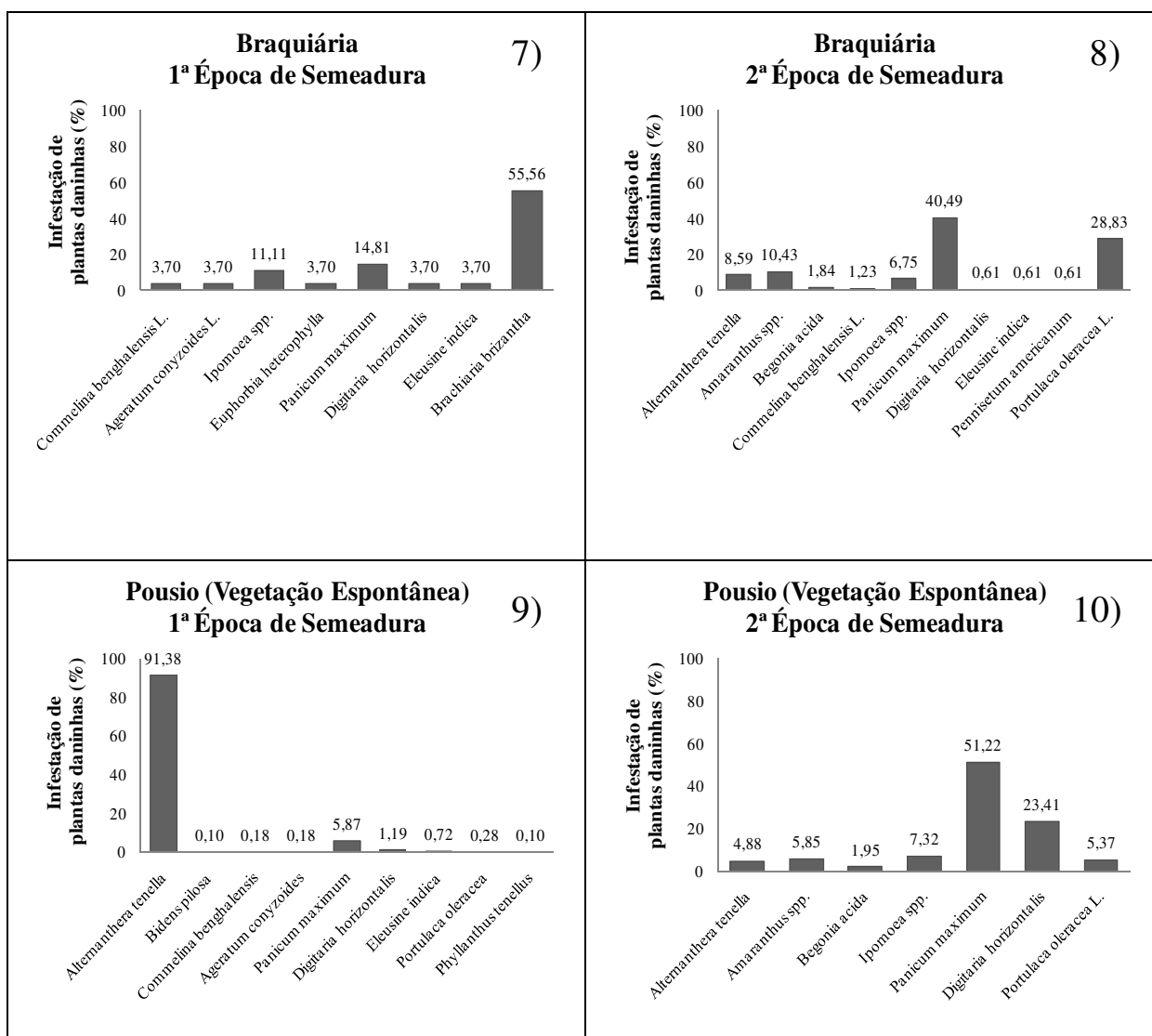


**Figura 4.** Densidade de espécies de plantas daninhas nas plantas de cobertura de acordo com a época de semeadura ( 1) sorgo – primeira época e 2) sorgo – segunda época; 3) crotalária – primeira época e 4) crotalária – segunda época; 5) milho – primeira época e 6) milho – segunda época; 7) braquiária – primeira época e 8) braquiária – segunda época; 9) pousio – primeira época e 10) pousio – segunda época). Selvíria, 2008.









**Figura 5.** Porcentagem de infestação das espécies de plantas daninhas nas plantas de cobertura de acordo com a época de semeadura ( 1) sorgo – primeira época e 2) sorgo – segunda época; 3) crotalária – primeira época e 4) crotalária – segunda época; 5) milho – primeira época e 6) milho – segunda época; 7) braquiária – primeira época e 8) braquiária – segunda época; 9) pousio – primeira época e 10) pousio – segunda época). Selvíria-MS, 2008.

Em experimento realizado por Timossi, Durigan e Leite (2007), observaram que, devido ao rápido crescimento da cultura do milho, e maior número de plantas emergidas, ocorreu ação supressora, impedindo a emergência, em grandes quantidades, de plantas da comunidade infestante. Porém, aos 250 dias após a semeadura, houve um aparecimento de uma grande quantidade de plantas daninhas, haja vista a menor quantidade de palha da cultura

do milheto remanescente na área. Para *Brachiaria decumbens* e *B. brizantha*, os mesmos autores evidenciaram um crescimento mais lento e o aparecimento de plantas daninhas na fase inicial de instalação dessas culturas. No entanto, à medida que as braquiárias foram se desenvolvendo, houve uma supressão das plantas daninhas da área, apresentando uma porcentagem de cobertura de 80% aos 110 dias após a semeadura e 100% aos 250 dias após a semeadura. Houve supressão do desenvolvimento de plantas daninhas, como a losna-branca (*Parthenium hysterophorus*), capim-carrapicho (*Cenchrus echinatus*), apaga-fogo (*Alternanthera tenella*) e outras em menor quantidade como trapoeraba (*Commelina benghalensis*), anileira (*Indigofera hirsuta*) e caruru (*Amaranthus hybridus* e *A. retroflexus*). Comparando-se aos dados de Timossi, Durigan e Leite (2007), verifica-se semelhanças nas plantas daninhas presentes na área experimental deste estudo, no qual houve uma supressão de apaga-fogo, trapoeraba, corda-de-viola e caruru na primeira época, porém a pouca quantidade de palha produzida na segunda época não foi suficiente para conter a reinfestação de capim-colômbio e beldroega.

Neste sentido, verifica-se semelhança entre os resultados obtidos por Timossi, Durigan e Leite (2007) e nesse experimento, na primeira época de semeadura, pois a cultura da braquiária teve mais tempo para se desenvolver, quando comparado a segunda época, portanto, produziu mais palha e proporcionou um maior efeito supressivo sobre as plantas daninhas. Na segunda época, como o tempo entre a semeadura e o manejo químico foi menor, e as condições climáticas desfavoráveis, a cultura do milheto foi melhor, nas avaliações de produtividade de matéria seca (Tabela 2) e supressão de plantas daninhas (Figura 4 e 5). Os resultados evidenciaram uma melhor supressão de plantas daninhas exercida pela cultura do milheto em comparação a cultura da crotalária, como o observado por Silva, Hirata e Monquero (2009), em área igualmente infestada por apaga-fogo.

A cultura da braquiária foi a que proporcionou uma maior quantidade de massa verde e seca, na primeira época de semeadura (Tabela 2). Isso fez com que houvesse uma maior competição com as plantas daninhas, fazendo com que as mesmas não se desenvolvessem na área. Uma possível explicação para o efeito inibitório da palha sobre plantas daninhas seria a diminuição da quantidade e modificação da qualidade da luz que atinge as sementes depositadas na superfície do solo (THEISEN; VIDAL; FLECK, 2000). Na segunda época, a cultura da braquiária (*B. brizantha*) por apresentar um desenvolvimento inicial lento (evidenciado por TIMOSSI; DURIGAN; LEITE, 2007), somadas as baixas precipitações do período, proporcionou um baixo crescimento, não recobrando o solo de maneira homogênea,

permitindo o desenvolvimento de plantas daninhas. Nessas áreas com a cultura da braquiária, houve uma maior infestação de capim-colonião (40,49 %, folha estreita), seguida de beldroega (28,83%, folha larga) (Figura 5). Correia, Durigan e Klink (2006), observaram que a emergência das plantas daninhas foi quando utilizou-se as coberturas de sorgo e *B. brizantha* e nos maiores níveis de palha produzida, resultados semelhantes aos obtidos neste experimento.

Nas áreas de pousio, houve uma grande reinfestação de plantas daninhas de folhas largas, com predominância de apaga-fogo, na primeira época de semeadura das culturas de cobertura. Essa reinfestação pode ter isso causada pelo banco de sementes de apaga-fogo que a área apresentava. Na segunda época, a infestação de apaga-fogo diminui, e houve um aumento de plantas daninhas de folhas estreitas, como o capim-colonião e capim-colchão. Essa diferença de plantas infestantes nessa área pode ser explicada pelo efeito da pluviosidade. Plantas C3, como é o caso do apaga-fogo, quando em boas condições de desenvolvimento (boa pluviosidade no período), crescem de maneira mais rápida e agressiva, em comparação as plantas C4. Ao contrário desta condição, quando os fatores climáticos são desfavoráveis, como a baixa precipitação, plantas C3 não apresentam um bom desenvolvimento, pois o reaproveitamento da molécula de água na sua fisiologia é baixo, e as plantas C4, como os capins, apresentam um melhor reaproveitamento da molécula de água, se desenvolvendo melhor em condições adversas de clima (PIMENTEL, 1998).

Na Tabela 9, encontram-se os resultados da análise de variância e médias do total de plantas daninhas, total de plantas daninhas de folha larga e total de plantas daninhas de folha estreita de acordo com as culturas de cobertura e as épocas de semeadura.

Para o total de plantas daninhas houve interação significativa entre os coberturas e as épocas de semeadura. Na Tabela 10, verifica-se que a área em pousio, para a primeira época de semeadura das culturas de cobertura, apresentou a maior quantidade de plantas daninhas, diferenciando significativamente da área correspondente a cultura da crotalária, que, por sua vez, apresentou diferença significativa das áreas com as gramíneas (sorgo, milho e braquiária). A área em pousio apresentou essa grande reinfestação de plantas daninhas pelo fato da área possuir um enorme banco de sementes dessas plantas, e como não há a supressão por outra cultura, competindo por espaço, luz, nutrientes, é natural que essa reinfeste a área. A cultura da crotalária caracteriza-se por não apresentar um dossel vegetativo denso, apresentando uma baixo recobrimento do solo pelas suas folhagens, ou seja, apresentando um baixo poder de competição com as plantas daninhas da área, não havendo boa supressão

destas. Essa situação se mostra diferente para as gramíneas semeadas, que apresentam uma parte aérea bastante enfolhada, fechando melhor a entrelinha e não permitindo o desenvolvimento das plantas daninhas na área.

**Tabela 9.** Valores de F, médias e coeficiente de variação (CV%) para o total de plantas daninhas, total de plantas daninhas de folha larga e total de plantas daninhas de folha estreita de acordo com os tratamentos. Selvíria-MS, 2008.

Tratamentos	Total de Plantas daninhas	Total Folhas Largas	Total Folhas Estreitas
<b>Cobertura Vegetal (CO)</b>			
Sorgo	-	-	8,38 b
Crotalaria	-	-	8,06 b
Milheto	-	-	7,00 b
Braquiária	-	-	5,63 b
Pousio	-	-	14,88 a
DMS	-	-	5,70
<b>Época de Cultivo (EC)</b>			
Época 1	-	-	6,93 b
Época 2	-	-	10,65 a
DMS	-	-	2,57
CO	27,46**	22,78**	6,16**
F EC	33,07**	42,94**	8,39**
CO x EC	22,16**	24,08**	1,40ns
CV (%)	70,95	95,23	65,45

Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

ns = não significativo

Na segunda época de cobertura, não houve diferença entre as coberturas utilizadas. Porém, quando se compara a cultura da crotalaria nas épocas de semeadura, houve diferença significativa, tendo as áreas cultivadas com a cultura na primeira época, apresentado as maiores infestações de plantas daninhas. Da mesma forma para as áreas de pousio, em que as áreas referentes a primeira época de semeadura das culturas de cobertura, apresentaram maior infestação de plantas daninhas, quando comparadas as áreas de segunda época de semeadura.

Na Tabela 10, são apresentados os valores correspondentes ao desdobramento da interação das culturas de cobertura com as épocas de semeadura referentes a reinfestação de plantas daninhas de folhas largas. Os resultados são semelhantes aos obtidos no

desdobramento para a quantidade total de plantas daninhas totais, pois houve uma predominância de folhas largas no total de plantas daninhas observados neste estudo.

De acordo com a Tabela 9, verifica-se que as áreas mantidas em pousio proporcionaram um maior aparecimento de folhas estreitas, diferindo-se estatisticamente das áreas onde houve o cultivo das culturas de cobertura. Houve ainda diferença significativa na infestação de plantas daninhas de folha estreita para as épocas de semeadura. Observa-se que as quantidades de plantas daninhas da primeira época foi inferior a segunda época de semeadura. O manejo adequado das áreas agrícolas em que seu uso é intenso se faz necessário para não haver a interferência de plantas daninhas, principalmente no que diz respeito a quantidade de palha depositada na superfície no sistema plantio direto. Quando esse manejo não é feito de maneira adequada, ou seja, quando há pouca palha ou quando não há, as plantas daninhas ficam livres para o seu desenvolvimento e crescimento. Nas áreas em pousio, não havia competição com culturas, portanto, houve a emergência das plantas daninhas que se encontravam na área, tanto folhas estreitas, que é o caso, quanto folhas largas, já que o banco de sementes de plantas daninhas é grande.

**Tabela 10.** Desdobramento da interação cobertura vegetal x época de semeadura para o total de plantas daninhas e plantas daninhas de folhas largas de acordo com as culturas de cobertura e as épocas de semeadura. Selvíria-MS, 2008.

Cobertura Vegetal	Total		DMS	Folhas Largas		DMS
	1ª Época	2ª Época		1ª Época	2ª Época	
Sorgo	10,88 c	14,25		2,88 c	5,50	
Crotalária	80,00 bA	15,00 B		72,38 bA	6,50 B	
Milheto	10,50 c	14,75	23,43	4,75 c	6,50	32,44
Braquiária	3,38 c	20,38		0,75 c	11,75	
Pousio	136,25 aA	25,63 B		125,63 aA	6,50 B	
DMS	32,90			23,09		

Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 4.2 Cultura da Soja

### 4.2.1 Teores foliares de macronutrientes

Na Tabela 11, encontram-se os resultados da análise de variância e médias dos teores foliares de macronutrientes em soja, de acordo com os tratamentos.

As culturas de cobertura influenciaram significativamente os teores de N, Mg e S. Para épocas de semeadura houve efeito apenas para Mg e S, enquanto que a interação foi somente significativa para os teores de Ca e S.

**Tabela 11.** Valores de F, médias e coeficiente de variação (CV%) dos teores (g kg<sup>-1</sup>) de macronutrientes em folhas de soja, em função dos tratamentos. Selvíria-MS, 2008/09.

Tratamentos	g kg <sup>-1</sup>					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Cobertura Vegetal (CO)						
Sorgo	38,47 a	4,81	20,31	-	4,46 ab	-
Crotária	38,02 ab	4,48	19,95	-	4,48 ab	-
Milheto	35,60 b	4,69	18,44	-	4,99 a	-
Braquiária	38,87 a	4,71	18,40	-	4,36 b	-
Pousio	37,41 ab	4,96	21,21	-	4,45 ab	-
DMS	2,83	0,45	3,20	-	0,63	-
Época de Cultivo (EC)						
Época 1	37,15	4,79	20,18	-	4,76 a	-
Época 2	38,19	4,70	19,14	-	4,33 b	-
DMS	1,27	0,20	1,44	-	0,28	-
CO	3,23*	2,40ns	2,30ns	1,89ns	2,53*	7,92**
F EC	2,65ns	1,47ns	2,07ns	3,04ns	9,32*	78,83**
CO x EC	1,28ns	2,23ns	1,33ns	2,90*	0,59ns	45,66**
CV (%)	7,57	9,64	16,44	9,97	13,95	28,49

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade  
ns = não significativo

Comparando-se com os teores foliares considerados adequados segundo Ambrosano, Tanaka e Mascarenhas (1997), verifica-se que o teor de N foliar ficou abaixo do recomendado para a cultura da soja e o teor de S, na maioria dos tratamentos ficou acima da faixa recomendada. Os teores dos outros elementos apresentam-se na faixa adequada para a cultura da soja, segundo os mesmos autores. De acordo com Malavolta (2006), os resultados foliares para o teor de N, também, ficou abaixo da faixa recomendada, além do K. Os teores de S e Mg ficaram acima da faixa recomendada e os teores foliares de P e Ca se mostraram adequados para a cultura da soja.

Na Tabela 11 observa-se que o teor de N foliar para a cultura da soja foi maior quando semeada sobre sorgo e braquiária, diferindo significativamente da semeadura sobre milheto.

Essa diferença pode ter ocorrido pela diferença na produção de matéria seca das culturas, na ciclagem de nutrientes e na relação C/N. Além dos dias de desenvolvimento de cada cultura.

A cultura da braquiária semeada na primeira época proporcionou uma grande produtividade de matéria seca e acúmulo de nutrientes na sua parte aérea, dentre eles o N. No momento da sua decomposição, esse nutriente foi disponibilizado para a cultura da soja. Nesse caso, devido ao maior número de dias entre a emergência e o manejo químico, a cultura, provavelmente, apresentaria uma relação C/N mais alta, dificultando a liberação de N para a cultura seguinte, porém, como o acúmulo foi muito grande, essa interferência não prejudicou a liberação deste elemento. Para a segunda época, a cultura da braquiária apresentou um porte baixo, pouco acúmulo de N na parte aérea e, pelo fato de uma menor quantidade de dias de desenvolvimento, uma relação C/N menor, ao se comparar com a braquiária semeada em primeira época. Com isso, a liberação de N para a cultura da soja, provavelmente foi mais rápida. Associado a esse fato, a não absorção de nutrientes do solo, portanto, estes estavam em maior quantidade no solo. Isso pode ter ocorrido da mesma forma para a cultura do sorgo. No entanto para a cultura do milho, como apresenta um desenvolvimento mais rápido, adquirindo uma relação C/N mais rápida, e menor produção de massa seca da parte aérea juntamente com um menor acúmulo de N em relação à braquiária, a liberação deste para o meio é mais lenta e em menor quantidade, refletindo nos teores foliares apresentados pela cultura da soja, quando semeada na palha da cultura do milho.

Além desses fatores, o incremento de N nas plantas de soja proporcionada pela palhada da braquiária, pode ser da influência desta na fixação biológica de N. Esse fato de que a cultura antecessora pode influenciar diretamente na proporção de N derivado da fixação biológica foi apresentado por Van Kessel e Hartley (2000). Esses autores afirmaram que resíduos de alta relação C/N tendem a imobilizar o N disponível do solo e, com isso, o sistema fixador de  $N_2$  se estabelece mais rapidamente, garantindo maiores contribuições da FBN para a cultura. Além da rotação de culturas usada, a forma de semeadura também pode exercer um efeito muito significativo sobre a disponibilidade de N do solo.

Zuim (2007) verificou em seu estudo que os teores N foram menores na presença de adubação orgânica e mineral, se encontrando abaixo da faixa recomendada. Silva (2008) não verificou diferença no teor de N foliar quando semeado sobre a cultura do milho e do sorgo. Os resultados deste experimento, no qual o aumento da quantidade de palha proporcionado pela cultura da braquiária pode ter sido o responsável por proporcionar o maior teor foliar de N, na cultura da soja. Mateus (2003), que avaliou a influência de quantidades de palha de

sorgo de Guiné na cultura da soja, em um Nitossolo Vermelho, na região de Botucatu-SP, verificou que com o incremento da palhada, os teores foliares de N aumentaram.

**Tabela 12.** Desdobramento da interação cobertura vegetal x época de semeadura significativa para teor de Ca e S na massa seca ( $\text{g kg}^{-1}$ ) para a cultura da soja. Selvíria-MS, 2008/09.

Cobertura Vegetal	Ca			S		
	1ª Época	2ª Época	DMS	1ª Época	2ª Época	DMS
Sorgo	9,32 bB	10,71 A		2,89 bB	15,67 aA	
Crotalária	9,64 bB	10,72 A		3,19 bB	16,72 aA	
Milheto	11,21 a	10,35	1,45	17,71 aA	6,51 bB	4,51
Braquiária	10,67 ab	10,90		13,49 a	16,28 a	
Pousio	10,17 ab	10,35		3,22 bB	17,27 aA	
DMS	1,04			3,21		

Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para os teores de Ca (Tabela 12), verifica-se interação entre as culturas de cobertura e as épocas de semeadura. Semeando a soja sobre as culturas de cobertura da primeira época, observou-se que a soja sobre a palhada de milho apresentou os maiores teores foliares de Ca, diferindo-se, significativamente, das culturas da crotalária e do sorgo. Dentro da cultura do sorgo, a soja apresentou maiores teores de Ca quando semeada nas áreas de segunda época, semelhante ao ocorrido na semeadura da soja sobre palhada de crotalária. Zuim (2007) constatou os maiores teores de Ca foliar em soja quando semeada sob palhada de sorgo, milho, braquiária e mamona e quando houve aplicação de adubo orgânico, sendo diferente deste experimento, pois os teores foliares apresentados pela soja quando semeada sobre as áreas de milho, se diferenciaram significativamente das áreas de sorgo, tendo a última, apresentado teores mais baixos.

Conforme observado na Tabela 11, ocorreu diferença significativa no teor foliar de magnésio na cultura da soja, apresentado o maior valor quando a soja foi cultivada após a cultura do milho e menores quando cultivada após a cultura da braquiária. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Mateus (2003), onde a maior quantidade de palha, proporcionou menores teores foliares de Mg nas folhas de soja. Estes dados se diferenciam aos obtidos por Zuim (2007) que observou os maiores teores foliares de Mg quando a soja foi cultivada, além da cultura do sorgo, sobre a cultura da braquiária.



De acordo com os valores apresentados na Tabela 12, observa-se que as culturas do milho e da braquiária, dentro da primeira época, foram as que proporcionaram diferença significativa no teor de S na cultura da soja, comparando com as culturas do sorgo, crotalária e pousio. Quando se refere a segunda época de semeadura, apenas a cultura do milho apresentou teores de S significativamente inferiores aos demais. Zuim (2007), da mesma forma, verificou maiores teores de S foliar na cultura da soja proporcionados pela cultura da braquiária, além da cultura do milho. E Silva (2008), contradizendo os dados deste experimento, verificou que as áreas que proporcionaram maiores teores de S na cultura da soja, foram às pertencentes à cultura do sorgo.

As diferenças ocorridas entre a primeira e a segunda época de semeadura, para os teores de Ca e S, em que as plantas de cobertura proporcionaram a cultura da soja menores teores para a primeira, pode ser explicada na qual as plantas de cobertura semeadas na primeira época apresentaram um maior desenvolvimento de parte aérea, absorvendo uma maior quantidade de nutrientes e uma maior relação C/N. Em função disso, a liberação destes nutrientes para a cultura da soja é mais lenta, apresentando, esta, um menor teor de Ca e S na planta. No entanto, na segunda época de semeadura, as plantas tiveram menos dias de desenvolvimento, apresentando uma relação C/N mais baixa, ao se comparar com a primeira época. Juntando-se ao fato da baixa relação C/N, que favorece a uma maior decomposição, e a menor absorção de nutrientes do solo, as culturas de cobertura semeadas na segunda época proporcionaram a cultura da soja maiores teores de Ca e S.

#### **4.2.2 Teor de Micronutrientes**

Na avaliação dos teores de micronutrientes na cultura da soja, verifica-se na Tabela 13, que o houve efeito significativo para as épocas de semeadura, para os teores de manganês e de zinco. Já para os teores de cobre e ferro não houve diferença significativa para os tratamentos realizados.

**Tabela 13.** Valores de F, médias e coeficiente de variação (CV%) dos teores de micronutrientes em folhas de soja, em função dos tratamentos. Selvíria-MS, 2008/09.

Tratamentos	Cu	Fe	Mn	Zn
	mg kg <sup>-1</sup>			
Cobertura Vegetal (CO)				
Sorgo	9,00	101,13	75,38	40,63
Crotalaria	9,31	110,69	68,38	42,32
Milheto	9,44	115,31	69,81	42,38
Braquiária	9,31	114,31	71,44	44,00
Pousio	9,44	121,88	77,56	43,75
DMS	1,02	44,02	14,84	4,39
Época de Cultivo (EC)				
Época 1	9,53	118,45	68,68 b	41,13 b
Época 2	9,08	106,93	76,35 a	44,10 a
DMS	0,46	19,82	6,68	1,98
CO	0,48ns	0,47ns	1,06ns	1,49ns
F EC	3,82ns	1,35ns	5,25*	9,01**
CO x EC	0,34ns	1,68ns	0,28ns	1,57ns
CV (%)	11,08	39,43	20,66	10,40

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

ns = não significativo

Comparando-se com os teores foliares considerados adequados segundo Ambrosano, Tanaka e Mascarenhas (1997), verifica-se que os teores de Cu, estão abaixo, entretanto, os teores dos outros micronutrientes, se encontram na faixa considerada adequada para a cultura da soja. Para Malavolta (2006), os teores de Cu e Zn se encontram abaixo do recomendado, além dos teores de Fe, quando a cultura da soja foi semeada sobre sorgo, crotalaria e braquiária. Ao contrário destes, os teores de manganês estão em excesso, ou seja, estão apresentando concentrações acima da faixa adequada. A quantidade de Mn disponível varia em função do pH do solo e da presença de alumínio, e de acordo com a análise de solo, realizado antes da semeadura das culturas de cobertura, este se encontrava baixo e havia alumínio no solo, o que favoreceu a disponibilização de manganês para as plantas de soja.

Na avaliação dos teores de Fe foliar da soja proporcionado pelas culturas de cobertura, observa-se que, mesmo não apresentando diferença significativa, a primeira época de

semeadura proporcionou os maiores valores, sendo esta, a época em que as culturas de cobertura produziram uma maior quantidade de biomassa. Este dado difere-se dos resultados de Mateus (2003), que verificou que com o aumento de palha os teores de Fe diminuiriam, porém o experimento do autor foi implantado em Nitossolo Vermelho estruturado e com condições climáticas diferentes ao deste experimento, podendo, isto, ter influenciado nos resultados.

De acordo com os dados obtidos, os maiores teores foliares de manganês, foram apresentados pelas culturas de cobertura quando estas foram semeadas em 23/04/2008, ou seja, na segunda época de semeadura, apresentando  $76,35 \text{ mg kg}^{-1}$ , contra  $68,68 \text{ mg kg}^{-1}$ , referentes a primeira época. Da mesma forma para os teores de zinco foliar na cultura da soja, a segunda época de semeadura favoreceu a um maior teor nas folhas desse elemento, apresentando  $44,10 \text{ mg kg}^{-1}$  de Zn, e para a primeira época de semeadura,  $41,13 \text{ mg kg}^{-1}$  de Zn. Mateus (2003) obteve resultados semelhantes para o teor de Zn, no qual houve uma diminuição deste quando a cultura da soja foi semeada sobre área com grande quantidade de palha.

#### **4.2.3 Características agronômicas e produtividade**

Analisando-se os dados apresentados na Tabela 14, verifica-se que as culturas de cobertura não influenciaram significativamente as variáveis população de plantas, altura média de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta e massa de 100 grãos. No entanto, a época de semeadura das culturas de cobertura influenciou significativamente as variáveis população de plantas, altura média de plantas e massa de 100 grãos da cultura da soja. Houve interação significativa para a produtividade de grãos da cultura e produção de palha pela cultura da soja proporcionada pelas culturas de cobertura e as épocas de semeadura destas.

A população de plantas foi significativa na comparação entre a primeira época de semeadura das culturas de cobertura, realizada no dia 27/03/2008, com relação à segunda época, em que as culturas foram implantadas no dia 23/04/2008, tendo na primeira época de semeadura uma maior quantidade de plantas na área (Tabela 14). Essa diferença pode ter ocorrido devido as melhores condições químicas (maior acúmulo e disponibilização de nutrientes pelas culturas de cobertura), físicas (solo mais arejado) e biológicas (maior atividade microbiana para a decomposição do material orgânico pertencentes as culturas de

cobertura) proporcionada pelas culturas de cobertura, que favoreceram ao melhor estabelecimento das plantas de soja. Essa influência da palha é evidenciada, ainda, em uma maior altura de planta e maior massa de 100 grãos.

**Tabela 14.** Valores de F, médias e coeficiente de variação (CV%) de população de plantas, altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, massa de 100 grãos, produtividade de grãos de soja e produção de palha pela cultura da soja. Selvíria-MS, 2008/09.

Tratamentos	Pop. de plantas <sup>1</sup>	Alt. de planta <sup>2</sup>	Alt. de inser. de 1ª vagem <sup>3</sup>	Nº de vagens	Massa de 100 grãos	Prod. de grãos <sup>4</sup>	Prod. de palha <sup>5</sup>
	Plantas ha <sup>-1</sup>	cm	cm		g	kg ha <sup>-1</sup>	kg ha <sup>-1</sup>
Cobertura Vegetal (CO)							
Sorgo	297.219	107,54	17,13	59,55	13,47	-	-
Crotatária	287.497	105,51	14,31	73,98	13,35	-	-
Milheto	299.997	108,27	15,81	68,65	13,56	-	-
Braquiária	305.552	108,75	15,31	66,75	13,49	-	-
Pousio	272.219	101,61	14,50	72,51	13,36	-	-
DMS	37.947	7,33	3,70	20,77	0,51	-	-
Época de Cultivo (EC)							
Época 1	302.774 a	108,26 a	15,38	64,74	13,70 a	-	-
Época 2	282.219 b	104,41 b	15,45	71,84	13,19 b	-	-
DMS	6.056	3,30	1,67	9,35	0,23	-	-
CO	1,87ns	2,49ns	1,48ns	1,17ns	0,50ns	0,92ns	1,56ns
F EC	5,76*	5,41*	0,01ns	2,30ns	19,48**	1,03ns	6,12ns
CO x EC	0,71ns	0,00ns	0,53ns	1,64ns	1,44ns	3,44*	3,38*
CV (%)	13,10	6,96	15,41	30,70	13,44	9,90	9,95

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

<sup>1</sup>População de plantas; <sup>2</sup>Altura de planta; <sup>3</sup>Altura de inserção da primeira vagem; <sup>4</sup>Produtividade de grãos;

<sup>5</sup>Produtividade de palha.

ns = não significativo

De modo geral, a população de plantas ficou na faixa de 272.000 a 305.000 plantas por hectare. Segundo EMBRAPA (2006), a população de plantas desejável para a cultura da soja é de 320.000 plantas por hectare, podendo variar de acordo com o cultivar. Salienta-se que em áreas férteis e/ou úmidas, a população de plantas pode ficar em torno de 240.000 e 260.000 plantas por hectare. Zuim (2007), trabalhando com a mesma cultivar em Guararapes-SP,

semeando sobre palhadas de culturas de cobertura, como milho, sorgo, milheto, braquiária e mamona, obteve efeito significativo para as culturas de cobertura, tendo a cultura da soja apresentado as maiores populações quando semeada sobre a cultura da braquiária, ausente de adubação orgânica e mineral. Os dados obtidos neste experimento corroboram os dados de Lemos et al. (2003) que observaram maiores populações de soja nas áreas onde houve maior produção de palha, que no experimento deste, foi proporcionada pela cultura do milheto.

A altura média de plantas, assim como a população de plantas somente foi influenciada pelas épocas de semeaduras das culturas de cobertura. A cultura da soja quando semeada sobre as culturas de cobertura da primeira época de semeadura, apresentou a maior altura de plantas (108,26 cm), diferenciando-se significativamente da segunda época de implantação das culturas de cobertura (104,41 cm) (Tabela 14). A população de plantas influencia diretamente na altura de plantas de soja. Isso ocorre pela competição entre as plantas por luz, crescendo mais do que em áreas com população de plantas menor. No estudo de Zuim (2007), o autor obteve as maiores alturas de planta, quando a cultura da soja foi semeado sobre as palhada de milheto, braquiária e mamona, e a menor altura, quando a cultura foi semeada sobre milho. Silva (2008) trabalhando com a cultivar Conquista, em Selvíria-MS, constatou maior altura de planta de soja, quando a mesma foi semeada sobre a cultura do milheto, no qual foi semeada em campo no dia 06/06 e a soja, em plantio direto, semeada no dia 25/11.

Para a altura de inserção da primeira vagem não houve efeito significativo de acordo com os tratamentos, porém, a altura mínima de inserção de primeira vagem foi atingida pela cultura da soja semeada independente da cultura de cobertura utilizada e da época de cultivo das culturas de cobertura, que deve ser de no mínimo 13 cm de altura, para que se reduza as perdas durante a colheita mecânica dos grãos (QUEIROZ et al., 1981, citado por LIMA et al., 2009, MEDINA, 1994 ).

Para a massa de 100 grãos também houve efeito significativo para época de semeadura. A cultura da soja apresentou os maiores valores, quando a semeadura foi realizada sobre a palhada das culturas de cobertura implantadas no dia 27/03 (1ª Época), com uma massa de 13,70 g (Tabela 14). Há uma possível relação entre a população de plantas, o número de vagens e a massa de 100 grãos. Comparando-se as épocas de semeadura, verificase que para a primeira época houve uma maior população de plantas. Isso fez com que houvesse um menor número de vagens por planta, pois com um maior número de plantas em um mesmo espaço, o processo de ramificação da planta de soja foi prejudicado. Com menos

ramos, conseqüentemente, menos vagens por planta, o enchimento dos grãos presentes nas vagens produzidas foi mais eficiente, produzindo grãos com uma massa maior. De acordo com Zuim (2007), na presença de adubação orgânica, a cultura da soja semeada sobre a cultura do milheto, apresentou a maior massa de grãos, comparando-se com a massa de grãos produzida sobre as culturas do milho, sorgo e mamona. Silva (2008) obteve resultados semelhantes ao de Zuim (2007), mostrando uma maior massa de 1000 grãos para a cultura da soja, quando a mesma foi semeada sobre milheto, em comparação a cultura do sorgo, com valores de 201, e 196,1 g.

No número de vagens por planta não apresentou efeito significativo. Porém, verifica-se uma tendência no qual a cultura da crotalária e a área em pousio proporcionaram a cultura da soja um maior número destas, que foi de 73,98 e 72,51, respectivamente. Observa-se, também, que houve tendência para as épocas de semeadura das culturas de cobertura. A primeira época proporcionou a cultura da soja um menor número de vagens (64,74) em relação à segunda época (71,84). Esse efeito pode ter ocorrido devido a maior população de plantas ocorrida na primeira época. Com um maior número de plantas por área, as plantas presente tendem a ramificar-se menos, emitindo menos vagens por plantas.

Na Tabela 15, se encontram os resultados para a produtividade de grãos da cultura da soja. As maiores produtividades foram obtidas quando a soja foi semeada sobre a cultura do milheto, sendo este semeado na primeira época ( $3.945 \text{ kg ha}^{-1}$ ), diferindo da segunda época ( $3.503 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Este resultado é semelhante ao obtido por Silva (2008), no qual obteve maiores produtividades na semeadura de soja sobre a cultura do milheto em relação ao sorgo, obtendo  $3.924$  e  $3.787 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente. Da mesma forma, a cultura da soja apresentou melhores produtividades quando semeada sobre o sorgo cultivado na primeira época ( $3.849 \text{ kg ha}^{-1}$ ), que foi significativamente maior do que quando a cultura foi semeada sobre o sorgo semeado no fim do mês de abril ( $3.383 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Contudo, mesmo as outras culturas de cobertura não apresentando diferença significativa entre as épocas, proporcionaram produtividades acima da média nacional para a safra 2008/09, que foi  $2.629 \text{ kg ha}^{-1}$  (CONAB, 2009). Lemos et al. (2003), estudando a cultura do milheto em três época de semeadura (5/3, 25/3 e 19/4), com diferentes manejos de ceifa, sob condições de sequeiro, em um Nitossolo Vermelho Distroférrico na região de Botucatu-SP, e sua influência sobre a cultura da soja, verificaram que as maiores produtividades de grãos da soja foram obtidas quando se cultivou em sucessão a primeira e terceira épocas de semeadura de milheto. Foi observado ainda, que a primeira época de semeadura do milheto, proporcionou a cultura da

soja a maior da massa de 100 grãos, de 17,6 g, diferindo-se significativamente da segunda época, que apresentou 16,7 g de massa para os 100 grãos.

Diante dos dados obtidos, observa-se que existe uma correlação entre as características morfológicas avaliadas, juntamente com a produtividade de grãos e palha da cultura da soja. Na Tabela 14, em altura média de planta, observa-se que a soja semeada sobre a palhada de milho e sorgo, apresentou uma maior estatura, que, também apresentou uma maior produção de grãos (Tabela 15). Da mesma forma, nos tratamentos que proporcionaram uma maior produtividade de grãos a cultura da soja, houve também uma maior produtividade de palha (Tabela 15). De maneira geral, nos tratamentos que proporcionaram uma maior altura média de plantas de soja, observou-se um menor número de vagens e nas áreas onde a população de plantas foi maior, pode ter ocorrido uma influência sobre a massa de 100 grãos, que se apresentaram maiores também, nessas parcelas.

Para a cultura da soja, semeada sobre a palhada de crotalária, embora não significativa, foi verificada uma menor população de plantas (Tabela 14). Com isso, pode ter ocorrido um maior desenvolvimento do dossel nas plantas de soja, com um maior número de vagens por planta. Como houve uma maior produção de vagens, os grãos apresentaram uma menor massa, evidenciando esse fato na massa de 100 grãos proporcionada pela influência da palhada de crotalária na cultura da soja.

Cordeiro e Souza (1999) citado por Lima et al. (2009), utilizando a mesma cultivar de milho (BN2), constataram influência positiva da fitomassa morta desse material na produtividade de grãos de soja. Delavale, Lazarini e Buzetti (2000), em sistema de semeadura direta recém instalado, constataram que o milho, conduzido durante o período de inverno-primavera, sob irrigação suplementar e manejado no estágio de florescimento, incrementou positivamente a produtividade da soja.

Diferente dos resultados obtidos no presente trabalho, Carvalho et al. (2004) avaliando o desempenho da cultura da soja em sucessão a adubos verdes (mucuna preta, guandu, crotalária e milho) nos sistemas de plantio direto e de preparo convencional do solo, observaram que o cultivo de adubos verdes na primavera não influenciou a produtividade da soja em sucessão, tanto quando deixados sobre o solo, em plantio direto, como quando incorporados no sistema de preparo convencional do solo. As características morfológicas da cultura da soja (altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens e massa de 100 grãos) não sofreram influência das culturas de cobertura utilizadas.

**Tabela 15.** Desdobramento da interação cobertura vegetal x época de cultivo significativa para produtividade de grãos e palha ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de soja. Selvíria-MS, 2008/09.

Cobertura Vegetal	Produtividade de grãos		DMS	Produtividade de palha		DMS
	1ª Época	2ª Época		1ª Época	2ª Época	
Sorgo	3.849 A	3.383 B		6.772 A	6.037 abB	
Crotalária	3.660	3.825		6.581	6.596 ab	
Milheto	3.945 A	3.503 B	364	7.077 A	5.873 bB	644
Braquiária	3.706	3.890		6.652	6.879 a	
Pousio	3.519	3.662		6.264	6.176 ab	
DMS	512			904		

Médias seguidas de mesma letra minúscula, nas colunas, e maiúscula, nas linhas, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para a produtividade de palha houve também efeito significativo para a interação entre as culturas de cobertura e as épocas de semeadura (Tabela 17). A cultura da soja semeada sobre braquiária, para a segunda época de semeadura, apresentou valores de produtividade de palha superiores, significativamente, aos obtidos na semeadura sobre a cultura do milho. Entre as épocas de semeadura, a cultura da soja quando semeada sobre sorgo e milho de primeira época apresentou maior produtividade de palha em relação a soja produzida sobre a palhada das culturas semeadas na segunda época.

A palhada proporcionada pela cultura da soja é de suma importância para a continuidade de um sistema de manejo como o sistema plantio direto. Por se tratar de uma palha de relação C/N baixa, o processo de decomposição será mais rápido, havendo a liberação dos nutrientes dessa palha para a cultura subsequente. Trabalhos demonstram que as leguminosas apresentam maiores taxas iniciais de liberação de nutrientes, fato que pode ser explicado principalmente pela baixa relação C/N do material. Para Hargrove (1986), os resíduos de leguminosas têm grande importância como fornecedores de N, podendo contribuir para a diminuição da acidez do solo e da relação C/N da matéria orgânica do solo. Portanto, essa palhada vai propiciar melhores condições, sejam elas químicas e físicas, para o desenvolvimento da cultura posterior. Da mesma forma, Ladd, Oades e Amato (1981) afirmaram que a introdução de leguminosas em sistemas de rotação de culturas tem importância não apenas no fornecimento de N aos cultivos subsequentes, mas também a longo prazo, por aumentar os estoques de nutrientes como N e P e contribuir com o aumento do teor



de matéria orgânica do solo (LADD; OADES; AMATO, 1981). A influência dos resíduos da soja na disponibilidade de N do solo, com reflexos no comportamento das culturas posteriores, foi relatado por Alves et al. (2000), que em experimentos realizados em Londrina-PR, a quantidade de resíduos de soja existentes na superfície do solo diminuiu para menos da metade em menos de quinze dias o que representou uma transferência de  $15 \text{ kg ha}^{-1}$  de N para o solo, e pela produtividade verificada onde os resíduos da parte aérea da soja haviam sido retirados seria possível deduzir que as raízes teriam uma participação importante na disponibilidade de N do solo para a cultura do trigo.

Desta forma, observa-se que a cultura da soja é não somente responsável pela produção de grãos na safra, como também, por proporcionar uma melhor condição de desenvolvimento a cultura de entressafra, através da palhada remanescente rica em nutrientes, dentre eles o nitrogênio, proveniente da fixação biológica e da extração do mesmo de camadas mais profundas.

## 5. CONCLUSÕES

- as plantas forrageiras (sorgo granífero, milheto, *B. brizantha* e crotalária) semeadas no final de março não alteram a produtividade da soja em sucessão.

- *B. brizantha* apresentou como uma opção viável, apresentando maior produção de massa seca da parte aérea, maior acúmulo de nutrientes, melhor recobrimento do solo e supressão de plantas daninhas, para semeaduras no mês de março

- não se recomenda manter a área em pousio, pois as plantas daninhas podem aumentar, competindo diretamente com a cultura seguinte, como a soja

## REFERÊNCIAS

AITA, C.; GIACOMINI, J. S. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 601-612, 2003.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n. 208, p. 25-36, 2001.

ALVES, B. J. R.; ZONTARELLI, L.; BODDEY, R. M.; URQUIAGA, S. Transformação do nitrogênio em rotações de culturas sob sistemas plantio direto. In: WORKSHOP SOBRE NITROGÊNIO NA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 2000, Dourados. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2000. p. 9-31. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 26; Embrapa Agrobiologia. Documentos, 128).

AMABILE, R. F.; CARVALHO, A. M. ; DUARTE, J. B. ; FANCELLI, A. L. Efeito de épocas de semeadura na fisiologia e produção de fitomassa de leguminosas nos cerrados da região do Mato grosso de Goiás. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 2-3, 1996.

AMABILE R. F.; FANCELLI, A. L.; CARVALHO, A. M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.35, n.1, p.47-54, 2000.

AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; AITA, C. Recomendações de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.241-248, 2002.

AMBROSANO, E. J.; TANAKA, R. T.; MASCARENHAS, H. A. A. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B. van, et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1997. p. 189-203. (Boletim técnico, 100).

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. ; FLECK, N. G.; BORTOLINI, C. G.; NEVES, R.; AGOSTINETTO, D. Efeitos da manejo mecânico e químico da aveia-preta no milho em sucessão e no controle do capim-papuã. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, p. 851-860, 2001.

AZEVEDO, D. M. P. ; LANDIVAR, J.; VIEIRA, R. M.; MOSELEY, D. Efeitos da rotação de cultura de cobertura no rendimento e crescimento do algodoeiro herbáceo. **Revista Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 87-96. 1997.

BERNARDES, L. F. **Semeadura de capim-braquiária em pós-emergência da cultura do milho para obtenção de cobertura morta em sistema de plantio direto**. 2003. 42f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L. de; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. de L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; F. R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-oeste do Brasil. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 843-851, 2008.

BONAMIGO, L. A. O plantio direto no cerrado do Mato Grosso do Sul. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PLANTIO DIRETO EM SISTEMAS SUSTENTÁVEIS, Castro,1993. **Anais...** Castro: Fundação ABC, 1993. p. 13-16.

BORDIN, L.; FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D. Sucessão de cultivo de feijão-arroz com doses de adubação nitrogenada após adubação verde, em semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.3, p.417-428, 2003.

BORKERT, C. M.; GAUDÊNCIO, C. A.; PEREIRA, J. E.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA JUNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.38, n.1, p. 143-153, 2003.

BRANDT, E. A.; SOUZA, L. C. F. ; VITORINO, A. C. T.; MARCHETTI, M. E. Desempenho agrônômico de soja em função da sucessão de culturas em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 869-874, 2006.

BROCH, D. L.; PITOL, C.; BORGES, E. P. **Integração agricultura-pecuária**: plantio direto da soja sobre pastagem na integração agropecuária. Maracaju: Fundação MS, 1997. 24 p. (FUNDAÇÃO MS. Informativo Técnico, 01/97).

CALEGARI, A. Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura: dificuldade para sua adoção. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2001. p. 145-152.

CALEGARI, A.; MONBARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. do P.; COSTA, M. B. B. da; ALCÂNTARA, P. B.; MYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Adubação verde no sul do Brasil**. 2.ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C. E. de OLIVEIRA. Cereais. In: RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1997. p. 47. (Boletim técnico, 100)

CARVALHO, A. M. de; BURLE, M. L.; PEREIRA, J.; SILVA, M. A. da. **Manejo de adubos verdes no cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa-CPAC, 1999. 28 p. (Embrapa-CPAC. Circular Técnica, 4).

CARVALHO, A. M. de; BUSTAMANTE, M. M. da C.; SOUSA JUNIOR, J. G. de A.; VIVALDI, L. J. Decomposição de resíduos vegetais em latossolo sob cultivo de milho e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. esp., p. 2831-2838, 2008.

CARVALHO, A. M. de; SODRÉ FILHO, J. **Uso de adubos verdes como cobertura do solo**. Planaltina: Embrapa-CPAC, 2000. 20p. (Boletim de pesquisa, 11).

CARVALHO, M. A. C. de; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVES, M. C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.39, n.11, p.1141-1148, 2004.

CASTRO, O. M. de; PRADO, H. de; SEVERO, A. C. R.; CARDOSO, E. J. B. N. Avaliação da atividade de microrganismos do solo em diferentes sistemas de manejo de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 50, n. 2, p. 212-219, 1993.

CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTO, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milheto e crotalária. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 575-580, 2005.

CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; FLECHA, A. M. T.; PAVINATO, P. S.; VIEIRA, F. C. B.; MAI, M. E. M. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p.163-171, 2002.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Boletim de levantamento de safras 2008/09**: décimo primeiro levantamento de grãos 2008/09. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 10 set. 2009.

CORDEIRO, L. A. M.; SOUZA, C. M. Características agrônômicas da cultura da soja (cv. CAC-1) semeada sobre palhada de diferentes espécies de cobertura morta em sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, 1999, Brasília. **Resumos expandidos...** Brasília: Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrado/EMBRAPA, 1999. 1 CD ROM.

CORREIA, N. M.; CENTURION, M. A. P. C.; ALVES, P. L. C. A. Influência de extratos aquosos de sorgo sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 498-503, 2005.

CORREIA, N. M.; DURIGAN, J. C.; KLINK, U. P. Influência do tipo e da quantidade de resíduos vegetais na emergência de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v.24, p.245-253, 2006.

DELAVALE, F. G. **Culturas de cobertura do solo e calagem na implantação do plantio direto para as culturas de milho e soja**. 2002. 107 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

DELAVALE, F. G.; LAZARINI, E.; BUZETTI, S. Efeitos de coberturas e manejo do calcário na implantação do sistema de plantio direto em solo característico de cerrado. In: FERTIBIO, 2000, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2000. CD-ROM.

DEMATTE, J. L. I. **Levantamento detalhado dos solos do 'campus' experimental da UNESP-Ilha Solteira**. Ilha Solteira: USP/ESALQ, 1980. 131 p. (mimeogr.).

DE-POLLI, H.; CHADA, S. de S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.13,p.287-293, 1989.

DERPSCH, R.; ROTH, C. H.; SIDIRAS, N.; KÖPKE, U. RO. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Londrina : GTZ-IAPAR, 1991. 272p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. **Capim Marandu**. Disponível em: <http://www.cnpqc.embrapa.br/index.php?pagina=publicacoes/naoseriadas/index.html>. Acesso em: 09 dez. 2009c.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. 2008. **Sistemas de produção** Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo>. Acesso em: 09 dez. 2009b.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa da Soja. **A soja**. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br>. Acesso: 21 set. 2009a.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Embrapa, 1999.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de produção de soja** : Região Central do Brasil – 2007. Londrina: Embrapa Soja; Embrapa Cerrados; Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 225p. (Sistemas de produção, 11).

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Milho**: informações técnicas. Dourados: EMBRAPA/CPAO, 1997. 222p. (Circular técnica, 5).

ERASMO, A. L.; ALVES, P. L.; AZEVEDO, R. W.; CAVALCANTE, G. Efeito da fitomassa de alguns adubos verdes e sorgo forrageiro sobre o crescimento da cultura de alface e *Digitaria horizotallis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 23, 2002, Gramado. **Anais...** Gramado: S.n., 2002. p. 69.

ERASMO, A. L.; AZEVEDO, W. R.; SARMENTO, R. A.; CUNHA, A. M.; GARCIA, S. L. R. Potencial de espécies utilizadas como adubo verde no manejo integrado de plantas daninhas. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 22, n. 3, p. 337-342, 2004.

ERNANI, P. R.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V. Influência da calagem no rendimento de matéria seca de plantas de cobertura e adubação verde, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.897-904, 2001.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B.; PENARIOL, F. G.; NASCIMENTO, E. S. Desempenho da cultura do milheto em função de épocas de semeadura e do manejo de corte da parte aérea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.3, n.3, p.391-401, 2004.



FEBRAPDP – Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. **Área de plantio direto**. Disponível em: <http://www.febrapdp.org.br/port/plantiodireto.html>. Acesso: 09 dez. 2009.

FIORIN, J. E. Plantas recuperadoras da fertilidade do solo. In: CURSO sobre aspectos básicos de fertilidade e microbiologia do solo em plantio direto: resumos de palestras. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1999. p.39-55.

FLOSS, E. Benefícios da biomassa de aveia ao sistema de semeadura direta. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v.57, n. 1, p. 25-29, 2000.

GALASSINI, J. A. Espaço para crescer. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 7, p. 10-12, 1998.

GAMA-RODRIGUES, A. C. da; GAMA-RODRIGUES, E. F. da; BRITO, E. C. de. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em argissolo vermelho-amarelo na região noroeste fluminense (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 1421-1428, 2007.

GUIDELLI, C.; FAVORETTO, V.; MALHEIROS, E.B. Produção e qualidade do milho semeado em duas épocas e adubado com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.35, n.10, p.2093-2098, 2000.

HARGROVE, W. L. Winter legumes as a nitrogen source for no-till grain sorghum. **Agronomy Journal**, Madison, v.78, n.1, p.70-74, 1986.

HEINRICH, R.; FANCELLI, A. L. Influência do cultivo consorciado de aveia preta (*Avena strigosa* Schieb.) e ervilhaca comum (*Vicia sativa* L.) na produção de fitomassa e no aporte de nitrogênio. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.56, n.1, p.27-32, 1999.

HERNANDEZ, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS- Área de Hidráulica e Irrigação, 1995. 45p. (Série irrigação, 01).

HOLDERBAUM, J. F.; DECKER, A. M.; MEISINGER, J. J.; MULFORD, F. R.; VOUGH, L.R. Fall seeded legume cover crops for not-tillage corn in the humid East. **Agronomy Journal**, Madison, v. 82, n.1, p.117-124, 1990.

ISEPON, O. J.; MATSUMOTO, E. Produção e qualidade de milheto (*Pennisetum americanum* (L) Leeke) em diferentes espaçamentos e épocas de plantio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, PORTO Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999 (CD-ROM).

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. P. B.; SILVEIRA, P. M. da. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 1, p. 21-28, 2006.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 407-441.

KOLLET, J. L.; DIOGO, J. M. da S.; LEITE, G. G. Rendimento forrageiro e composição bromatológica de variedades de milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. BR.). **Revista Brasileira Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.4, p.1308-1315, 2006.

LADD, J.N.; OADES, J.M. ; AMATO, M. Distribution and recovery of nitrogen from legume residues decomposing in soils sown to wheat in the field. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v. 13, p. 251-256, 1981.

LAL, R. Soil manegement in the developing countries. **Soil Science**, Baltimore, v.165, p.57-72, 2000.

LEMOES, L. B.; NAKAGAWA, J.; CRUSCIOL, C. A. C.; CHIGNOLI JUNIOR, W.; SILVA, T. R. B. Influência da época de semeadura e do manejo da parte aérea de milheto sobre a soja em sucessão em plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.3, p.405-415, 2003.

LIMA, E. do V.; CRUSCIOL, C. A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Características agronômicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja “safrinha” sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal e da calagem superficial. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 31, n. 1, p.69-80, 2009.

MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema cerrados: pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS: Pesquisas para o desenvolvimento sustentável, 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p. 28-62.

MAGALHÃES, P. C.; DURAES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da planta de sorgo**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 2000. 182p.

MALAVOLTA, E. Diagnose foliar. In: MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 2006. p. 568-605.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 319p.

MARQUES, R. R.; DELAVALE, F. G.; LAZARINI, E.; BUZETTI, S.; ARATANI, R. G. Quantidades de nutrientes restituídos ao solo através de plantas de cobertura e resíduos das culturas de soja e milho, em função da presença ou ausência de calcário na implantação do sistema de plantio direto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 9.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 7.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 4., 2002, Rio de Janeiro. **FertBio 2002**. Rio de Janeiro: SBCS/UFRRJ, 2002. CD ROM. (Resumo 411).

MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. T. Soja. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, A. J.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: IAC, 1996. p.202-203. (Boletim técnico, 100).

MATEUS, G. P. **Utilização agropecuária do sorgo de guiné e efeitos na cultura da soja e atributos químicos do solo.** 2003. 142f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

MATEUS, G. P.; CRUSCIOL, C. A. C.; NEGRISOLI, E. Palhada de sorgo de guiné gigante no estabelecimento de plantas daninhas em área de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.6, p.539-542, 2004.

MEDINA, P. F. **Produção de sementes de cultivares precoces de soja, em diferentes épocas e locais do Estado de São Paulo.** 1994. 173f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1994.

MEINSSINGER, J. J.; HARGROVE, W. L.; MIKKELSON, R. L.; WILLIAMS, J. R.; BENSON, J. W. Effects of cover crops on ground water quality. In: HARGROVE, W.L. (Ed.). **Cover crops for clean water.** Ankeny: Soil and Water Conserv. Soc., 1991.

MERCANTE, F. M. Fixação biológica de nitrogênio na soja? Como se beneficiar? In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 7, 2003, Sorriso. **Anais...** Cuiabá: EdUFMT, 2003. p. 25-29.

MORAES, R. N. S. **Decomposição das palhadas de sorgo e milho, mineralização de nutrientes e seus efeitos no solo e na cultura do milho em plantio direto.** 2001. 90 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

MUZILLI, O. O plantio direto como alternativa no manejo e conservação do solo. In: **CURSO básico para instrutores em manejo e conservação do solo.** Londrina: IAPAR, 1991. 20p.

MYASAKA, S. Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil.** Campinas, 1984. p. 30-33.

OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S. Plantas de cobertura e seus efeitos no feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 37, n.8, p. 1079-1087, 2002.

PELÁ, A. **Uso de plantas de cobertura em pré-safra e seus efeitos nas propriedades físicas do solo e na cultura do milho em plantio direto na região de Jaboticabal - SP.** 2002. 53f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

PELÁ, L.; SILVA, M. S.; COSTA, L. A.; SILVA, C. J.; ZUCARELI, C.; DECARLI, L. D.; MATTER, U. F. Avaliação da resistência à decomposição de dez espécies de plantas de cobertura visando o plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 53, n. 1, p.26-33, 1999.

PEREIRA FILHO, I. A.; FERREIRA, A. S.; COELHO, A. M.; CASELA, C. R.; KARAM, D.; RODRIGUES, J. A. S.; CRUZ, J. C.; WAQUIL, J. M. **Manejo da cultura do milho.** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 2003. 17 p. (EMBRAPA-CNPMS. (Circular Técnica, 29).

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.39, n.1, p.35-40, 2004.

PIMENTEL, C. **Metabolismo de carbono na agricultura tropical.** Seropédica: Edur,1998. 150 p.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade.** Campinas: IAC, 1983. 39p. (Boletim técnico, 81).

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**, 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. 285p. (Boletim técnico, 100).

REIS, G. N. dos; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. da; GERLACH, J. R.; CORTEZ, J. W.; GROTTA, D. C. C. Decomposição de culturas de cobertura no sistema plantio direto, manejadas mecânica e quimicamente. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.194-200, 2007.

RESCK, D. V. S. Plantio direto desafios para os cerrados. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23., Caxambú, 1998. **Resumos...** Lavras: UFLA, 1998. p.32-33.

REZENDE, C. de P.; CANTARUTTI, R. B.; BRAGA, J. M.; GOMIDE J. A.; PEREIRA, J. M.; FERREIRA, E.; TARRÉ, R.; MACEDO, B. J. R.; URQUIAGA, S.; CADISCH, G.; GILLER, K. E.; BODDEY, R. M. Litter deposition and disappearance in Brachiaria pastures in the Atlantic Forest region of South of Bahia, Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 54, n. 2, p. 99-112, 1999.

ROOS, L. C. Impacto econômico da integração agricultura-pecuária em plantio direto. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4., 1999, Uberlândia. **Plantio direto na integração lavoura-pecuária**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p. 25-30.

ROTH, C.; VIEIRA, M. J. Infiltração de água no solo. **Plantio Direto**, Brasília, DF, v.1, p.4, 1983.

SALET, R. L. **Dinâmica de íons na solução do solo de um solo submetido ao sistema plantio direto**. 1994. 110f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.

SALTON, J. C. Opções de safrinha para agregação de renda nos cerrados. In: PLANTIO direto na integração lavoura-pecuária. Uberlândia: APCD, p.189-200, 2001.

SALTON, J. C.; PITOL, C.; ERBES, E. **Cultivo de primavera**: alternativa para produção de palha no Mato Grosso do Sul. Maracaju: Fundação MS para pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias, 1993. 6p. (Informativo técnico, 1).

SANS, L. M. A.; MORAIS, A. V. de C. de; GUIMARÃES, D. P. **Época de plantio de sorgo**. Sete Lagoas: MAPA, 2003. (Comunicado técnico)

SANTOS, H. P. dos; LHAMBY, J. C. B. Influência de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos de soja cultivadas em sistemas de rotação de cultura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.31, n.1, p.1-6, 2001.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M. Espécies vegetais para sistema de produção no sul do Brasil. In: SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M. **Rotação de culturas em plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. cap. 2, p.133-176.

SANTOS, V. S. dos; CAMPELO JUNIOR, J. H.. Influência dos elementos meteorológicos na produção de adubos verdes, em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 1, p. 91-98, 2003.

SCALÉA, M. Perguntas e respostas sobre o plantio direto. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n. 83, p. 1-8. 1998.

SEMENTES AGROCERES. Disponível em:

[http://www.sementesagroceres.com.br/sorgo\\_safrinha](http://www.sementesagroceres.com.br/sorgo_safrinha). Acesso em: 22 set. 2009.

SILVA, A. C.; HIRATA, E. K.; MONQUERO, P. A. Produção de palha e supressão de plantas daninhas por plantas de cobertura, no plantio direto do tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.44, n.1, p.22-28, 2009.

SILVA, J. A. da. **Culturas de cobertura, doses e tipos de calcário em superfície na implantação do sistema plantio direto com a cultura da soja irrigada**. 2008. 113f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

SILVA, R. H. **Crescimento radicular e nutrição da soja (*Glycine Max (L.) Merril*) em função da cultura anterior e da compactação em latossolo vermelho escuro**. 1998. 80 f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia - Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1998.

SILVA, R. H.; ROSOLEM, C. A. Crescimento radicular de espécies utilizadas como cobertura decorrente da compactação do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.253-260, 2001.

SILVA, T. R. B. **Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em sistema de plantio direto**. 2002. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

SPEEDING, C.R.W.; LARGE, R.V. Apoit quadrat method for the description of pasture in terms of height and density . **Journal Britanica Grasses Society**, Amsterdam, v.12, p.229-234, 1957.

SPEHAR, C. R.; LANDERS, J. N. Características, limitações e futuro do plantio direto nos cerrados. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2, 1997. Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA/CNPT, 1997. p.127-31.

THEISEN, G.; VIDAL, R. A.; FLECK, N. G. Redução da infestação de *Brachiaria plantaginea* em soja pela cobertura do solo com palha de aveia preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 4, p. 753-756, 2000.

TIMOSSI, P. C.; DURIGAN, J. C.; LEITE, G. J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p.617-622, 2007.

TORRES, J. R. L.; PEREIRA, M. G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1609-1618, 2008.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 609-618, 2005.



TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.43, n.3, p.421-428, 2008.

UEMURA, Y.; URBEN FILHO, G.; NETTO, D. A. M. Pearl millet as a cover crop for no-till soybean production in Brazil. **International Sorghum and Millets Newsletter**, New York, v. 38, p. 141-143, 1997.

VAN KESSEL, C.; HARTLEY, C. Agricultural management of grain legumes: has it led to an increase in nitrogen fixation? **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 65, p. 165-181, 2000.

VOSS, M.; SIDIRAS, N. Nodulação da soja em plantio direto em comparação com o sistema convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 7, p. 775-782, 1985.

WUTKE, E. B. Adubação verde: manejo da fitomassa e espécies utilizadas no Estado de São Paulo. In: WUTKE, E. B.; BULISANI, E. A.; MASCARENHAS, H. A. A. (Coord.). **Curso sobre adubação verde no Instituto Agrônômico**. Campinas: IAC, 1993. p.17-29. (Documentos IAC, 35).

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES FILHO, K. As pastagens e a pecuária de corte brasileira. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: José Alberto Gomide, 1997. p.349-379.

ZUIM, C. E. **Efeito da adubação orgânica e mineral e culturas de entressafra na cultura da soja (*Glycine Max* (L) Merrill) no sistema plantio direto**. 2007. 47f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2007.