

“Júlio de Mesquita Filho”  
Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira  
Pós – Graduação em Agronomia - Especialidade: Sistemas de Produção

## **“Consórcio de plantas de cobertura para a cultura de algodoeiro no sistema de semeadura direta”**

**FERNANDO TAKAYUKI NAKAYAMA**  
Engenheiro Agrônomo MSc.

Orientador: Prof. Dr. Enes Furlani Junior

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia, Unesp - Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Especialidade: Sistemas de Produção.

ILHA SOLTEIRA – SP  
Agosto de 2011

## FICHA CATALOGRÁFICA

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

N163c

Nakayama, Fernando Takayuki.

Consórcio de plantas de cobertura para a cultura de algodoeiro no sistema de semeadura direta / Fernando Takayuki Nakayama. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2011

89 f. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2011

Orientador: Enes Furlani Junior

Inclui bibliografia

1. Algodão. 2. Cultura de cobertura. 3. Física do solo.
4. Consórcio de plantas.




UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA

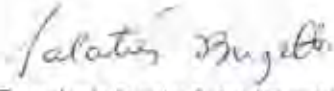
### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** Consórcio de plantas de cobertura para a cultura de algodoeiro no sistema de semeadura direta

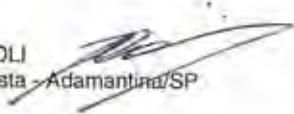
**AUTOR:** FERNANDO TAKAYUKI NAKAYAMA  
**ORIENTADOR:** Prof. Dr. ENES FURLANI JUNIOR

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

Prof. Dr. ENES FURLANI JUNIOR   
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. SALATIER BUZETTI   
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. MARCO EUSTAQUIO DE SA   
Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. JOSÉ CARLOS CAVICHOLI   
APTA - Pólo Regional da Alta Paulista - Adamantina/SP

Prof. Dr. EDIVALDO CIA   
Centro de Grãos e Fibras / Instituto Agrônomo de Campinas

Data da realização: 23 de agosto de 2011.

## **Ofereço**

A Deus e a minha família  
Bárbara Penteado Nakayama  
Eduardo Takayoshi Penteado Nakayama  
Arthur Takaaki Penteado Nakayama

## **Minha homenagem e eterna gratidão**

A todos os meus ex-professores e funcionários da Faculdade de Engenharia,  
Unesp – Campus de Ilha Solteira, mediadores da minha formação em  
Agronomia,  
Em especial ao professor Dr. Enes Furlani Junior, orientador de todas as  
horas, amigo e exemplo para toda a minha vida

## **Dedico**

A minha esposa  
Bárbara Penteado Nakayama  
pelo apoio, confiança e companheirismo em minha jornada.  
A meus filhos  
Eduardo e Arthur  
A meus pais  
Haroldo K. Nakayama e Luci H. Ota Nakayama

NAKAYAMA, F. T. **CONSÓRCIO DE PLANTAS DE COBERTURA PARA A CULTURA DE ALGODOEIRO NO SISTEMA DE SEMADURA DIRETA**. 2011. 89 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2011.

**Autor:** Eng. Agr. Fernando Takayuki Nakayama

**Orientador:** Prof. Dr. Enes Furlani Junior

**Resumo:** A semeadura direta vem a cada ano ampliando sua área agrícola no cerrado e é imprescindível a manutenção da palhada para o sucesso desta tecnologia, devendo respectivamente atender à necessidade da cultura e promover a conservação do solo. Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos do consórcio de plantas utilizadas como coberturas vegetais no desenvolvimento e produtividade do algodoeiro bem como sua contribuição no condicionamento químico e físico do solo. O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições no esquema fatorial 4x4 compreendendo os fatores: 1. Dicotiledôneas: a- *Cajanus cajan*, b- *Crotalaria juncea*, c- *Raphanus sativus*, d- “sem dicotiledônea”; 2. Monocotiledôneas: a- *Avena strigosa*, b- *Pennisetum glaucum*, c- *Brachiaria ruziziensis*, d- “sem monocotiledônea”. Foram realizadas avaliações de fitomassa seca e cobertura do solo nas coberturas vegetais e a influência na química e física do solo sendo analisadas a porosidade e resistência à penetração. Após o manejo da palhada foi semeada a cultura do algodão nas parcelas experimentais no qual foram avaliados os aspectos agronômicos da cultura. De acordo com os resultados obtidos, os consórcios entre monocotiledôneas e dicotiledôneas ou ao cultivo exclusivo de monocotiledôneas apresentam maiores percentagens de cobertura do solo se comparado ao cultivo isolado de dicotiledôneas. As maiores produtividades de fitomassa seca de plantas de cobertura foram proporcionadas pelo cultivo exclusivo de milho e milho associado ao guandu. A aveia preta proporcionou os menores valores de resistência a penetração para as camadas superficiais do solo (0-15 e 15-30 cm); e os tratamentos dicotiledonares destacando-se o nabo forrageiro proporcionaram uma diminuição da resistência a penetração para as camadas de 30-45 e 45-60 cm. O milho proporcionou os maiores valores para porosidade total e macroporosidade na camada de 0-20 cm. Os tratamentos nabo forrageiro isolado, nabo forrageiro associado à brachiária ou a milho semeados no até o mês de julho proporcionaram as maiores produtividades ao algodoeiro Deltaopal em condições de Cerrado.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum*. Cultura de cobertura. Física do solo. Consórcio.

NAKAYAMA, F. T. **Consortium of cover plants for cotton in no tillage system.** 2011. 89 f. Thesis (Ph.D.) - Faculty of Engineering, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2011.

**Author:** Eng. Agr. Fernando Takayuki Nakayama

**Adviser:** Prof. Dr. Enes Furlani Junior

**Abstract:** The practice of no tillage are expanding year why year in Cerrado and is essential the crop residues maintenance for success of this technology, respectively meet the needs of culture and promote soil conservation. The objective work was to evaluate the effects of the consortium of cover crops in the development and yield of cotton as well as his contribution to the chemical and physical conditioning of the soil. The experimental design was a randomized block design with four replicates in a 4x4 factorial factors including: 1. Dicotyledons: a- *Cajanus cajan*, b- *Crotalaria juncea*, c- *Raphanus sativus*, d- “no dicotyledons”; 2. Monocotyledons: a- *Avena strigosa*, b- *Pennisetum glaucum*, c- *Brachiaria ruziziensis*, d- “no monocotyledons”. Were evaluated vegetation cover, dry matter and the influence on chemical and physical soil being analyzed porosity and penetration resistance. After handling of the cover crop was sown cotton in the experimental plots in which we evaluated the agronomic aspects of culture. According to the results obtained, the consortium between monocots and dicots or monocots unique culture have higher percentages of soil coverage as compared to isolated from dicotyledons. The highest yield of dry biomass of cover crops were provided exclusively by the cultivation of *Pennisetum glaucum* and *Pennisetum glaucum* associated with *Cajanus cajan*. The *Avena strigosa* provided the lowest values of penetration resistance to the soil surface layers (0-15 and 15-30 cm) and dicots treatments distinguished *Raphanus sativus* provided a decrease in penetration resistance for layers 30 -45 and 45-60 cm. *Pennisetum glaucum* provided the highest values for total porosity and macroporosity in the 0-20 cm layer. Treatments isolated *Raphanus sativus*, *Raphanus sativus* associated *Brachiaria ruziziensis* or until *Pennisetum glaucum* sown in the month of July provided the highest yield for Deltaopal cotton in the Cerrado conditions

**Keywords:** *Gossypium hirsutum*. Cover crops. Soil physics. Consortium.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Precipitação pluvial e Temperaturas médias, no período de janeiro de 2007 a Dezembro de 2007. Selvíria-MS.....	28
<b>Figura 2.</b> Precipitação pluvial e Temperaturas médias, no período de janeiro de 2008 a Dezembro de 2008. Selvíria-MS.....	29
<b>Figura 3.</b> Vista geral do experimento, ano agrícola 2007/2008.....	31
<b>Figura 04.</b> Vista geral do experimento, ano agrícola 2008/2009.....	31
<b>Figura 05.</b> Tratamentos não consorciados. Ano agrícola 2008/09.....	32
<b>Figura 06.</b> Tratamentos consorciados. Ano agrícola 2008/09.....	32
<b>Figura 07.</b> Cultura do algodoeiro estabelecida na safra 2008/09.....	33
<b>Figura 08.</b> Primeira coleta de resíduo vegetais com o auxílio do quadro de madeira e foice. Selvíria-MS.....	35
<b>Figura 09.</b> Ilustração da metodologia utilizada para % de cobertura.....	36

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01.</b> análise do solo antes da implantação do experimento.....	30
<b>Tabela 02.</b> Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para percentagem de cobertura do solo e fitomassa seca remanescente dos resíduos das plantas de cobertura. Selvíria-MS, ano agrícola 2007/08.....	40
<b>Tabela 03.</b> Interação entre as diferentes plantas de cobertura para percentagem de cobertura do solo (%). Selvíria-MS, ano agrícola 2007/08.....	41
<b>Tabela 04.</b> Desdobramento de interação entre as diferentes plantas de cobertura para fitomassa seca remanescente dos resíduos das plantas de cobertura ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Selvíria-MS, ano agrícola 2007/08.....	42
<b>Tabela 05.</b> Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para percentagem de cobertura do solo e fitomassa seca remanescente dos resíduos das plantas de cobertura. Selvíria-MS, ano agrícola 2008/09.....	43
<b>Tabela 06.</b> Interação entre as diferentes plantas de cobertura para percentagem de cobertura do solo (%). Selvíria-MS, ano agrícola 2008/09.....	43
<b>Tabela 07.</b> Interação entre as diferentes plantas de cobertura para fitomassa seca remanescente dos resíduos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Selvíria-MS, ano agrícola 2008/09.....	44
<b>Tabela 08.</b> Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para umidade gravimétrica do solo ( $\text{kg kg}^{-1}$ ), na entre linha de plantio, ao longo do perfil, em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, 2007/08.....	45
<b>Tabela 09.</b> Interação entre as diferentes plantas de cobertura para umidade gravimétrica do solo ( $\text{kg kg}^{-1}$ ), de 0-15 cm de profundidade, na entre linha de plantio. Selvíria-MS, 2007/08.....	46
<b>Tabela 10.</b> Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para resistência à penetração (MPa), na entre linha do algodoeiro, ao longo do perfil, em função de plantas de cobertura, Selvíria-MS. ano agrícola 2007/08.....	47
<b>Tabela 11.</b> Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para umidade gravimétrica do solo ( $\text{kg kg}^{-1}$ ), na linha de cultivo, ao longo do perfil, em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, ano agrícola 2007/08.....	48
<b>Tabela 12.</b> Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para resistência à penetração (MPa), na linha do algodoeiro, ao longo do perfil, em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, ano agrícola 2007/08.....	49
<b>Tabela 13.</b> Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para umidade gravimétrica do solo ( $\text{kg kg}^{-1}$ ), na linha de plantio, ao longo do perfil, em função de plantas de cobertura, Selvíria-MS, ano agrícola 2008/09.....	50



<b>Tabela 14.</b> Interação entre as diferentes plantas de cobertura para umidade gravimétrica do solo ( $\text{kg kg}^{-1}$ ) na linha do algodoeiro, de 0-15cm de profundidade. Selvíria-MS, 2008/09.....	50
<b>Tabela 15.</b> Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para resistência à penetração (MPa), na linha de plantio, ao longo do perfil, em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, ano agrícola 2008/09.....	51
<b>Tabela 16.</b> Interação entre as diferentes plantas de cobertura para resistência à penetração (MPa) de 0-15 cm de profundidade, na linha do algodoeiro. Selvíria-MS, 2008/09.....	52
<b>Tabela 17.</b> Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para densidade do solo ( $\text{kg dm}^{-3}$ ), microporosidade ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), macroporosidade ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) e porosidade total ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), na profundidade de 0-20 cm, em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, 2008/09.....	53
<b>Tabela 18.</b> Interação entre as diferentes plantas de cobertura para macroporosidade, de 0-20 cm de profundidade. Selvíria-MS, 2008/09.....	54
<b>Tabela 19.</b> Interação entre as diferentes plantas de cobertura para porosidade total, de 0-20 cm de profundidade. Selvíria-MS, 2008/09.....	55
<b>Tabela 20.</b> Interação entre as diferentes plantas de cobertura para densidade do solo, de 0-20 cm de profundidade. Selvíria-MS, 2009.....	55
<b>Tabela 21.</b> Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para densidade do solo ( $\text{kg dm}^{-3}$ ), microporosidade ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), macroporosidade ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) e porosidade total ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), na profundidade de 20-40 cm, em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, 2008/09.....	56
<b>Tabela 22.</b> Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para as análises químicas do solo na profundidade de 0-20 cm, em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, maio 2009.....	58
<b>Tabela 23.</b> Interação entre as diferentes plantas de cobertura para K ( $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), Selvíria-MS, maio de 2009.....	59
<b>Tabela 24.</b> Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para as análises químicas do solo na profundidade de 0-20 cm, em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, maio 2009.....	60
<b>Tabela 25.</b> Interação entre as diferentes plantas de cobertura para P ( $\text{mg dm}^{-3}$ ). Selvíria-MS, maio de 2009.....	61
<b>Tabela 26.</b> Interação entre as diferentes plantas de cobertura para pH ( $\text{CaCl}_2$ ). Selvíria-MS, maio de 2009.....	61
<b>Tabela 27.</b> Interação entre as diferentes plantas de cobertura para S ( $\text{mg dm}^{-3}$ ). Selvíria-MS, maio de 2009.....	62
<b>Tabela 28.</b> Valores de $p>F$ e teste de comparação de médias para altura, diâmetro e número de nós do caule em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, janeiro de 2008.....	63

<b>Tabela 29.</b> Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para altura, diâmetro e número de nós do caule em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, março de 2008.....	64
<b>Tabela 30.</b> Interação entre as diferentes plantas de cobertura para altura de plantas (cm), Selvíria-MS, março de 2008.. .....	65
<b>Tabela 31.</b> Interação entre as diferentes plantas de cobertura para número de nós do caule (cm), Selvíria-MS, março de 2008.....	65
<b>Tabela 32.</b> Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para altura, diâmetro e número de nós do caule em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, maio de 2008.....	66
<b>Tabela 33.</b> Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para comprimento de ramos reprodutivos em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, janeiro de 2008.....	67
<b>Tabela 34.</b> Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para comprimento de ramos reprodutivos em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, março de 2008.....	68
<b>Tabela 35.</b> Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para comprimento de ramos reprodutivos em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, maio de 2008.....	69
<b>Tabela 36.</b> Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para altura, diâmetro e número de nós do caule em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, janeiro de 2009.....	70
<b>Tabela 37.</b> Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para altura, diâmetro e número de nós do caule em função de plantas de cobertura, Selvíria-MS, março de 2009.....	70
<b>Tabela 38.</b> Interação entre as diferentes plantas de cobertura para Altura de plantas (cm), Selvíria-MS, março de 2009.....	71
<b>Tabela 39.</b> Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para altura, diâmetro e número de nós do caule em função de plantas de cobertura, Selvíria-MS, maio de 2009.....	72
<b>Tabela 40.</b> Interação entre as diferentes plantas de cobertura para Altura de plantas (cm), Selvíria-MS, maio de 2009.....	72
<b>Tabela 41.</b> Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para comprimento de ramos reprodutivos em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, janeiro de 2009.....	73
<b>Tabela 42.</b> Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para comprimento de ramos reprodutivos em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, março de 2009.....	74
<b>Tabela 43.</b> Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para comprimento de ramos reprodutivos em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, maio de 2009.....	74
<b>Tabela 44.</b> Valores de $p > F$ e teste de comparação de médias para número de capulhos por planta, massa de 20 capulhos e produtividade em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, ano agrícola 2007/08. ....	76

**Tabela 45.** Valores de p>F e teste de comparação de médias para número de capulhos por planta, massa de 20 capulhos e produtividade em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, ano agrícola 2008/09. ....77

**Tabela 46.** Interação entre as diferentes plantas de cobertura para produtividade (kg ha<sup>-1</sup>). Selvíria-MS, ano agrícola 2008/09. ....78

## SUMARIO

<b>1.</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>13</b>
<b>2.</b>	<b>Revisão de literatura.....</b>	<b>15</b>
2.1.	Manejo conservacionista.....	15
2.2.	Plantio direto no cerrado.....	18
2.3.	Escolha de plantas de cobertura do solo.....	19
2.4.	Espécies utilizadas neste trabalho.....	21
2.4.1.	Crotalária ( <i>Crotalaria</i> spp.) .....	21
2.4.2.	Guandu ( <i>Cajanus cajan</i> (L.) Mill sp.).....	22
2.4.3.	Nabo forrageiro ( <i>Raphanus Sativus</i> L. var. <i>oleiferus</i> Metzg.).....	23
2.4.4.	Aveia preta ( <i>Avena strigosa</i> Schreb.).....	23
2.4.5.	Milheto ( <i>Pennisetum Americanum</i> (L.) Leek) .....	24
2.4.6.	Braquiaria ( <i>Brachiaria</i> spp.) .....	25
2.5.	Consórcios de plantas de cobertura.....	26
<b>3.</b>	<b>Material e métodos.....</b>	<b>28</b>
3.1.	Localização do experimento.....	28
3.2.	Precipitação e Temperatura para Selvíria - MS.....	28
3.3.	Características do solo.....	29
3.4.	Delineamento Experimental.....	29
3.5.	Características das culturas empregadas como coberturas vegetais.....	29
3.6.	Experimento e tratos culturais.....	30
3.6.1.	Preparo do solo.....	30
3.6.2.	Instalação do experimento.....	30
3.6.3.	Adubação.....	33
3.6.4.	Regulador de crescimento.....	33
3.6.5.	Controle de plantas daninhas.....	34
3.6.6.	Controle pragas e doenças.....	34
3.6.7.	Cultivar.....	34
3.7.	Variáveis Analisadas.....	34
3.7.1.	Parâmetros avaliados nas plantas de cobertura.....	34
3.7.1.1.	Matéria seca.....	34
3.7.1.2.	Cobertura do solo.....	35

3.7.2.	Análises de solo.....	36
3.7.2.1.	Análise química do solo.....	36
3.7.2.2.	Análise física do solo.....	36
3.7.2.2.1.	Macroporosidade, microporosidade, densidade e porosidade total.....	36
3.7.2.2.2.	Resistência à penetração.....	37
3.7.3.	Características do algodoeiro.....	37
3.8.	Análise dos dados.....	38
<b>4.</b>	<b>Resultados e discussão.....</b>	<b>39</b>
4.1.	Análise de plantas de cobertura: Percentagem de cobertura vegetal e matéria seca formada. ....	39
4.2.	Propriedades físicas do solo.....	44
4.2.1.	Umidade gravimétrica do solo e resistência a penetração.....	44
4.2.2.	Densidade, Macroporosidade, microporosidade e porosidade total.....	53
4.3.	Propriedades químicas do solo.....	56
4.4.	Características agronômicas do algodoeiro.....	62
4.4.1.	Desenvolvimento vegetativo: altura, diâmetro, número de nós e comprimento de ramos.....	62
4.4.2.	Número de capulhos, massa de capulhos e Produtividade.....	75
<b>5.</b>	<b>Conclusões.....</b>	<b>79</b>
<b>6.</b>	<b>Referências.....</b>	<b>80</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O algodoeiro herbáceo é uma das plantas de maior complexidade que se encontra na natureza (OOSTERHUIS, 1997). Durante a maior parte do ciclo da planta, há diversos eventos ocorrendo ao mesmo tempo, como crescimento vegetativo, aparecimento de gemas reprodutivas, florescimento, crescimento e maturação dos frutos. Cada um dos eventos é importante para a produção final, mas é necessário que ocorra de modo balanceado. Entender os principais processos fisiológicos que ocorrem durante cada estágio de crescimento é importante para o manejo adequado da cultura para produções econômicas (ROSOLEM, 2001).

O cultivo do algodoeiro herbáceo tem sido uma opção para integrar o sistema produtivo no Cerrado brasileiro. Apesar da fertilidade natural dos solos ser na maioria das vezes muito baixa, exigindo grandes investimentos em correções e fertilização, a topografia favorece a mecanização das áreas de plantio e permite bom desenvolvimento do algodoeiro e obtenção de fibra de alta qualidade (TAKIZAWA; GUERRA, 1998 apud. CORRÊA, J. C.; SHARMA, R. D. 2004).

Entre os diversos fatores que afetam o crescimento, desenvolvimento e produtividade desta malvácea, destacam-se os sistemas de manejo do solo. Implementos de discos (arado e grade) usados no preparo das áreas para plantio e o monocultivo contribuem para a degradação dos solos. Segundo Anderson (1983), quando são aplicadas as mesmas práticas culturais seguidamente anos após ano, no mesmo solo, a associação de plantas daninhas tende a ampliar-se, refletindo negativamente na produção, na qualidade dos produtos e nos lucros.

Na busca por um sistema que diminua a perda de solo e favoreça o aproveitamento da água, o plantio direto tem-se caracterizado por apresentar, principalmente na camada superficial, maior estabilidade estrutural, o que, aliado à manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo, têm proporcionado maior proteção contra o impacto direto das gotas de chuva, favorecendo a infiltração e redução da perda de água por escoamento superficial (ROTH; VIEIRA, 1983).

Para o sucesso do plantio direto, é imprescindível a utilização de plantas de cobertura para obtenção da palhada. A importância da cultura de cobertura há muito tem sido reconhecida na agricultura. O uso desta prática cultural pode manter ou aumentar a performance das lavouras, reduzindo a erosão do solo, aumentando o teor de matéria orgânica, melhorando as qualidades físicas do solo e diminuindo o uso de insumos (adubo nitrogenado e defensivos) (HOLDERBAUM et al. 1990; MEISSINGER et al. 1991).

Outro fator importante está no cultivo de espécies com sistema radicular vigoroso, o que possibilita a criação de canais no solo, promovendo condições ao desenvolvimento de raízes da cultura subsequente (WANG et al., 1986). Além disso, espécies que possuam sistema radicular profundo e ramificado podem retirar nutrientes de camadas sub-superficiais, 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).

Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos de plantas utilizadas como coberturas vegetais no desenvolvimento e produtividade do algodoeiro bem como sua contribuição no condicionamento químico e físico do solo.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Manejo Conservacionista**

De maneira geral, as atividades agrícolas sempre foram predatórias e o homem, o principal agente causador da degradação dos solos cultivados. No Brasil, os impactos ambientais são mais frequentes com riscos de segurança alimentar e reflexos socioeconômicos de alteração na qualidade de vida e êxodo rural. Dessa intervenção humana inadequada resulta, muitas vezes, a erosão, que causa problemas preocupantes, podendo ser solucionados pela utilização de diversas técnicas conservacionistas, como a adubação verde. (WUTKE et al., 2009).

Os objetivos de uma agricultura sustentável são o desenvolvimento de sistemas agrícolas que sejam produtivos, conservem os recursos naturais, protejam o ambiente e melhorem as condições de saúde e segurança a longo prazo. Neste sentido, as práticas culturais e de manejo, como a rotação de culturas, o plantio direto, e o manejo do solo conservacionista, são muito aceitáveis, pois além de controlarem a erosão do solo e as perdas de nutrientes, mantêm e/ou melhoram a produtividade do solo.

Dentre as características do solo que mais sofrem influência do manejo, a estrutura é a que pode ser considerada o componente básico de sua física, ao condicionar o desenvolvimento da porosidade intra e inter-agregados, como a principal via de circulação da água e do ar no solo, envolvendo relações estabelecidas entre os componentes minerais e orgânicos do solo e que resulta de uma série de processos físicos, químicos e biológicos, pode facilmente se deteriorar pela ação das forças de compressão derivadas do uso incorreto de máquinas e implementos agrícolas. Os restos vegetais deixados na superfície do solo em manejos conservacionistas repercutem muito no aumento e na conservação da estabilidade de agregados na superfície e na redução da compactação das camadas sub-superficiais.

Segundo Wutke et al. (2009), as plantas de cobertura atuam na proteção ao impacto direto de gotas de chuva de grande energia cinética na superfície do solo, em virtude da cobertura vegetal estabelecida, ainda aumentando a porosidade do solo melhorando sua estrutura, retenção de água e capacidade de infiltração, diminuição da variação da temperatura dia-noite favorecendo a micro e macrofauna e até mesmo a possibilidade de descompactação do solo pelo cultivo de algumas espécies com desenvolvimento radicular para esse objetivo.

Parte da água retida no solo é perdida por evaporação e/ou evapotranspiração e, em função da capacidade de infiltração e retenção de água do solo e da intensidade das chuvas, parte pode exceder e ser perdida por escoamento superficial. Dependendo do volume e da velocidade deste escoamento, pode ocorrer o arraste de partículas de solo e dos insumos nele aplicados,



sedimentando-se em baixadas, lagos e rios, o que afeta gradativamente a capacidade produtiva do solo, reduzindo entre outros fatores, a sua fertilidade, a capacidade de infiltração e a retenção de água. Além disso, eleva a acidez e provoca irregularidade superficial, o que vem a dificultar seu uso agrícola, exigindo mais energia e insumos para a manutenção de sua produtividade. Em todos esses fatores citados, a matéria orgânica tem participação direta ou indireta, estando presente na atividade agrícola desde a sua origem e até a sua utilização, diretamente à fertilidade e à produtividade dos solos cultivados. Em muitos solos, a matéria orgânica humificada do horizonte superficial é o principal fator responsável pela "capacidade de troca de cátions" (CTC) verdadeiro reservatório dos nutrientes, que podem ser liberados progressivamente à disposição dos cultivos e logo, pode-se deduzir que é um componente do solo que tem papel fundamental nas perdas de nutrientes por lixiviação, quando não manejado corretamente (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA, 2003).

Nos solos profundos do Cerrado, que em geral são bem estruturados, possuem textura média, com uma boa drenagem ao longo do perfil pode-se manter um alto nível de produtividade mediante a aplicação de práticas de conservação de solos; então, um verdadeiro sistema de agricultura sustentável é aquele em que os efeitos benéficos das diferentes práticas de conservação são iguais ou ultrapassam os efeitos adversos dos processos depredativos. O componente vital deste equilíbrio dinâmico é a matéria orgânica, a qual tem que ser mantida através de adições regulares de materiais orgânicos (EMBRAPA, 2003).

Para que culturas se desenvolvam em solos ácidos do Cerrado é preciso que se eleve o pH do mesmo. A necessidade de aplicação de calcário é fundamental neste caso. Os principais objetivos da calagem são neutralizar o alumínio trocável que é tóxico às culturas e também fornecer nutrientes como o Cálcio e o Magnésio.

A acidez do solo limita a produção agrícola em consideráveis áreas do mundo, em decorrência da toxidez causada por Al e Mn e da baixa saturação por bases. A cultura do algodão é muito sensível ao alumínio e exigente em cálcio, elemento este importante na germinação importante e no desenvolvimento inicial das raízes do algodoeiro (SILVA, 1999). A calagem também interfere indiretamente na disponibilidade de outros nutrientes. Os micronutrientes no solo como Zn, Cu e Mn tendem a apresentar uma menor solubilidade com o aumento do pH, ou seja, com o aumento da saturação de bases (FUNDAÇÃO MT, 2001).

Se a calagem diminui a disponibilidade Zn, Cu e Mn, em compensação é uma maneira de aumentar a disponibilidade de nitrogênio, fósforo, boro e molibidênio às plantas com a elevação do pH do solo a determinados valores. Além disso, o acúmulo de resíduos vegetais pode diminuir a toxidez de Al a partir da lixiviação de compostos orgânicos solúveis em água, os

quais atuam na complexação do Al no solo (MIYAZAWA et al.,1993), além do efeito positivo a adição de Ca, Mg e K destes resíduos que podem contribuir para diminuir a atividade do Al em solução e, ou, aumentar a saturação por bases .

Dentro da ciência da fertilidade do solo a presença de alumínio no solo na forma trocável, associado à deficiência de cálcio e fósforo, é o principal impedimento para o crescimento radicular em profundidade. Tal crescimento na cultura do algodão sob condições de ausência de impedimento físico (compactação) e químico (alumínio) é acelerado, sendo que o crescimento inicial das raízes é muito mais intenso que o crescimento da parte aérea. Em solos com presença de alumínio abaixo de 20 cm de profundidade as raízes de algodão tenderão a concentrar ainda mais na camada superficial, resultando em maior susceptibilidade a períodos de deficiência hídrica e também com maior dificuldade de obter um bom desenvolvimento das estruturas reprodutivas do ponteiro. As maiores produtividades de algodão estão sendo obtidas em lavouras com valores de saturação de bases entre 50 a 60% . Os solos com saturação de bases superiores a 50% não apresentam alumínio trocável, além de possuírem valores adequados de cálcio e magnésio. Se a aplicação de calcário em solos ácidos aumenta a decomposição de matéria orgânica do solo, a correção da acidez do solo a níveis adequados favorece a maior produção de matéria seca das culturas representando um aporte de carbono ao sistema (FUNDAÇÃO MT, 2001).

Indiretamente o húmus, é um dos principais condicionantes do desenvolvimento da estrutura do solo e de sua estabilidade. A degradação da estrutura incide sobre a distribuição do tamanho dos poros, da erodibilidade e perdas de solo da zona, que costuma ser a mais rica em húmus e nutrientes, além disso, resíduos dos cultivos deixados na superfície protegem a ação direta do impacto das gotas de chuva (responsáveis pelo selamento de poros e pela formação de crostas superficiais), incidem sobre o regime de temperatura e umidade do solo e, também, reduzem o escoamento superficial.

Assim, pode-se dizer que a proteção da superfície do solo nos sistemas de manejo evita perdas de umidade por evaporação, o que, unido ao desenvolvimento de uma quantidade maior de macroporos aptos para a transmissão de água e de microporos para sua retenção, proporcionam incremento significativo na capacidade de armazenamento de água e nutrientes e melhor disponibilidade destes para os cultivos.

Desta forma, o manejo da superfície do solo com plantas de cobertura torna-se a forma mais sustentável de conservação do solo. Estas plantas de cobertura denominam-se segundo alguns autores como adubos verde.

Wutke et al. (2009) relatam ainda como vantagens gerais da adubação verde: otimização da produtividade; preservação e conservação dos recursos naturais e da biodiversidade; proteção, recuperação e manutenção dos solos cultivados; ciclagem dos nutrientes, adição de nitrogênio pelas leguminosas e manutenção da matéria orgânica do solo; aproveitamento mais adequado e racional dos insumos; utilização de algumas espécies na alimentação humana e animal; efeito de quebra-ventos ou de arborização em culturas perenes em formação.

## **2.2. Plantio Direto no Cerrado**

A utilização e a ocupação agrícola no Cerrado vem ocorrendo com necessidade de adoção de novas tecnologias fundamentadas em bases conservacionistas. Na semeadura direta, o uso de plantas de cobertura é uma alternativa para aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, além de poder restituir quantidades consideráveis de nutrientes aos próximos cultivos (DUDA et al., 2003).

Das vantagens proporcionadas pela adoção do sistema de plantio direto, como as menores perdas de solo e nutrientes e modificações químicas, físicas e biológicas do solo nota-se ainda significativa otimização da mão-de-obra e redução de custos com as operações agrícolas. Esse sistema compreende ainda um conjunto de técnicas integradas que visam melhorar as condições ambientais (água-solo-clima) para explorar da melhor forma possível o potencial genético de produção das culturas (PRIMAVESI et al., 2002).

Como o não revolvimento do solo e uso de culturas de cobertura para formação de palhada, associada ao manejo integrado de pragas, doenças e plantas daninhas - o plantio direto não deve ser visto como uma receita universal, mas como um sistema que exige adaptações locais. Essas têm sido executadas por iniciativa dos próprios agricultores, por meio da integração contínua de esforços com pesquisadores e técnicos, possibilitando avanços palpáveis no desenvolvimento e na transferência de tecnologias (PLATAFORMA PLANTIO DIRETO, 2001).

Outro ponto favorável no sistema de manejo do solo como o plantio direto é o favorecimento da população microbiana (COSTA-LIMA; COSTA-LIMA, 1995; KOCHHANN, 1996; ROSCOE, 1997; FERNANDES et al., 1998) de minhocas e artrópodes assim como de fungos e micorrizas (VOSS; SIDIRAS, 1985).

Apesar dos microrganismos serem os principais agentes do processo de decomposição, outros fatores, como o vento, o uso do solo pela fauna a fragmentação física (DOUGLAS

JUNIOR et al., 1980) e a lixiviação (CHRISTENSEN, 1986), são também causadores das perdas de massa dos resíduos vegetais.

A maioria dos fatores ambientais que afetam a decomposição de resíduos orgânicos estão relacionados à sua ação sobre a atividade dos microrganismos decompositores. São eles: a temperatura (JENKINSON, 1965), a umidade o teor de matéria orgânica do solo, a localização (SMITH; SHARPLEY, 1990) e a quantidade de material adicionado (BROWN; DICKEY, 1970).

O maior problema desse sistema é manter a palhada até o final do ciclo da cultura principal. Este problema está diretamente associado ao regime de chuvas do Cerrado, que se caracteriza pela ocorrência de poucas e concentradas precipitações em, no máximo, seis meses. No mês de março, com a redução das chuvas, pode estresse hídrico limitando as alternativas de cobrir o solo na entressafra cultivo principal, a seleção de cultivares com menor ciclo, sistema radicular profundo e tolerante ao déficit hídrico minimiza seu efeito e contribui para a ampliação da área. As pesquisas relacionadas à utilização do plantio direto será a busca por plantas de cobertura, dependendo também do correto manejo destas. Com o aumento da eficiência do manejo, tornar-se-á possível o realizar cultivos adicionais, principalmente em áreas de limitação climática como os Cerrados. Isso trará maior diversidade biológica, com todas as vantagens decorrentes (EMBRAPA, 2003).

Yamaoka (1991) conclui que a produção do algodoeiro em plantio direto foi superior ao plantio convencional. Em pesquisas de longa duração, Brown et al. (1995) e Smart e Bradford (1998) observaram que a produção e a qualidade da fibra do algodão obtida no plantio direto foram iguais as do sistema convencional.

### **2.3. Escolha de plantas de cobertura do solo**

A escolha da cobertura vegetal do solo deve, sempre que possível, ser feita no sentido de obter grande quantidade de biomassa. Plantas forrageiras, gramíneas e leguminosas, anuais ou semi-perenes são apropriadas para essa finalidade. Entretanto, preferem-se plantas fixadoras de nitrogênio, com sistema radicular profundo e abundante, para promover a reciclagem de nutrientes. Plantas com diferentes sistemas radiculares, hábitos de crescimento e exigências nutricionais podem ter efeitos na interrupção dos ciclos de pragas e doenças, na redução de custos e no aumento de produtividade da cultura principal (SUZUKI; ALVES, 2006).

No planejamento do cultivo de plantas a serem usadas como cobertura do solo ou adubação verde é de fundamental importância conhecer com profundidade a espécie a ser utilizada, o histórico da área a ser cultivada, as condições edafoclimáticas específicas, o sistema de produção em curso, onde será implantada a planta de cobertura, bem como as finalidades propostas. As plantas de cobertura devem apresentar um grande potencial em deixar no horizonte superficial do solo, quantidades de nutrientes que podem ser absorvidos pelas raízes nos cultivos posteriores. Além dos nutrientes, um dos mais importantes aportes dessas plantas são os compostos de carbono orgânico, ou seja, a matéria orgânica, que será responsável, direta ou indiretamente, pelas interações e reações químicas, físicas e biológicas do sistema solo-água-plantas. (suprimento de N, descompactação, aumento de C orgânico do solo, diminuição de pragas e doenças, controle de invasora, e outras). (CALEGARI, 2008)

A busca por espécies com elevada produtividade de fitomassa para cobertura do solo é um dos fatores que proporcionam sucesso no sistema de plantio direto, realizado de forma direta sobre palhada. No entanto, a manutenção da fitomassa para esse sistema no cerrado brasileiro está sujeita às condições de umidade e temperatura elevadas em boa parte do ano, que causam a rápida decomposição da palha depositada sobre o solo. Por esta razão, uma palhada com maior relação C/N, em culturas comerciais, ou de plantas de cobertura, deverão ser mais utilizados, pois quanto maior essa relação, mais lenta a decomposição dos resíduos vegetais. Espécies utilizadas como plantas de cobertura ou como adubo verde, principalmente leguminosas, apesar de possuírem menor relação C/N, também podem ser incluídas no plano de cultura de cobertura a serem utilizadas para o plantio direto, pois apresentam vantagens a curto prazo, como a liberação mais rápida de nutrientes durante sua decomposição (CALEGARI, 1993).

As plantas de cobertura devem apresentar características favoráveis como, grande produção de matéria seca, proporcionando boa cobertura do solo e níveis de umidade adequados, baixo custo de implantação, capacidade de resistir períodos desfavoráveis de seca, ciclar nutrientes, não ser hospedeiras de pragas e doenças e apresentar alta relação C/N (ALVARENGA et al., 2001).

A palha na superfície do solo constitui reserva de nutrientes, cuja disponibilização pode ser rápida e intensa naquelas plantas de cobertura com baixa relação de C/N na palha como as leguminosas (ROSOLEM et al., 2003), ou lenta e gradual em plantas com maior relação C/N como o caso das gramíneas (PAULETTI, 1999), dependendo da interação entre a espécie utilizada, manejo da fitomassa (época de semeadura e de corte), umidade (regime de

chuvas), aeração, temperatura, atividade macro e microbiológica do solo, composição química da palha e tempo de permanência dos resíduos sobre o solo (PRIMAVESI et al., 2002).

As gramíneas, em razão do seu sistema radicular mais denso, provocam normalmente uma melhoria nas propriedades físicas do solo, tais como aumento da macroporosidade, da agregação e estabilidade dos agregados do solo e da retenção de água (PAULA et al., 1998).

Alvarenga et al. (2001) relataram que na região de Cerrado, mesmo quando a palhada é basicamente 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. A velocidade de decomposição dos resíduos culturais determina o tempo de permanência da cobertura morta na superfície do solo. Quanto mais rápida for a sua decomposição, maior será a velocidade de liberação dos 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).

Azevedo et al. (1997), conduzindo seu experimento na região de Nueces, Sul do Texas, utilizando aveia como cultura de cobertura para posterior semeadura do algodão, encontraram que esta cultura de cobertura proporcionou acúmulo de matéria seca de 2.170 kg ha<sup>-1</sup> sobre a superfície do solo e promoveu incremento de produtividade para o algodoeiro.

Corrêa e Sharma (2004), em seu estudo com plantas de cobertura, notaram que a quantidade da parte aérea depositada para o milho foi de 6 t ha<sup>-1</sup>, nabo forrageiro de 2,2 t ha<sup>-1</sup> e aveia preta de 4 t ha<sup>-1</sup>, mostrando a contribuição de cada planta de cobertura na formação da palhada. Os autores ainda verificaram correlação positiva entre o aumento da cobertura morta e a diminuição da emergência de plantas daninhas e na produtividade da cultura do algodão.

#### **2.4. Espécies utilizadas como cobertura do solo para o Plantio direto neste trabalho**

Para a escolha das espécies de plantas de cobertura utilizadas no presente trabalho, foi realizado um levantamento das possíveis combinações entre leguminosas e gramíneas no qual seguiam critérios, sugerindo uma complementação na provável interação entre estes grupos vegetais. Critérios como produção de fitomassa seca, persistência no solo, benefícios físicos e químicos bem como a época e ciclo de desenvolvimento foram alguns fatores avaliados.

#### 2.4.1. Crotalária (*Crotalaria juncea*)

Espécie originária da Índia com ampla adaptação as regiões tropicais, muitas são herbáceas, anuais ou perenes, havendo espécies arbustivas. As mais utilizadas para cobertura do solo são *Crotalaria juncea* e a *Crotalaria spectabilis* Roth pois possuem ampla adaptação ecológica, pouco exigente e com grande potencial de fixação biológica de nitrogênio, além de serem utilizadas como planta armadilha em solos infestados por nematóides formadores de galha (FAHL et al.,1998).

As crotalárias nodulam fácil e abundantemente com espécies de rizóbio de crescimento lento, nódulos ineficientes são pouco comuns, são plantas rústicas que crescem bem em solos secos, arenosos, cascalhentos e mesmo em áreas arenosas de região costeira. O aporte de N ao sistema solo/planta é estimado entre 100 e 300 kg N/ha/ano. Os espaçamentos para seu cultivo variam entre 0,25 a 0,40 m, com 20 a 35 sementes/m, em função da espécie e da produção de biomassa, utiliza-se geralmente entre 8 a 40 Kg/ha, produzindo geralmente de 10 a 15 t/ha de matéria seca se for *C. juncea* e 4 a 6t/ha se for *C. spectabilis*. A época de semeadura é de outubro a março para produção de sementes, mas se utilizada para cobertura esse período pode se estender até abril (MONEGAT, 1991).

#### 2.4.2. Guandu ( *Cajanus cajan* (L.) Mill sp.)

O guandu é uma planta arbustiva, semi-perene, sendo uma leguminosa é capaz de fixar nitrogênio e solubilizar o fósforo em solos onde o elemento encontra-se indisponível é ainda rompedora de camadas compactadas. Adaptada a regiões tropicais e subtropicais tolera a seca e a baixa fertilidade do solo, porem não tolera umidade excessiva. Constitui-se em uma das plantas de maior uso como adubação verde, por que além de possuir um sistema radicular profundo e ramificado que, torna-o capaz de resistir ao estresse hídrico, possibilita-o romper camadas adensadas de solos, como “pé de arado”. Devido a isso, o guandu é chamado de arado biológico, e tem se destacado com relação às melhorias na fertilidade do solo (ALCÂNTARA et al., 2000; RODRIGUES FILHO et al., 1996)

A semeadura realiza-se de outubro a março em sulcos ou em covas, se utilizado em sulcos, semeia-se com espaçamento de 0,5m entre sulcos e 18 sementes/m, consumo de 50 Kg ha<sup>-1</sup>, para semeaduras mais tardias recomenda-se espaçamentos menores devido a redução de produção da fitomassa. O guandu pode sofrer ataque de pragas, como a lagarta de folhas e

flores (*Heliothis virescens*) das vagens (*Ancylostoma stercorea*) e o caruncho dos grãos (*Acanthoscelides obtectus*).

O manejo, se usado como cobertura, pode ser rolado ou dessecado aos 140-180 dias. As variedades classificadas como anãs podem ter um manejo rápido, por volta dos 95 dias e o seu ciclo completo é de 140 dias. Pode produzir de 8 a 12 t ha<sup>-1</sup> de fitomassa seca.

#### **2.4.3. Nabo forrageiro (*Raphanus Sativus* L. var. *oleiferus* Metzg.)**

O nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L. var. *oleiferus* Metzg.), pertencente à família Cruciferae, é uma planta anual, alógama, herbácea, ereta, muito ramificada e que pode atingir de 100 a 180 cm de altura, caracterizando-se pelo crescimento inicial extremamente rápido, e aos 60 dias após a emergência promove a cobertura de 70% do solo, sendo empregada nas regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil e no Estado de São Paulo, como material para adubação verde de inverno e planta de cobertura, em sistemas de cultivo conservacionistas como o plantio direto e o cultivo mínimo (CALEGARI, 1990).

Além do grande valor na alimentação animal, o nabo forrageiro é de grande utilidade como planta de cobertura, devido ao seu crescimento agressivo e controle de ervas daninhas, demonstrado também elevada capacidade de reciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, tornando-a uma planta de cobertura vantajosa em sistemas de rotação de culturas. Apresenta elevada produção de massa verde durante a época mais fria do ano, cobrindo o solo eficientemente durante um período de alta erosividade. (DERPSCH; CALEGARI, 1992).

A época de semeadura do nabo-forrageiro estende-se de maio a junho. A semeadura poderá ser feita a lanço ou em linhas, com profundidade de 3 a 4 cm. Recomendam-se de 10 a 20 kg ha<sup>-1</sup> de sementes. A massa de 1.000 sementes varia de 6 a 14 g. Apresenta produtividade média de 3.000 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca da parte aérea e, mesmo em áreas sem adubação, esse valor pode oscilar entre 2.000 e 6.000 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca no estágio de floração (DERPSCH; CALEGARI, 1992; CALEGARI, 1998).

#### **2.4.4. Aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.)**

A aveia preta é uma gramínea de inverno, apresenta dois sistemas radiculares: um seminal e outro de raízes permanentes (FLOSS, 1982). É uma espécie rústica, pouco exigente em fertilidade de solo, caracteriza-se por crescimento vigoroso e tolerância à acidez nociva do



solo, causada pela presença de alumínio. Tem se adaptado bem nos estados do Paraná, de Santa Catarina, do Rio Grande do Sul, de São Paulo e do Mato Grosso do Sul (DERPSCH; CALEGARI, 1992). É cultura adequada para uso em sistemas de rotação de culturas com cevada, com trigo, com centeio e com triticale, pois diminui a população de alguns patógenos que afetam esses cereais, tais como a podridão comum, *Bipolaris sorokiniana* (REIS; BAIER, 1983), e, também, o mal-do-pé, *Gaeumannomyces graminis* var. *tritici* (SANTOS; REIS, 1995). A aveia preta desenvolve-se em regiões temperadas e nas subtropicais, sendo cultivada tanto ao nível do mar como em altitudes de 1.000 a 1.300 m (DERPSCH; CALEGARI, 1992). Apresenta ciclo produtivo mais longo no outono e na primavera, podendo, em invernos muito frios, apresentar uma taxa de crescimento reduzida, adapta-se bem a grande variedade de solos preferindo, porém, os argilosos, nos quais não ocorre estagnação de água. Vegeta bem em solos com pH de 5 a 7. Responde à fertilização do solo, com aumento do rendimento de biomassa. Esta gramínea é eficiente na reciclagem de nutrientes do solo devido ao seu sistema radicular bastante desenvolvido. O seu cultivo também reduz a infestação de invasoras, principalmente as de folha estreita, diminuindo o custo de controle das mesmas (ALMEIDA; RODRIGUES, 1985).

A época de semeadura pode variar de março a julho, dependendo da finalidade de uso. A aveia preta pode ser estabelecida em plantio direto. Quando semeada em linha, recomenda-se o mesmo espaçamento usado para trigo (0,17 a 0,20 m). Para produção de semente é recomendável a densidade de 250 a 300 sementes aptas  $m^{-2}$  e 350 a 400 sementes aptas  $m^{-2}$ . A quantidade de semente a ser usada varia de 60 a 80 kg/ha, dependendo do poder germinativo e do peso de 1.000 sementes, o qual oscila entre 12 e 18 g. A profundidade de semeadura recomendada é de 3 a 5 cm. Quando semeada a lanço, deve-se usar 30 a 50% a mais de semente; quando consorciada, recomenda-se de 50 a 60  $kg\ m^{-1}$  de semente.

Aproximadamente 60 dias após a emergência, com cerca de 30 cm de estatura, a aveia preta apresenta disponibilidade de 1.000 a 1.500 kg de MS  $ha^{-1}$ , ou seja, 0,6 a 1,0 kg de forragem verde  $m^{-2}$ , com 15 a 18% de MS.

#### **2.4.5. Milheto (*Pennisetum Americanum* (L.) Leek)**

Milheto é uma gramínea anual de verão, de porte ereto, e apresenta perfilhamento abundante. A estatura do colmo pode superar 3,0 m. Pode atingir 1,5 m aos 50 a 55 dias após a emergência, possui folhas com lâminas largas. A inflorescência é uma panícula longa e contraída (ALCÂNTARA; BUFARAH, 1986). É uma planta que se adapta bem a vários tipos

de solos, apresentando boa persistência em solo de baixa fertilidade e déficit hídrico, embora responda com ótimas produtividades em solo de média a boa fertilidade e adubação. Não resiste a geadas e solos encharcados. Até o momento não se tem verificado danos maiores causados por doenças, embora haja ataque de pragas como cigarrinhas e lagartas.

Em plantio de primavera/verão em áreas que não sofreram nenhuma adubação anterior, o solo deve ser corrigido como se fosse para plantio de uma forrageira de média exigência. Para solos de textura média a saturação por base deverá ser elevada para cerca de 40% a 45%, o fósforo para 6 a 8 mg dm<sup>-3</sup>, o potássio para 50 mg dm<sup>-3</sup>. O nitrogênio deverá ser usado na base de 50 kg ha<sup>-1</sup> a 100 kg ha<sup>-1</sup>. O milheto pode ser semeado no início da primavera, por ocasião das primeiras chuvas, até início do outono.

A semeadura poderá ser efetuada a lanço ou em linha, sendo que de preferência deve-se utilizar a semeadura em linha. A profundidade de semeadura pode variar de 2 cm a 4 cm. Para semeadura a lanço utiliza-se 20% a mais de semente/ha. Os cultivares atualmente utilizados no Brasil Central são o milheto comum, BN1, BN2 e, mais recentemente, BR 1501. Apresenta alta produtividade e precocidade, durante períodos de escassez das forrageiras perenes. (PEREIRA FILHO et al. 2003).

#### **2.4.6. Braquiaria (*Brachiaria* spp.)**

As brachiárias permitem a obtenção de uma palhada de excelente qualidade que vai persistir até a primavera-verão seguinte. Dependendo do ano, a produção de palha pode variar de 5 a 12 toneladas de matéria seca por hectare.

Os benefícios não são percebidos apenas sobre o solo. Sob a superfície, os efeitos positivos também são sentidos. Um deles é a formação de um bom sistema radicular. As braquiárias têm uma formação de raiz muito boa, o que permite uma boa ciclagem de nutrientes como nitrogênio, potássio, fósforo e enxofre. Outras vantagens agrônomicas também estão associadas, como a supressão de plantas daninhas, de pragas e doenças, solubilização de fósforo, auxílio à ação das micorrizas e todos os ganhos oriundos da manutenção da umidade residual. Ganha-se também com a atividade biológica. O estabelecimento do sistema radicular origina canalículos que vão auxiliar a infiltração das águas da chuva no verão seguinte. Sem contar também com o aumento da matéria orgânica e o seqüestro de carbono. Contudo, a maior de todas as vantagens é mesmo a proteção do solo.

## 2.5. Consórcios de plantas de cobertura

As plantas de cobertura poderão ser plantadas em cultivo singular ou em associações. Pode-se fazer uso do consórcio de gramíneas e leguminosas ou, ainda, misturar duas, três ou mais espécies. Além de apresentarem importante efeito melhorador das propriedades físicas do solo (agregação, estruturação), produzem resíduos de relação C/N intermediária que favorece a mineralização de N e promovem maior equilíbrio e acúmulo de C no perfil do solo ao longo dos anos. (CALEGARI, 2008).

Para Perin et al. (2006), o pré-cultivo consorciado de plantas de cobertura, em especial os consórcios entre leguminosas e gramíneas, traz benefícios para as áreas de produção por fornecer uma palhada com relação C/N intermediária, favorecendo uma melhor sincronia na liberação de nitrogênio e conseqüente aproveitamento pelas culturas. Além disso, Giller (2001) relata consórcios entre leguminosas e gramíneas onde se observou elevação da fixação biológica de nitrogênio nas leguminosas, devido à maior absorção do N do solo pelas gramíneas, o que favoreceria o processo de nodulação das leguminosas.

A vantagem da utilização de plantas da família das leguminosas como plantas de cobertura, está no potencial de produção de biomassa e fornecimento de N, principalmente em solos pobres em matéria orgânica. Entretanto, são plantas com baixa relação C/N, apresentando elevada velocidade de decomposição e liberação de nutrientes de seus resíduos (GIACOMINI et al., 2000). Por outro lado, as gramíneas, se destacam pela capacidade de produzir biomassa com resíduos com relação C/N elevada, contribuindo para menor taxa de decomposição e liberação de nutrientes para culturas. Além disso, a presença de uma espécie gramínea como adubo verde é importante para o a absorção de K das camadas sub-superficiais, disponibilizando-o na superfície do solo. Além disso, também contribui para o aproveitamento do P residual das adubações anteriores (ROSSI et al., 2008).

Consoiciando monocotiledôneas e dicotiledôneas, é possível obter uma fitomassa com relação C/N intermediária àquela das espécies em culturas solteiras, conforme demonstraram Ranells & Wagger (1996), Além da relação C/N, as proporções dos carboidratos estruturais e lignina também podem ser alteradas nos resíduos culturais de espécies consorciadas (RANELLS; WAGGER, 1996),

Neste contexto, trabalhos recentes têm evidenciado o potencial de se combinar leguminosas com plantas de outras famílias botânicas, o que pode contribuir para obtenção de uma relação C/N intermediária, promovendo maior eficiência no fornecimento de nutrientes

às culturas de interesse comercial (GIACOMINI et al., 2003) e no controle de plantas espontâneas (SILESHI; MAFONGOYA, 2003).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

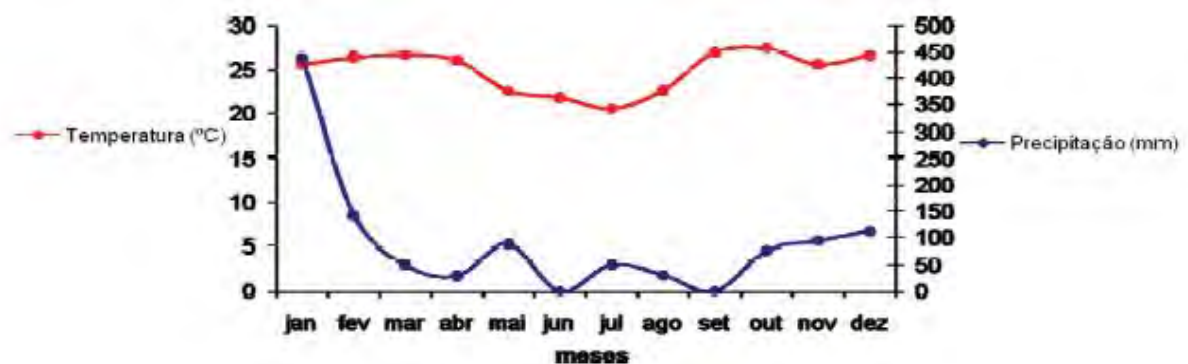
#### 3.1. Localização do experimento

O estudo foi desenvolvido na área experimental da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia, UNESP/Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS durante as safras de 2007/08 e 2008/09. As coordenadas geográficas da área em estudo são 20°22' de Latitude Sul e 51°22' de Longitude Oeste e com altitude média de 335m, sendo o clima da região classificado segundo Köppen (1948), como do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Apresenta temperatura média anual de 23,5°C, precipitação média anual de 1.370 mm e umidade relativa média anual de 64,8%.

#### 3.2. Precipitação e Temperatura para Selvíria - MS

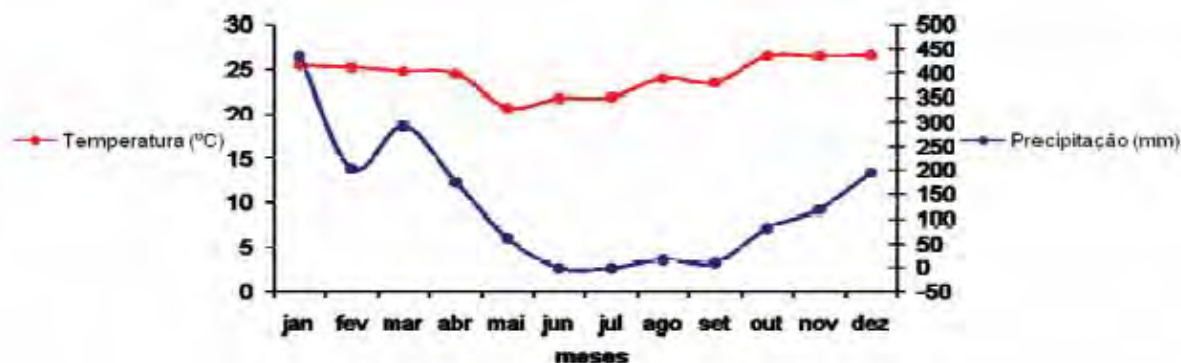
A quantidade e a frequência de chuvas que ocorrerem no experimento, bem como as médias de temperatura e umidade relativa do ar, foram obtidas no Posto Meteorológico da Fazenda Experimental pertencente à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP. Foram coletadas informações de temperatura média mensal e umidade média mensal para a localidade de Selvíria-MS e demonstrados nas figuras 1 e 2.

**Figura 1-** Precipitação pluvial e temperaturas médias, no período de janeiro de 2007 a Dezembro de 2007. Selvíria-MS.



Fonte: Nakayama (2008)

**Figura 2-** Precipitação pluvial e temperaturas médias, no período de janeiro de 2008 a dezembro de 2008. Selvíria-MS.



Fonte: Nakayama (2008)

### 3.3. Características do solo

O solo da área, onde foi conduzido o experimento é do tipo LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico, textura argiloso, alumínico, fortemente ácido, conforme classificação brasileira dos solos (EMBRAPA, 2006). Antecedendo a instalação do experimento foi efetuada análise química desse solo em amostras retiradas a profundidade de 0 a 10 e 10 a 20 cm de profundidade seguindo a metodologia de análise descrita por Raij e Quaggio (1983).

### 3.4. Delineamento Experimental

O delineamento experimental empregado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições no esquema fatorial 4x4, totalizando 16 tratamentos. Os tratamentos compreenderam os fatores: 1. Dicotiledôneas: a- Guandu, b- Crotalária, c-Nabo forrageiro, d-sem dicotiledônea; 2. Monocotiledôneas : a- Aveia Preta, b- Milheto, c- Brachiaria, d-sem monocotiledônea.

### 3.5. Características das culturas empregadas como coberturas vegetais

As culturas que serviram de palhadas tinham como características:

Nabo forrageiro: cultivar AL1001 , semente fiscalizada, pureza 99,8%, germinação 87%, massa média de 1000 sementes 9,4 g, sendo semeado 15 Kg ha<sup>-1</sup>.

Crotalaria: *Crotalaria juncea* cultivar IAC-KR-1/categoria S2, semente não tratada, pureza 95%, germinação 70%, semeada 25 Kg ha<sup>-1</sup>.

Guandu: feijão guandu cultivar fava-larga, semente não tratada, pureza 99%, germinação 83%, semeado 50 Kg ha<sup>-1</sup>.

Milheto: cultivar BN2/categoria S2, pureza 95%, germinação 75%, semeado 20 Kg ha<sup>-1</sup>.

Aveia: aveia preta cultivar comum/categoria S2, pureza 95%, germinação 75%, 70 Kg ha<sup>-1</sup>

Braquiaria: *Brachiaria ruziziensis*, sementes puras, V% = 80, semeados 20 Kg ha<sup>-1</sup>

### 3.6. Experimento e tratos culturais

#### 3.6.1. Preparo do solo

Em 2005, na área utilizada para o trabalho estava sendo conduzida a cultura do algodoeiro sobre os mesmos tratamentos. Em Julho de 2006 foi realizado o preparo do solo, com profundidade de 30 cm, mediante a utilização arado de aiveca e grade. Em conjunto com a operação de gradagem, e para elevar a saturação por bases a 70% (SILVA; RAIJ, 1997) foi realizada a aplicação de 2,4 t ha<sup>-1</sup> de calcário de acordo com análise prévia do solo (Tabela 1). Durante todo o ano de 2006 a setembro de 2007 área experimental permaneceu em pousio.

**Tabela 1-** Resultados da análise química do solo da área experimental. Selviria, MS - 2005.

	P	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	S.B.	T	V	M
	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	CaCl				mmolc/dm <sup>3</sup>				%	%
<b>0-10cm</b>	13	38	4,6	2,4	4	4	31	3	10	42	25	23
<b>10-20cm</b>	12	20	4,6	3,1	5	5	37	2	13	50	26	16

#### 3.6.2. Instalação do experimento

Procedeu-se a instalação do experimento em 15/08/2007 com a semeadura das culturas utilizadas como coberturas vegetais em suas respectivas parcelas utilizando o delineamento experimental fatorial completo com 4 repetições. O espaçamento em todos os tratamentos foi de 0,3m entre linha e, quando havia consórcio, as duas culturas envolvidas foram semeadas na mesma linha, sendo que as sementes foram misturadas em baldes nas proporções

recomendadas para cada cultura. Na ocasião da semeadura as linhas foram adubadas com  $80 \text{ kg ha}^{-1}$ , fertilizante formulado 8-28-16 de N,  $\text{P}_2\text{O}_5$  e  $\text{K}_2\text{O}$  na respectivamente considerando uma dose média para as culturas de cobertura utilizadas. Para a realização da semeadura foi utilizada uma semeadora tratorizada aplicando fertilizante e abrindo os sulcos espaçados 0,3m, para facilitar a semeadura, que foi realizada manualmente. Após a semeadura, as linhas foram cobertas com auxílio de enxadas.

**Figura 3-** Vista geral do experimento, ano agrícola 2007/2008.



Foto: Nakayama (2007)

Para o segundo ano de experimentação, a semeadura das plantas de cobertura foi antecipada para o dia 28/07/2008, favorecendo o desenvolvimento das culturas consideradas de inverno (Nabo forrageiro e Aveia preta), visto que durante o primeiro ano de experimentação estas espécies não se desenvolveram adequadamente, devido a época de semeadura.

**Figura 4-** Vista geral do experimento, ano agrícola 2008/2009.



Foto: Nakayama (2009)



Para o estabelecimento das plantas de cobertura foi necessário a utilização de irrigação por aspersão, já que nos períodos em que foram conduzidas para os 2 anos de experimentação, os níveis de precipitação não foram o suficiente para a emergência das culturas.

**Figura 5-** Tratamentos não consorciados. Ano agrícola 2008/09.



Foto: Nakayama (2009)

**Figura 6-** Tratamentos consorciados. Ano agrícola 2008/09.



Foto: Nakayama, 2009

A cultura do algodoeiro da na safra 2007/08 foi implantada em 28/11/2007 e germinou em 05/12/2007. As parcelas tiveram quatro linhas de algodoeiro, com comprimento de 5,0 m,

espaçadas de 0,9 m, com 8 plantas por metro de linha. Para a safra 2008/09 a implantação das coberturas vegetais ocorreu em 28 de julho e a semeadura direta do algodão em 20 de novembro de 2008.

**Figura 7-** Cultura do algodoeiro estabelecida na safra 2008/09.



Foto: Nakayama (2009)

### 3.6.3. Adubação

As adubações de semeadura do algodoeiro, realizadas nos dias 28 de novembro dos anos de 2007 e 20 de novembro de 2008, foram feitas concomitantemente com a operação de semeadura do algodoeiro. Estas foram realizadas sem a aplicação de nitrogênio, contudo seguiram as recomendações de Silva e Raij, (1997) para o P e K que, com base na análise de solo (Tabela 1), utilizaram  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (superfosfato simples) e  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  (cloreto de potássio) para os dois anos de estudos. As adubações de cobertura foram realizadas aos 20 e 40 dias após a semeadura dividido em duas doses de  $40 \text{ kg.ha}^{-1}$  de N nos dois anos de experimentação.

### 3.6.4. Regulador de crescimento

O regulador de crescimento, Cloreto de mepiquat (PIX), foi aplicado de forma única, aos 70 d.a.e. para os dois anos de cultivo, com pulverizador costal, na dose de  $1,0 \text{ L ha}^{-1}$  do produto comercial “PIX”. As pulverizações foram realizadas no período matutino com intuito de evitar altas temperaturas ocorridas ao longo do dia.

### **3.6.5. Controle de plantas daninhas**

O controle de plantas daninhas foi realizado através de manejo químico e por capinas manuais. Ao redor dos 30 d.a.e. nos dois anos agrícolas de cultivo, foram realizadas aplicações do herbicida Pyriithiobac-sodium (Staple) utilizando-se pulverizador acoplado a um trator, em toda área do ensaio, na dose de 0,3 L ha<sup>-1</sup> da formulação comercial. As capinas manuais foram realizadas sempre que, após avaliação, fosse encontrada necessidade de realização.

### **3.6.6. Controle pragas e doenças**

O controle de pragas e doenças foi realizado visando o bom desenvolvimento das plantas de algodoeiro, de modo que não interferissem nos tratamentos em estudo. As principais pragas encontradas e controladas foram: curuquerê (*Alabama argilacea*), lagarta da maçã (*Heliothis virescens*), percevejo manchador (*Dysdercus ruficollis*) e bicudo (*Anthonomus grandis*). Procedeu-se para controle de pragas a aplicação de inseticidas sempre que o nível de infestação da praga chegou à nível de dano econômico, atendendo os critérios do MIP – manejo integrado de pragas.

### **3.6.7. Cultivar**

A cultivar Deltaopal apresenta grande adaptação de na região do Cerrado, sendo este um dos motivos de sua escolha, para realização do estudo. Apresenta forma cônica, ciclo de desenvolvimento de até 160 dias, necessita de uso de regulador de crescimento, pois pode chegar até a 1,6 m de altura. Apresenta ainda resistência a acamamento, viroses e bacterioses (MDM SEMENTES, 2006).

## **3.7. Variáveis Analisadas**

### **3.7.1. Parâmetros avaliados nas plantas de cobertura:**

#### **3.7.1.1. Fitomassa seca:**

Para a avaliação de fitomassa seca, coletaram-se plantas inteiras, seccionadas rente ao solo, em número de três subamostras, com o uso de um quadrado de madeira de 0,5 x 0,5 m aos 50 dias após a implantação. Em seguida, foram secadas em estufa, com circulação forçada de ar, por 72 horas a 65°C, e pesadas para obtenção da fitomassa seca, conforme mostrado na figura 3.

**Figura 8-** Primeira coleta de resíduo vegetais do milho com o auxílio do quadro de madeira e foice.

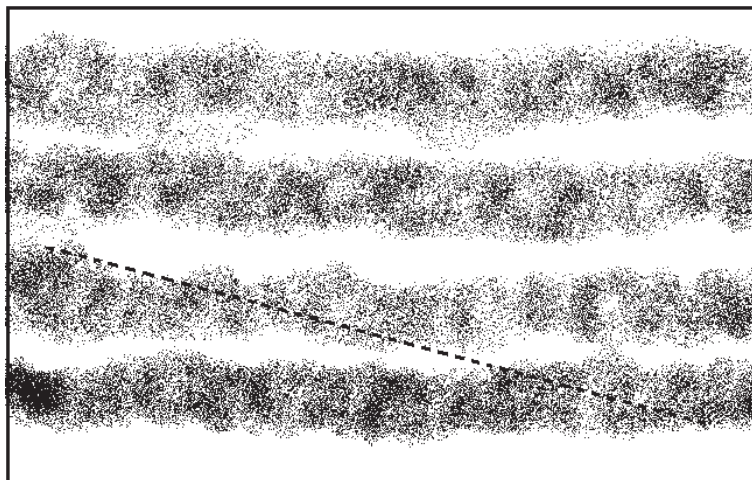


Foto: Nakayama (2007)

### 3.7.1.2. Cobertura do solo:

Foram avaliadas a percentagem de cobertura vegetal do solo e a fitomassa seca remanescente sobre o solo. A cobertura do solo foi determinada empregando-se uma adaptação do método da transeção linear (SLONEKER; MOLDENHAUER, 1977). Utilizou-se uma corda de 5,0 m de comprimento, com marcações a cada 10 cm; e sempre que um ponto marcado coincidiu com a presença de palha sob ele, computou-se presença de cobertura, considerando-se também a cobertura de plantas daninhas nas testemunhas. A percentagem de cobertura vegetal do solo foi avaliada pela média de duas medições, realizadas nas diagonais de cada parcela. A percentagem de cobertura foi obtida calculando-se os pontos coincidentes com palhada e/ou cultura da soja, dividindo-os pelo número total de pontos da corda (50) e o resultado multiplicado por 100.

**Figura 9-** Ilustração da metodologia utilizada para % de cobertura.



Fonte: Nakayama (2011)

### **3.7.2. Análises de solo:**

#### **3.7.2.1. Análise química do solo:**

Após o término do experimento, posteriormente a colheita do algodão em maio de 2009, foram realizadas 4 amostragens simples de solo por parcela nas camadas de 0-20 cm para fins de análise química e verificação dos efeitos das coberturas vegetais sobre os atributos químicos do solo. As amostras foram encaminhadas ao laboratório de solos para determinações de pH, dos teores de P, M.O., H+Al, Al, K, Ca, Mg, S e valores de SB, CTC, V% e m%. As análises foram realizadas seguindo a metodologia descrita por Raij e Quagio (1983, 1987), Raij et al. (2001) e Embrapa (1999).

#### **3.7.2.2. Análise física do solo**

##### **3.7.2.2.1. Macroporosidade, microporosidade, densidade e porosidade total**

Durante o segundo ano de condução do experimento em janeiro de 2009, período correspondido à fase reprodutiva do algodoeiro, foram determinadas para as profundidades de 0-0,20m e 0,20-0,40m as seguintes propriedades físicas: macroporosidade, microporosidade e porosidade total. O método utilizado foi o da mesa de tensão, de acordo com a metodologia adotada pela EMBRAPA (1997), com o emprego de amostras com estrutura não deformada. Para determinação da densidade do solo coletou-se no campo uma amostra de solo com sua estrutura preservada (amostra indeformada), de volume conhecido e colocou-se o cilindro

contendo o solo com estrutura preservada em estufa a 105 °C por 24 a 48 horas. Após a secagem, divide-se a massa de solo seco pelo volume interno do cilindro.

#### **3.7.2.2. Resistência à penetração**

Após a semeadura e manejo das culturas de inverno, em novembro de 2007 e outubro de 2008 foram realizadas análises de resistência à penetração do solo utilizando um penetrógrafo tipo Penetrographer PATSC-60, cuja metodologia está descrita em Tormena e Roloff (1996). No mesmo momento foram retiradas amostras de solo com auxílio de trado Tipo Sonda, sendo então acondicionadas em sacos plásticos. Estas amostras foram encaminhadas para o Departamento de Solos da FE/Unesp/Ilha Solteira, onde realizou-se a pesagem de cada amostra obtendo assim o peso úmido. Na seqüência estas foram levadas para uma estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 105 °C. Após 24 horas realizaram-se as leituras de peso seco e por diferença dos pesos (peso úmido – peso seco) foi obtida a umidade gravimétrica.

#### **3.7.3. Características do algodoeiro**

As características foram avaliadas em dez plantas na seqüência de uma mesma linha, em cada parcela, para os dois anos de avaliações.

- **Altura de plantas:** Realizada aos 45, 100 e 160 dias após a semeadura, com auxílio de trena, sendo a medição feita do solo ao ápice da planta.
- **Diâmetro do caule:** Realizada aos 45, 100 e 160 dias após a semeadura, com auxílio de paquímetro, na altura de 2 cm em relação ao solo.
- **Número médio de nós:** Realizada aos 45, 100 e 160 dias após a semeadura, através da contagem com observação visual.
- **Comprimento do quinto, sétimo, nono e décimo primeiro ramo reprodutivo:** Realizada aos 45, 100 e 160 dias após a semeadura, com auxílio de trena, nos referidos ramos, da base para o ápice de cada um.

- **Massa de 20 capulhos:** Realizado por coleta aleatória de 20 capulhos, nas duas linhas centrais das parcelas, no terço médio das plantas, no momento da colheita. Após pesagem com balança digital, foi obtida a massa de 1 capulho por divisão do valor encontrado.
- **Número de capulhos por planta** - O número de capulhos formados por planta foi verificado através da contagem do número de capulhos por ocasião da colheita tomada de dez plantas na mesma linha e realizada a média por planta
- **Produção de algodão em caroço:** Obtida através da colheita manual das duas linhas centrais de cada parcela, seguido da obtenção da massa de algodão em caroço através de balança digital.

### **3.8. Análise dos dados:**

Os dados obtidos no presente trabalho foram submetidos à análise de variância através do teste F e teste de comparação de médias (Tukey) para variáveis discretas ao nível de significância de 5%, utilizando-se a metodologia descrita por Pimentel Gomes (2000).

## 4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Análise de plantas de cobertura: Percentagem de cobertura vegetal e matéria seca formada.

Os valores de  $p > F$  e teste de comparação de médias para percentagem de cobertura do solo e fitomassa seca remanescente dos resíduos das plantas de cobertura para o ano agrícola 2007/08 são demonstrados na Tabela 2. Para avaliação de matéria seca, os médios obtidos corroboram com grande parte da literatura descrita para as plantas trabalhadas. A massa de matéria seca obtida para aveia preta, brachiaria e nabo forrageiro se enquadram nas tabelas descritas por Wutke et al. (2009), ( 2,5 – 11; 4 – 20 e 2 – 9 ton ha<sup>-1</sup> , respectivamente) e Milheto, Feijão Guandu e Crotalária obtiveram valores inferiores aos descritos. Carvalho (2000) relatou que a produção de Milheto pode variar de 10024 a 10360 kg ha<sup>-1</sup>, em solo de cerrado, porém Pitol et al. (1996) menciona que a produção de fitomassa seca pode variar de 4000 a 5000 kg ha<sup>-1</sup> e França e Madureira (1989), em área de cerrado, sem adubação produziram 4500 kg ha<sup>-1</sup>, sem adubação. De acordo com Alvarenga et al. (2001), 6000 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca é a quantidade considerada mínima capaz de proporcionar uma boa cobertura do solo. Os valores obtidos neste trabalho ficaram aquém das maiores médias descritas, cuja explicação para essas quantidades de matéria seca produzida pode estar relacionada com a época de plantio, considerado “safrinha” e pelos baixos índices pluviométricos da época. Ainda assim, ressalta-se a importância de estabelecer uma cobertura vegetal para a época, haja visto os benefícios proporcionados, já descritos anteriormente. Nota-se que houve significância ocorrendo interação entre plantas de cobertura monocotiledôneas e dicotiledôneas.



**Tabela 2-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para percentagem de cobertura do solo e fitomassa seca remanescente dos resíduos das plantas de cobertura. Selvíria/MS. Ano agrícola 2007/08.

Teste F	Cobertura do solo	Fitomassa seca
	<b>p&gt;F</b>	
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,0001**	0,0001**
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,0056**	0,0047**
<b>m*d</b>	0,0001**	0,0001**
	<b>(%)</b>	<b>(kg ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>Sem mono</b>	72,25 c	3690 c
<b>Aveia preta</b>	82,44 b	4320 bc
<b>Brachiaria</b>	89,69 a	4802 b
<b>Milheto</b>	91,06 a	6750 a
<b>Sem dico</b>	82,56 ab	5272 ab
<b>Nabo forrageiro</b>	80,94 b	4472 b
<b>Feijão Guandu</b>	85,81 a	5392 a
<b>Crotalária</b>	86,13 a	4425 b
<b>C.V. %</b>	5,52	18,87
<b>D.M.S.</b>	4,36	870,4

\*\* , \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

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

A Tabela 03 demonstra que para área de cobertura vegetal, todas as monocotiledôneas quando não consorciadas, superam o tratamento testemunha aos 45 dias após semeadura. Quando consorciadas, associando as monocotiledôneas com o Nabo forrageiro, todos os consórcios superam o Nabo forrageiro isolado. Brachiaria + Guandu e Milheto + Guandu demonstraram uma maior percentagem de cobertura do solo que o Guandu isolado ou mesmo o consórcio de Guandu com Aveia preta. No caso do consórcio com Crotalária, a situação é idêntica, ou seja, onde Crotalária isolada ou mesmo o consórcio com Aveia preta não conseguiram superar significativamente consórcios de Brachiaria + Crotalaria e Milheto + Crotalária. Rangel et al. (2011) relataram que os tratamentos com espécies de gramíneas como o Milheto, o capim Pé de galinha associadas a leguminosas como a Crotalária demonstraram bons resultados na cobertura do solo corroborando com os resultados deste trabalho. De maneira geral, percebe-se que os consórcios de monocotiledôneas + dicotiledôneas proporcionaram sempre os maiores valores de área de cobertura que as plantas dicotiledôneas e quando comparam-se somente as dicotiledôneas, Guandu e Crotalária foram os tratamentos com valores superiores ao Nabo forrageiro e Testemunha. Fato este pode estar relacionado com a época de semeadura, que não é recomendada para Nabo forrageiro e Aveia preta, consideradas plantas de inverno.

**Tabela 3-** Desdobramento de interações entre as diferentes plantas de cobertura para percentagem de cobertura do solo (%). Selvíria-MS, ano agrícola 2007/08.

<b>Dicotiledôneas</b>	<b>Monocotiledôneas</b>			
	<b>Sem mono</b>	<b>Aveia preta</b>	<b>Brachiaria</b>	<b>Milheto</b>
<b>Sem dico</b>	69,25 bB	82,00 A	89,75 A	89,25 A
<b>Nabo forrageiro</b>	60,00 cB	86,50 A	87,75 A	89,50 A
<b>Feijão Guandu</b>	79,25 aB	78,50 B	88,75 A	96,75 A
<b>Crotalária</b>	80,50 aB	82,75 B	92,50 A	88,75 AB
<b>D.M.S.</b>			8,73	

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical e maiúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A Tabela 04 demonstra a interação entre as plantas de cobertura para os valores médios de matéria seca formada após o manejo de plantas. Destaca-se que as médias de produção estão aquém das médias descritas por Wutke et al. (2009), para o cultivo de verão das culturas de cobertura. Outro fato importante a ser considerado, explicando as médias baixas é o da adoção de espaçamento comum para todos os tratamentos, haja visto que quando os as plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas foram consorciadas, a discrepância nos espaçamentos fica evidente. Dentre as monocotiledôneas, o Milheto foi isoladamente superior, produzindo mais de 8290 Kg ha<sup>-1</sup> de fitomassa seca, seguido de brachiaria e aveia preta com valores semelhantes diferindo da testemunha com os mais baixos valores de matéria seca de plantas, que neste caso originou-se de plantas daninhas e remanescentes que naturalmente se desenvolveram naquelas parcelas. Dentre as dicotiledôneas o Nabo forrageiro, Guandu e Crotalária diferiram da testemunha, sendo o Nabo forrageiro o tratamento com as maiores massas de matéria seca e superior a Crotalária. O período de semeadura que no ano em questão foi antecipada para o mês de julho pode ter favorecido o desenvolvimento do Nabo forrageiro, já que é considerada uma planta de inverno.

**Tabela 4-** Desdobramento de interação entre as diferentes plantas de cobertura para fitomassa seca remanescente dos resíduos das plantas de cobertura (kg ha<sup>-1</sup>). Selvíria-MS, ano agrícola 2007/08.

<b>Dicotiledôneas</b>	<b>Sem</b>	<b>Monocotiledôneas</b>		
		<b>Aveia preta</b>	<b>Brachiaria</b>	<b>Milheto</b>
<b>Sem dico</b>	2250,00 cC	4600,00 B	5949,60 B	8290,10 aA
<b>Nabo forrageiro</b>	5030,00 a	3850,00	4360,00	4650,00 c
<b>Feijão Guandu</b>	4430,00 abB	5080,00 B	4550,00 B	7610,00 abA
<b>Crotalária</b>	3150,10 bcB	3749,60 B	4350,00 B	6450,00 bA
<b>D.M.S.</b>		1740,8		

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical e maiúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Nota-se que houve significância quando analisado a área de cobertura do solo em decorrência do resíduo da palhada manejada das plantas de cobertura para o ano de 2009. A Tabela 05 ilustra o teste de comparação de médias, destacando a presença de interação entre plantas dicotiledôneas e monocotiledôneas para esta variável.

De maneira geral, tanto para dicotiledôneas como nas monocotiledôneas os tratamentos superaram o tratamento Testemunha, mesmo observando que na ocasião, a presença de plantas daninhas assumiu o papel de cobrir as parcelas testemunhas. Repetindo o ocorrido em 2008, quando as monocotiledôneas foram associadas com as dicotiledôneas, ocorreram interações sendo obtidos os resultados: No consórcio com Nabo forrageiro, todas as monocotiledôneas consorciadas superaram o Nabo forrageiro isolado. Milheto + Guandu forneceu maior área de cobertura se comparado à Aveia preta + Guandu ou Guandu isolado e Crotalária isolada não conseguiu superar a Crotalária consorciada com as plantas monocotiledôneas.

**Tabela 5-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para percentagem de cobertura do solo e fitomassa seca remanescente dos resíduos das plantas de cobertura. Selvíria-MS, ano agrícola 2008/09.

Teste F	Cobertura do solo	Fitomassa seca
	p>F	
Monocotiledôneas (m)	0,0001**	0,0001**
Dicotiledôneas (d)	0,0434*	0,0014**
m*d	0,0001**	0,0001**
	(%)	(kg ha <sup>-1</sup> )
Sem mono	68,88	3460,00
Aveia preta	79,00	3900,00
Brachiaria	86,25	4085,20
Milheto	87,81	5037,60
Sem dico	79,44	3967,60
Nabo forrageiro	78,25	3927,60
Feijão Guandu	81,13	4845,20
Crotalária	83,13	3742,40
C.V. %	6,15	19,37
D.M.S.	4,67	753,20

\*\* , \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

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

Corroborando com o ocorrido em área de cobertura, a Tabela 06 demonstra os desdobramentos das interações ocorridas entre as diferentes plantas de cobertura para matéria seca das plantas, no qual novamente o tratamento Testemunha obteve valores aquém, tanto das plantas monocotiledôneas quanto das dicotiledôneas. Quanto aos consórcios, de forma geral o Milheto associado à dicotiledôneas proporcionou valores superiores aos demais tratamentos, com exceção do consórcio Nabo forrageiro + Milheto, no qual o nabo forrageiro isolado superou o consorciado. Vale ressaltar que quando as dicotiledôneas foram associadas à Brachiaria, também quando sozinha obteve maior fitomassa seca se comparado aos consórcios com esta gramínea.

**Tabela 6-** Desdobramento das Interações entre as diferentes plantas de cobertura para percentagem de cobertura do solo (%). Selvíria-MS, ano agrícola 2008/09.

Dicotiledôneas	Monocotiledôneas			
	Sem mono	Aveia preta	Brachiaria	Milheto
Sem dico	65,75 bcC	77,50 B	87,75 A	86,75 AB
Nabo forrageiro	57,25 bB	83,25 A	85,50 A	87,00 A
Feijão Guandu	75,00 abB	75,25 B	83,25 AB	91,00 A
Crotalária	77,50 aB	80,00 AB	88,50 A	86,50 AB
D.M.S.			9,33	

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical e maiúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Seguindo a tendência do ano anterior, observam-se que os consórcios envolvendo a associação de monocotiledôneas e dicotiledôneas prevaleceram com médias superiores de matéria seca em relação aos tratamentos fora do consórcio.

**Tabela 7-** Desdobramento das interações entre as diferentes plantas de cobertura para fitomassa seca remanescente dos resíduos ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). Selvíria-MS, ano agrícola 2008/09.

<b>Dicotiledôneas</b>	<b>Monocotiledôneas</b>			
	<b>Sem mono</b>	<b>Aveia preta</b>	<b>Brachiaria</b>	<b>Milheto</b>
<b>Sem dico</b>	2060 cB	4210 A	5320 aA	4280 bA
<b>Nabo forrageiro</b>	4960 aA	3549 AB	3150 bB	4050 bB
<b>Feijão Guandu</b>	3930 abB	4450 B	4309 abB	6690 aA
<b>Crotalária</b>	2890 bcB	3389 B	3560 bB	5130 bA
<b>D.M.S.</b>	1506,00			

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical e maiúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## 4.2. Propriedades físicas do solo

### 4.2.1. Umidade gravimétrica do solo e resistência a penetração

Na Tabela 08 encontram-se os resultados da umidade gravimétrica do solo realizada em novembro de 2007, após o manejo das culturas de inverno, para o perfil do solo em função dos tratamentos em estudo. Pela análise da referida tabela verifica-se que somente na profundidade 0-15 cm ocorreu alteração na umidade em função da utilização das plantas de cobertura, no qual verificou a ocorrência da interação entre mono e dicotiledôneas.

**Tabela 8-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para umidade gravimétrica do solo ( $\text{kg kg}^{-1}$ ), na entre linha de plantio, ao longo do perfil, em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, 2008/09.

<b>Teste F</b>	<b>Profundidade 0-15 cm</b>	<b>Profundidade 15-30 cm</b>	<b>Profundidade 30-45 cm</b>	<b>Profundidade 45-60 cm</b>
	<b>p&gt;F</b>			
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,3763	0,3359	0,5876	0,5626
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,6152	0,2138	0,0518	0,6103
<b>m*d</b>	0,0050**	0,8554	0,1876	0,3646
	<b>(m)</b>			
	<b>(kg kg<sup>-1</sup>)</b>			
<b>Sem mono</b>	0,156	0,166	0,187	0,204
<b>Aveia preta</b>	0,159	0,167	0,188	0,204
<b>Brachiaria</b>	0,157	0,170	0,187	0,188
<b>Milheto</b>	0,159	0,168	0,190	0,187
	<b>(d)</b>			
<b>Sem dico</b>	0,157	0,166	0,190	0,187
<b>Nabo forrageiro</b>	0,159	0,167	0,186	0,202
<b>Feijão Guandu</b>	0,157	0,170	0,186	0,190
<b>Crotalária</b>	0,158	0,167	0,190	0,204
<b>C.V. %</b>	3,17	3,09	2,84	5,74
<b>D.M.S.</b>	0,0055	0,0057	0,0059	0,0429

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

Na Tabela 09 constam os valores da umidade gravimétrica do solo na profundidade 0 - 15 cm em função da interação entre os tratamentos em estudo. Pode-se observar que a variação nos teores de umidade gravimétrica ocorreu nos tratamentos Nabo forrageiro associado às monocotiledôneas Aveia preta, Milheto e Brachiaria respectivamente em ordem crescente em relação ao tratamento Nabo forrageiro somente, que obteve valores inferiores. Fato este atribuído à cobertura dos tratamentos consorciados, que quando associada com as monocotiledôneas forma uma densa camada de matéria vegetal, conservando desta forma a umidade no solo. Relacionado ainda a este fato, ocorreram diferenças nos valores dos tratamentos Brachiaria associada à Nabo forrageiro e Crotalária, que diferiram significativamente dos demais tratamentos, sendo que a interação entre Nabo forrageiro com Brachiaria apresentou o maior valor de umidade gravimétrica do solo.

**Tabela 9-** Desdobramento de interações entre as diferentes plantas de cobertura para umidade gravimétrica do solo ( $\text{kg kg}^{-1}$ ), de 0-15 cm de profundidade, na entre linha de plantio. Selvíria-MS, 2007/08.

Dicotiledôneas	Sem mono	Monocotiledôneas		
		Aveia preta	Brachiaria	Milheto
Sem dico	0,159	0,161	0,152 b	0,157
Nabo forrageiro	0,151 B	0,158 AB	0,167 a A	0,162 A
Feijão Guandu	0,160	0,162	0,153 b	0,153
Crotalária	0,156	0,157	0,156 ab	0,163

**D.M.S.**

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores de resistência à penetração para o ano agrícola de 2007 realizados após o manejo das cultura de inverno estão apresentados na Tabela 10. Pela análise dos resultados obtidos verifica-se que nas profundidades estudadas (0-15, 15-30, 30-45 e 45-60 cm ) não foi possível verificar diferença significativa em função dos tratamentos utilizados.

De posse desses resultados pode-se classificar a resistência a penetração deste solo (ARSHAD et al. 1996) com sendo alta.

Relatos de Martins (2002), ao estudar a resistência mecânica a penetração de um Latossolo Vermelho distrófico de acordo com o grau de umidade, nas condições de Selvíria (MS), observou que, após o encharcamento completo do solo, com 4,2 dias de secamento contínuo, o valor da umidade gravimétrica ficou ao redor de  $0,2107 \text{ Kg ha}^{-1}$ , muito próximo da capacidade de campo e equivalendo a uma resistência de 2,0 MPa, sendo tais valores próximos aos encontrados neste trabalho. Já Kamimura (2004) estudando resistência à penetração em 3 sistemas de cultivo (plantio direto, cultivo mínimo e concencional) no mesmo tipo de solo, obteve valores inferiores a 2,0 MPa quando em solo manejado com lâminas de irrigação, o que demonstra que a variação à resistência em Latossolo Vermelho distrófico está diretamente relacionada com a umidade do solo.

**Tabela 10-** Valores de  $p>F$  e teste de comparação de médias para resistência à penetração (MPa), na entre linha do algodoeiro, ao longo do perfil, em função de plantas de cobertura, Selvíria-MS. ano agrícola 2007/08.

<b>Teste F</b>	<b>Profundidade 0-15 cm</b>	<b>Profundidade 15-30 cm</b>	<b>Profundidade 30-45 cm</b>	<b>Profundidade 45-60 cm</b>
	<b><math>p&gt;F</math></b>			
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,1247	0,2012	0,6921	0,1156
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,8635	0,1403	0,2988	0,5307
<b>m*d</b>	0,1077	0,0579	0,0514	0,5466
	<b>(MPa)</b>			
<b>Sem mono</b>	2,566	2,933	3,325	3,466
<b>Aveia preta</b>	2,400	2,583	3,400	3,458
<b>Brachiaria</b>	2,941	2,666	3,366	3,866
<b>Milheto</b>	2,258	2,591	3,208	3,525
<b>Sem dico</b>	2,600	2,533	3,266	3,516
<b>Nabo forrageiro</b>	2,391	2,891	3,191	3,625
<b>Feijão Guandu</b>	2,608	2,550	3,333	3,716
<b>Crotalária</b>	2,566	2,800	3,508	3,458
<b>C.V. %</b>	27,91	16,48	12,45	12,82
<b>D.M.S.</b>	0,799	0,492	0,468	0,519

Os valores referentes à umidade gravimétrica do solo na linha de cultivo do algodoeiro, para o ano agrícola de 2007/08 realizado em fevereiro de 2008 estão apresentados na Tabela 11. Verificou-se que após o manejo das culturas coberturas vegetais, não foram encontradas diferenças nas médias de umidade para as profundidades do solo avaliadas no trabalho.



**Tabela 11-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para umidade gravimétrica do solo ( $\text{kg kg}^{-1}$ ), na linha de cultivo, ao longo do perfil, em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, ano agrícola 2007/08.

Teste F	Profundidade	Profundidade	Profundidade	Profundidade
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	45-60 cm
	<b>p&gt;F</b>			
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,2473	0,4828	0,7747	0,7954
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,5361	0,6294	0,0364	0,1292
<b>m*d</b>	0,0598	0,1566	0,0643	0,0549
	<b>(<math>\text{kg kg}^{-1}</math>)</b>			
<b>Sem mono</b>	0,187	0,198	0,217	0,233
<b>Aveia preta</b>	0,190	0,199	0,217	0,232
<b>Brachiaria</b>	0,186	0,200	0,216	0,231
<b>Milheto</b>	0,188	0,197	0,218	0,231
<b>Sem dico</b>	0,187	0,198	0,219	0,230
<b>Nabo forrageiro</b>	0,189	0,198	0,215	0,229
<b>Feijão Guandu</b>	0,188	0,198	0,215	0,234
<b>Crotalária</b>	0,187	0,200	0,220	0,234
<b>C.V. %</b>	2,37	2,03	2,23	2,90
<b>D.M.S.</b>	0,0049	0,0044	0,0053	0,0074

Os resultados da análise de resistência à penetração realizados no ano agrícola de 2008 em função dos tratamentos em estudo estão apresentados na Tabela 12. Observaram-se diferenças somente dentre os tratamentos conduzidos por monocotiledôneas na profundidade 0-15 cm, demonstrando que nos tratamentos testemunha, brachiaria e milheto em ordem crescente proporcionaram uma maior resistência se comparado ao tratamento aveia preta. Deve-se salientar que os valores encontrados no estudo são classificados como altos a muito altos (ARSHAD et al., 1996). Tais valores foram obtidos provavelmente, pela pouca umidade do solo neste período do ano. Essa baixa umidade é característica da região, que apresenta um inverno quente e seco, sendo essas condições essenciais para que se tenha pouca umidade, resultando em altos valores de resistência a penetração. O fato deste aumento na resistência encontrar-se alto na camada superior do solo pode estar atrelado também ao maior volume radicular, principalmente das gramíneas (tipo fasciculada), o que pode intensificar ainda mais à baixa umidade em camadas superiores do solo em períodos de estiagem.

**Tabela 12-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para resistência à penetração (MPa), na linha do algodoeiro, ao longo do perfil, em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, ano agrícola 20007/08.

<b>Teste F</b>	<b>Profundidade 0-15 cm</b>	<b>Profundidade 15-30 cm</b>	<b>Profundidade 30-45 cm</b>	<b>Profundidade 45-60 cm</b>
	<b>p&gt;F</b>			
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,0286*	0,0751	0,0817	0,4759
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,1425	0,0922	0,1661	0,0116*
<b>m*d</b>	0,2575	0,0600	0,0813	0,8061
	<b>(m) (MPa)</b>			
<b>Sem mono</b>	1,941 ab	2,283	3,141	3,108
<b>Aveia preta</b>	1,741 b	2,550	2,575	3,391
<b>Brachiaria</b>	2,083 ab	2,600	2,866	3,300
<b>Milheto</b>	2,333 a	2,650	2,816	3,308
	<b>(d)</b>			
<b>Sem dico</b>	1,891	2,316	3,100	3,583 a
<b>Nabo forrageiro</b>	2,041	2,575	2,616	2,925 b
<b>Feijão Guandu</b>	2,283	2,691	2,808	3,275 ab
<b>Crotalária</b>	1,883	2,500	2,875	3,325 ab
<b>C.V. %</b>	22,89	14,10	18,00	13,72
<b>D.M.S.</b>	0,511	0,398	0,579	0,492

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o ano agrícola de 2008/09, os resultados das médias para umidade gravimétrica do solo na linha de plantio estão apresentados na Tabela 13. Nesta profundidade houve efeito da interação entre plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas para umidade gravimétrica na entre-linha do algodoeiro onde a tabela apresenta os desdobramentos dos resultados. Verifica-se que para o desdobramento de monocotiledôneas dentro de dicotiledôneas os tratamentos sem as leguminosas a aveia preta apresentou valores superiores de umidade se comparado à brachiaria. Porém, quando consorciada com o nabo forrageiro, a brachiaria apresenta a situação inversa, com maior valor de umidade, diferindo do tratamento nabo somente. Para os consórcios com guandu e crotalária a brachiaria continuou apresentando valores superiores à guandu sozinho e à associação de aveia com crotalária respectivamente.

**Tabela 13-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para umidade gravimétrica do solo ( $\text{kg kg}^{-1}$ ), na linha de plantio, ao longo do perfil, em função de plantas de cobertura, Selvíria-MS, ano agrícola 2008/09.

Teste F	Profundidade	Profundidade	Profundidade	Profundidade
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	45-60 cm
	<b>p&gt;F</b>			
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,0823	0,0153*	0,2347	0,6040
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,0188*	0,8131	0,0840	0,8597
<b>m*d</b>	0,0010**	0,0977	0,0523	0,6535
	<b>(kg kg<sup>-1</sup>)</b>			
<b>(m)</b>				
<b>Sem mono</b>	0,161	0,166 b	0,207	0,216
<b>Aveia preta</b>	0,160	0,169 ab	0,205	0,220
<b>Brachiaria</b>	0,164	0,166 b	0,200	0,218
<b>Milheto</b>	0,162	0,174 a	0,1972	0,218
<b>(d)</b>				
<b>Sem dico</b>	0,160	0,169	0,194	0,220
<b>Nabo forrageiro</b>	0,161	0,167	0,206	0,218
<b>Feijão Guandu</b>	0,165	0,168	0,207	0,217
<b>Crotalária</b>	0,159	0,170	0,202	0,217
<b>C.V. %</b>	2,47	3,74	6,50	3,75
<b>D.M.S.</b>	0,0044	0,0070	0,0146	0,0091

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade,

A Tabela 14 demonstra o desdobramento das interações ocorridas entre diferentes plantas de cobertura para umidade gravimétrica do solo na profundidade de 0-15 cm de profundidade na linha do algodoeiro. Dentre as interações ocorridas o consórcio Brachiaria + Guandu propiciou o maior valor de umidade gravimétrica. É provável que os valores superiores apresentados nos consórcios com a Brachiaria tenham sido causados pela boa cobertura de palhada nestes tratamentos.

**Tabela 14-** Desdobramento das interações entre as diferentes plantas de cobertura para umidade gravimétrica do solo ( $\text{kg kg}^{-1}$ ) na linha do algodoeiro, de 0-15 cm de profundidade. Selvíria-MS, 2008/09.

Dicotiledôneas	Monocotiledôneas			
	Sem mono	Aveia preta	Brachiaria	Milheto
<b>Sem dico</b>	0,158 b AB	0,165 a A	0,156 b B	0,164 AB
<b>Nabo forrageiro</b>	0,157 b B	0,163 a AB	0,166 ab A	0,158 AB
<b>Feijão Guandu</b>	0,161 ab B	0,163 a AB	0,171 a A	0,164 AB
<b>Crotalária</b>	0,167 a A	0,149 b B	0,163 ab A	0,158 A
<b>D.M.S.</b>	0,0088			

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical e maiúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Na comparação de médias para resistência a penetração para ano agrícola de 2008/09 (Tabela 15) foi detectado diferenças nas profundidades de 0 – 15 cm e na profundidade de 30 - 45 cm da superfície do solo. Na profundidade de 0 – 15 cm, as diferenças para resistência à penetração ocorrem nos tratamentos conduzidos por monocotiledôneas. Fato este explicado novamente devido a concentração do sistema radicular das monocotiledôneas encontrar-se na camada superior do solo e ser do tipo fasciculada, o que confere sua área de ocupação. O tratamento testemunha apresentou os maiores valores de resistência à penetração em relação à aveia preta e brachiaria. A influência da compactação do solo relacionado ao volume de raízes foi observado por vários autores (LIJIMA; KONO, 1991; FOLONI et al. 2003).

Na camada de 30 - 45 cm, os tratamentos compostos por plantas dicotiledôneas apresentaram diferenças. No tratamento sem plantas dicotiledôneas foram encontrados os maiores valores para resistência à penetração. A crotalária apresentou os menores valores de compactação diferindo da testemunha. Este fato pode ser explicado pela ação do volume de raízes, pois nesta profundidade do solo as dicotiledôneas atuam devido o sistema radicular se apresentar de forma pivotante, aprofundando-se e rompendo possíveis regiões compactadas.

**Tabela 15-** Valores de  $p>F$  e teste de comparação de médias para resistência à penetração (MPa), na linha de plantio, ao longo do perfil, em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, ano agrícola 2008/09.

Teste F	Profundidade	Profundidade	Profundidade	Profundidade
	0-15 cm	15-30 cm	30-45 cm	45-60 cm
	$p>F$			
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,0083*	0,5759	0,4283	0,1617
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,1261	0,7533	0,0586*	0,9614
<b>M*d</b>	0,0235*	0,8498	0,2218	0,2876
	<b>(MPa)</b>			
<b>Sem mono</b>	3,141 a	2,816	2,483	3,722
<b>Aveia preta</b>	2,200 b	2,516	2,925	2,983
<b>Brachiaria</b>	2,341 b	2,500	2,633	3,341
<b>Milheto</b>	2,516 ab	2,450	2,625	3,233
<b>Sem dico</b>	2,591	2,608	3,100 a	3,316
<b>Nabo forrageiro</b>	2,258	2,616	2,650 ab	3,325
<b>Feijão Guandu</b>	2,908	2,383	2,608 ab	3,233
<b>Crotalária</b>	2,441	2,675	2,308 b	3,405
<b>C.V. %</b>	26,01	27,34	24,70	23,66
<b>D.M.S.</b>	0,731	0,789	0,738	0,879

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Tabela 16 demonstra a interação entre as diferentes plantas de cobertura para a resistência a penetração de 0 – 15 cm de profundidade. O desdobramento das interações demonstrou que o tratamento milheto interagiu com o tratamento testemunha (sem plantas de cobertura). Este fato pode estar atribuído à interferência de espécies de ervas daninhas existentes no tratamento testemunha, pois não foi realizado o controle do mato nestas parcelas. O não controle do mato foi uma ação proposital, representando as condições naturais de uma área em pousio. Algumas espécies de daninhas podem possuir o sistema radicular de forma a interferir na densidade do solo, principalmente na camada superficial de 0 – 15 cm. Segundo Lima (1996), os valores de resistência à penetração podem estar correlacionados com a macroporosidade e porosidade total do solo, sofrendo interferência direta do sistema radicular de plantas de cobertura. O desdobramento demonstra ainda diferenças entre o tratamento crotalária somente e consórcio brachiaria + crotalária, no qual apresentou valores inferiores de resistência a penetração. Este fato atribui-se possivelmente pelo consórcio apresentar maior volume radicular, na profundidade de 0 – 15 cm, ocasionado pelo sistema radicular da brachiária presente nesta faixa de profundidade. Mesmo no desdobramento das plantas dicotiledoneas dentro da monocotiledônea milheto ocorre o fenômeno semelhante e atribui-se à mesma causa, onde o tratamento milheto somente apresenta a concentração radicular na superfície 0 - 15, diferindo do consórcio milheto + guandu. Em Pasqualetto et al., (1999) já havia sido constatado que as culturas de safrinha de sorgo e milheto conferiram menor resistência ao solo na profundidade de 22,5 cm corroborando diretamente com nossos resultados.

**Tabela 16-** Desdobramento das interações entre as diferentes plantas de cobertura para resistência à penetração (MPa) de 0-15 cm de profundidade, na linha do algodoeiro. Selvíria-MS, 2008/09.

<b>Dicotiledôneas</b>	<b>Monocotiledôneas</b>			
	<b>Sem mono</b>	<b>Aveia preta</b>	<b>Brachiaria</b>	<b>Milheto</b>
<b>Sem dico</b>	3,90 A	1,83 B	2,90AB	1,73 b B
<b>Nabo forrageiro</b>	2,57	1,97	2,23	2,26 ab
<b>Feijão Guandu</b>	3,10	2,27	2,80	3,47 a
<b>Crotalária</b>	3,00 A	2,73 AB	1,43 B	2,60 ab AB
<b>D.M.S.</b>			1,47	

Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.2.2. Densidade, macroporosidade, microporosidade e porosidade total

No teste de comparação de médias para densidade do solo ( $\text{kg dm}^{-3}$ ), microporosidade ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), macroporosidade ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) e porosidade total ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), na profundidade de 0-20 cm, em função de plantas de cobertura (Tabela 17), pelo teste F verificou-se interação entre os efeitos de plantas mono e dicotiledôneas para densidade, macroporosidade e porosidade total do solo. Este resultado discorda de autores como Genro Junior et al. (2004) e Nascimento et al. (2005) onde não constatarem respostas das propriedades físicas do solo à utilização de plantas de cobertura.

**Tabela 17-** Valores de  $p > F$  e teste de comparação de médias para densidade do solo ( $\text{kg dm}^{-3}$ ), microporosidade ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), macroporosidade ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ) e porosidade total ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ ), na profundidade de 0-20 cm, em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, 2008/09.

Teste F	Densidade	Microporosidade	Macroporosidade	Porosidade Total
	$p > F$			
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,2481	0,4571	0,5954	0,4622
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,1174	0,3868	0,1509	0,1518
<b>m*d</b>	0,0492*	0,4921	0,0136*	0,0497*
	<b>(<math>\text{kg dm}^{-3}</math>)</b>	<b>(<math>\text{m}^3 \text{ m}^{-3}</math>)</b>	<b>(<math>\text{m}^3 \text{ m}^{-3}</math>)</b>	<b>(<math>\text{m}^3 \text{ m}^{-3}</math>)</b>
<b>Sem mono</b>	1,482	0,388	0,067	0,456
<b>Aveia preta</b>	1,519	0,389	0,065	0,454
<b>Brachiaria</b>	1,524	0,379	0,063	0,445
<b>Milheto</b>	1,484	0,389	0,076	0,464
<b>Sem dico</b>	1,474	0,387	0,079	0,466
<b>Nabo forrageiro</b>	1,485	0,383	0,056	0,439
<b>Feijão Guandu</b>	1,526	0,382	0,069	0,453
<b>Crotalária</b>	1,524	0,393	0,067	0,460
<b>C.V. %</b>	4,98	5,37	31,18	7,42
<b>D.M.S.</b>	0,070	0,019	0,026	0,455

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente, \* pelo Teste F da análise de variância.

Segundo Pasqualetto e Costa (2001), é importante frisar que estudos de penetrometria são importantes, mas sempre que possível devem estar associados a estudos da magnitude de alteração de outras propriedades do solo, tais como densidade, porosidade, capacidade de infiltração de água, estabilidade de agregados e teor de umidade do solo no momento da coleta dos dados. A Tabela 18 demonstra os valores de macroporosidade do solo na profundidade de 0 – 20 cm em função da interação entre os tratamentos. Pode-se observar que a variação ocorreu na ausência dos tratamentos dicotiledôneas em estudo, tendo os valores uma variação de 0,122 para milheto para 0,059 e 0,062  $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$  para aveia preta e brachiaria

respectivamente. Na tabela de desdobramentos observa-se também que na ausência de monocotiledôneas onde nesta situação o tratamento crotalária  $0,100 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  difere dos tratamentos nabo forrageiro e feijão guandu,  $0,037$  e  $0,058 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , concordando com Foloni et al. (2006) que também observaram que a Crotalária apresentou maior potencial de formação de “bioporos” em camadas compactadas que o guandu e, assim, de melhorar as condições. Resultados semelhantes foram observados por Wutke et al. (2000), no qual constataram que a alta produção de fitomassa seca por *Crotalaria juncea*, assim como por Mucuna-preta (*Mucuna aterrima*) e milho, atribuindo-se à incorporação dessa fitomassa um aumento na porosidade do solo, resultando em aumento na velocidade de infiltração básica da água no solo.

O tratamento milheto somente favoreceu a macroporosidade do solo na profundidade estudada, diferindo de quando consorciado com dicotiledôneas.

**Tabela 18-** Desdobramento das interações entre as diferentes plantas de cobertura para macroporosidade, de 0-20 cm de profundidade. Selvíria-MS, 2008/09.

Dicotiledôneas	Monocotiledôneas			
	Sem mono	Aveia preta	Brachiaria	Milheto
	----- $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ -----			
<b>Sem dico</b>	0,075 ab AB	0,059 B	0,062 B	0,122 a A
<b>Nabo forrageiro</b>	0,037 b	0,070	0,053	0,065 b
<b>Feijão Guandu</b>	0,058 b	0,074	0,085	0,060 b
<b>Crotalária</b>	0,100 a	0,055	0,054	0,057 b
<b>D.M.S.</b>	0,052			

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical e maiúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A porosidade total foi afetada pelos fatores dico e monocotiledôneas, assim sendo, observa-se que na ausência de dicotiledôneas de cobertura o milheto propiciou os maiores valores de porosidade total quando comparado à brachiaria. Esta variação foi de  $0,512$  (superiores) para milheto para  $0,455 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$  (inferiores) para brachiaria. Novamente verifica-se que os atributos físicos se correlacionam, coincidindo o fato do milheto apresentar também a menor resistência a penetração e porosidade para esta profundidade. Hernani et al. (2005), comparando diversas culturas antecessoras (solteiras ou em consorciação) ao cultivo do algodoeiro, constataram que *Crotalaria spectabilis* e a consorciação de *Brachiaria decumbens* e *C. spectabilis* proporcionaram os maiores efeitos benéficos, e o milheto (*Pennisetum americanum* L.), o menor efeito sobre a densidade, macroporosidade e

porosidade total do solo na camada de 0 a 0,10 m do solo, dicordando dos resultados aqui apresentados.

**Tabela 19-** Desdobramento da interação entre as diferentes plantas de cobertura para porosidade total, de 0-20 cm de profundidade. Selvíria-MS, 2008/09.

Dicotiledôneas	Monocotiledôneas			
	Sem mono	Aveia preta	Brachiaria	Milheto
	----- m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> -----			
Sem dico	0,455 AB	0,452 AB	0,445 B	0,512 A
Nabo forrageiro	0,419	0,456	0,441	0,442
Feijão Guandu	0,449	0,461	0,448	0,454
Crotalária	0,499	0,448	0,445	0,449
<b>D.M.S.</b>	<b>0,063</b>			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade,

Os desdobramentos da interação entre as diferentes plantas de cobertura para densidade do solo na profundidade de 0 – 20 cm são apresentados na Tabela 20. Os valores do consorcio aveia preta + crotalária e brachiaria + crotalária, 1,573 e 1,574 obtiveram valores superiores quando comparado com a crotalária na ausência de monocotiledôneas com 0,426 m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup> discordando dos estudos de Cunha et al. (2011), no qual encontraram valores de densidade superiores para crotalária, antecedendo a cultura do milho.

**Tabela 20-** Desdobramento da interação entre as diferentes plantas de cobertura para densidade do solo, de 0-20 cm de profundidade. Selvíria-MS, 2008/09.

Dicotiledôneas	Monocotiledôneas			
	Sem mono	Aveia preta	Brachiaria	Milheto
	----- m <sup>3</sup> .m <sup>-3</sup> -----			
Sem dico	1,456	1,525	1,500	1,414
Nabo forrageiro	1,538	1,436	1,515	1,450
Feijão Guandu	1,508	1,543	1,506	1,548
Crotalária	1,426 B	1,573 A	1,574 A	1,524 AB
<b>D.M.S.</b>	<b>0,141</b>			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade,

Na Tabela 21 observa-se os dados de comparação de médias para densidade do solo, microporosidade, macroporosidade e porosidade total na profundidade de 20 – 40 cm para o



ano agrícola de 2009. Somente foram encontradas diferenças significativas para plantas dicotiledôneas, para esta profundidade.

**Tabela 21-** Valores de  $p>F$  e teste de comparação de médias para densidade do solo ( $\text{kg dm}^{-3}$ ), microporosidade ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ), macroporosidade ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ) e porosidade total ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ ), na profundidade de 20-40 cm, em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, 2008/09.

Teste F	Densidade	Microporosidade	Macroporosidade	Porosidade Total
	$p>F$			
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,8436	0,5493	0,5954	0,9159
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,0005*	0,0950	0,3248	0,7266
<b>m*d</b>	0,9297	0,4554	0,8960	0,7824
	( $\text{kg dm}^{-3}$ )	( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )	( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )	( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )
<b>Sem mono</b>	1,323	0,396	0,114	0,511
<b>Aveia preta</b>	1,329	0,389	0,113	0,503
<b>Brachiaria</b>	1,340	0,390	0,112	0,503
<b>Milheto</b>	1,320	0,388	0,125	0,509
<b>Sem dico</b>	1,283 c	0,389	0,126	0,515
<b>Nabo forrageiro</b>	1,297 bc	0,383	0,120	0,500
<b>Feijão Guandu</b>	1,375 a	0,398	0,109	0,508
<b>Crotalária</b>	1,357 ab	0,393	0,110	0,503
<b>C.V. %</b>	5,09	4,16	25,71	7,83
<b>D.M.S.</b>	0,063	0,015	0,028	0,037

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância. Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### 4.3. Propriedades químicas do solo

Na Tabela 22 são apresentados os valores referentes aos resultados da análise química do solo após 2 anos consecutivos de condução do experimento, no qual foram realizadas coletas de solo na profundidade de 0 – 20 cm em maio de 2009. O teste F identificou diferenças para o macronutriente potássio no qual observou-se a ocorrência de interações entre mono e dicotiledôneas sendo que o desdobramento será apresentado na Tabela 23.

Para o macronutriente cálcio, após os consecutivos cultivos por plantas de cobertura e seus consórcios, somente entre plantas dicotiledôneas foram identificados diferenças significativas na camada de 0 – 20 cm. O tratamento testemunha apresentou os maiores teores de cálcio e diferiu do tratamento oriundo de palhada de crotalária. Fato este possivelmente relacionado à maior absorção do elemento cálcio da crotalária em relação à testemunha. Pode-se também estar relacionado à lixiviação, já que a macroporosidade nos primeiros 20 cm

aumentou no tratamento crotalária comparado à testemunha, o que facilita o condicionamento de sub-superfície.

Na tabela abaixo apresenta-se ainda os valores de H + Al do solo na profundidade de 0 – 20cm. Pode-se observar que a variação ocorreu tanto em plantas monocotiledôneas quanto nas dicotiledôneas. A acidez potencial do solo foi encontrada em valores mais altos no tratamento aveia preta, apresentando diferenças em relação aos tratamentos testemunha e ao capim brachiaria. Dentre as dicotiledôneas, a palhada de crotalária proporcionou diferenças superiores em relação ao nabo forrageiro ou à ausência de dicotiledôneas. Ambrosano et al. (2005) constatam que a adubação verde reduz a acidez potencial, elevando os teores de pH e saturação de bases. Apesar dos valores de acidez potencial se elevarem no presente estudo, verifica-se diminuição nos valores de alumínio o que pode ser considerado um efeito benéfico no solo concordando com Miyazawa et al. (1993), que afirmam que em longo prazo, os materiais vegetais contribuem com a complexação orgânica do  $Al^{3+}$ , e também com Lima et al. (2007) e Severino et al. (2006) que relataram melhorias das propriedades químicas e físicas do solo atuando no fornecimento de nutrientes às culturas, na retenção de cátions e na complexação de elementos tóxicos a exemplo do alumínio trocável.

Para os valores de soma de bases, a Tabela 22 expõe o teste de médias retratando diferenças ocorridas para monocotiledôneas e dicotiledôneas. Em relação às monocotiledôneas as parcelas experimentais conduzidas pelo capim brachiaria exprimiram uma média diferenciada de soma de bases em relação à aveia preta. Nas dicotiledôneas a crotalária apresentou valores médios inferiores, diferindo até mesmo da testemunha, que apresentou valores mais elevados.

A capacidade de troca de cátions do solo revelou respostas significativas ao se fazer o uso de plantas dicotiledôneas, podendo observar uma redução na CTC em relação à área testemunha. Luz et al. (2005) ressaltam que em solos tropicais, a CTC da matéria orgânica pode representar grande percentual da CTC total do solo (70-90%), sendo, portanto, fundamental tanto na retenção como na diminuição da lixiviação de nutrientes. O tratamento conduzido pelo nabo forrageiro foi o que diferiu apresentando valores significativamente menores em relação à testemunha.

**Tabela 22-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para as análises químicas do solo na profundidade de 0-20 cm, em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, maio 2009.

Teste F	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC
<b>p&gt;F</b>							
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,0001**	0,0626	0,0576	0,0169*	0,5719	0,0188**	0,2322
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,0001**	0,0074**	0,0073**	0,0003**	0,5247	0,0040**	0,0395*
<b>m*d</b>	0,0003**	0,2072	0,1054	0,3163	0,8809	0,0904	0,5312
<b>mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup></b>							
<b>Sem mono</b>	5,19	29,69	14,16	27,81 b	1,24	48,93 ab	77,15
<b>Aveia preta</b>	4,52	27,70	13,28	31,99 a	1,06	45,33 b	76,66
<b>Brachiária</b>	5,41	31,67	15,04	27,34 b	1,04	51,82 a	81,25
<b>Milheto</b>	4,82	30,79	14,90	28,05 ab	1,05	50,74 ab	72,63
<b>Sem dico</b>	4,98	32,94 a	15,32 a	28,14 b	1,01	53,49 a	80,97 a
<b>Nabo forrageiro</b>	5,16	29,68 ab	14,80 a	25,25 b	1,05	49,58 ab	69,68 b
<b>Feijão Guandu</b>	4,4	29,87 ab	14,34 ab	28,89 ab	1,10	48,44 ab	77,16 ab
<b>Crotalária</b>	5,35	27,37 b	12,92 b	32,90 a	1,24	45,30 b	79,87 ab
<b>C.V. %</b>	8,15	12,03	11,33	12,97	35,72	10,19	12,92
<b>D.M.S.</b>	0,45	4,00	1,80	4,14	0,43	5,56	11,03

\*\* , \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

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

A Tabela 23 apresenta o desdobramento das interações ocorridas em função das palhadas oriundas do manejo das plantas de cobertura para K no término do experimento. A brachiária propiciou os maiores valores de K quando comparada à testemunha sem monocotiledôneas, enquanto que na presença de nabo e feijão guandu propiciou maiores valores àqueles verificados para aveia preta. A crotalária não foi uma dicotiledônea com bons resultados na liberação de K em sistema de consórcio com monocotiledôneas, porém verificaram-se níveis mais altos quando cultivado sozinha. Resultados semelhantes que corroboram com os alcançados pelo experimento, foram verificados por Calonego et al. (2005) onde concluíram que a braquiária e aveia preta disponibilizaram maiores teores do que milho ou testemunha sem mono.

Na interação ocorrida entre as dicotiledôneas com mono, verifica-se que o nabo forrageiro somente apresentou valores superiores quando consorciado com aveia preta e da mesma forma, a crotalária sozinha apresentou superioridade em liberação de K do que quando consorciada com aveia preta ou milho.

Torres e Pereira (2008), estudando a liberação de K em plantas de cobertura para solos de cerrado, verificaram que a maior liberação de K ocorreu no milho, na aveia, na brachiária

e na crotalária nos primeiros 42 dias após o manejo nos dois períodos avaliados, concordando em partes com os resultados deste trabalho. Em plantas dicotiledôneas somente, o tratamento cujo resíduo vegetal são palhadas de nabo forrageiro e crotalária, diferiram significativamente das palhadas de feijão guandu e testemunha após 2 anos de cultivo.

**Tabela 23-** Interação entre as diferentes plantas de cobertura para K ( $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ ), de maio de 2009, Selvíria-MS.

Dicotiledôneas	Monocotiledôneas			
	Sem mono	Aveia preta	Brachiaria	Milheto
Sem dico	4,33 bB	5,39 aA	5,36 A	4,83 AB
Nabo forrageiro	5,74 aA	4,47 bcB	5,58 A	4,85 AB
Feijão Guandu	4,50 bAB	3,65 cB	5,24 A	4,39 AB
Crotalária	6,20 aA	4,56 abB	5,45 AB	5,21 B
<b>D.M.S.</b>			0,90	

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical e maiúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados referentes às médias para as análises químicas na profundidade de 0 – 20 seguem na Tabela 24. Com relação aos níveis de fósforo nesta profundidade os valores de  $p > F$  acusam ocorrência de interação entre os tratamentos e são apresentados na Tabela 24.

Os valores das médias de matéria orgânica do solo à profundidade de 0 – 20 são apresentados a seguir. Para esta variável, a leguminosa nabo forrageiro foi o tratamento que apresentou os menores valores de matéria orgânica se comparado aos demais tratamentos de plantas de cobertura dicotiledôneas. Este fato pode ser explicado devido o material vegetal remanescente se apresentar em menor quantidade e também ser de fácil decomposição.

**Tabela 24-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para as análises químicas do solo na profundidade de 0-20 cm, em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, maio 2009.

Teste F	P	MO	pH	V	M	S
	<b>p&gt;F</b>					
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,513	0,588	0,3314	0,0441 *	0,6220	0,0790
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,066	0,0003**	0,0088**	0,0001**	0,1967	0,3615
<b>m*d</b>	0,001**	0,295	0,0074**	0,0870	0,4915	0,0002**
	<b>mg dm<sup>-3</sup></b>	<b>g dm<sup>-3</sup></b>	<b>CaCl<sub>2</sub></b>	<b>%</b>	<b>%</b>	<b>mg dm<sup>-3</sup></b>
<b>Sem</b>	45,20	27,72	5,25	63,92 ab	2,16	15,29
<b>Aveia preta</b>	47,00	27,11	5,18	59,95 b	2,26	19,01
<b>Brachiaria</b>	42,80	27,97	5,27	64,85 a	1,90	16,78
<b>Milheto</b>	51,31	28,43	5,26	63,86 ab	1,96	12,92
<b>Sem</b>	43,70	29,96 a	5,20	65,68 a	1,89	15,94
<b>Nabo forrageiro</b>	48,48	25,18 b	5,27	66,49 a	2,08	13,68
<b>Feijão Guandu</b>	39,39	27,86 a	5,33	62,54 ab	1,84	16,71
<b>Crotalária</b>	54,82	28,24 a	5,15	57,87 b	2,46	17,67
<b>C.V. %</b>	30,24	8,53	2,40	6,85	36,25	35,04
<b>D.M.S.</b>	15,65	2,63	0,13	4,80	0,83	6,22

\*\* , \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

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

Observando os desdobramentos apresentados na Tabela 25 de interações entre plantas de cobertura, apresenta-se as plantas monocotiledonares interagindo com o nabo forrageiro, onde é revelado que os valores de fósforo é maior (62,48 mg dm<sup>-3</sup>) nas parcelas onde só havia nabo do que em outros tratamentos. Esta diferença nos níveis de fósforo se diferiu em relação ao consórcio nabo forrageiro + aveia preta, discordando de Giacomini et al. (2003) que afirmam que a consorciação com o nabo favoreceu a absorção de P pela aveia, onde a aveia isolada apresentou praticamente a metade dos valores. Neste estudo esse favorecimento pode ter ocorrido no consórcio Aveia preta + crotalária, atingindo níveis superiores aos consórcios de aveia preta + nabo forrageiro e aveia preta + feijão guandu. Da mesma forma, quando observam-se os níveis das monocotiledôneas associadas à crotalária, percebe-se que o maior nível de P é apresentado justamente no consórcio com aveia preta, diferindo significativamente da crotalária associada ao capim brachiaria ou sozinha

**Tabela 25-** Interação entre as diferentes plantas de cobertura para P (mg dm<sup>-3</sup>). Selvíria-MS, maio de 2009.

Dicotiledôneas	Sem mono	Monocotiledôneas		
		Aveia preta	Brachiaria	Milheto
Sem dico	44,98	55, ab78	31,24	42,81
Nabo forrageiro	62,48 A	27,53 bcB	50,77 AB	53,14 AB
Feijão Guandu	35,14	23,95 c	48,99	49,47
Crotalária	38,18 B	81,08 aA	40,20 B	59,83 AB
<b>D.M.S.</b>			31,30	

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical e maiúscula, na horizontal não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

No final do período experimental foi identificado também os valores de pH do solo à profundidade de 0 – 20 cm, em função de consecutivos cultivos de inverno com plantas de cobertura. Os dados da Tabela 26 demonstram o resultado das interações, ocorridas entre os tratamentos, evidenciando que dentre as monocotiledôneas, o capim brachiaria foi a palhada na qual sua condução condicionou os maiores valores de pH do solo, diferindo do tratamento testemunha. Quando as gramíneas foram “mixadas” com o nabo forrageiro, o tratamento de nabo forrageiro sozinho apresentou valores de pH superiores ao do consórcio milho mais nabo forrageiro. Dentre as dicotiledôneas segue o nabo forrageiro obtendo o maior valor de média de pH, diferindo da crotalária e da testemunha. Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira et al. (2004) no qual constataram que o menor valor do pH foi observado na área em pousio, demonstrando que a mineralização das palhadas das plantas de cobertura contribuem com a neutralização dos íons H<sup>+</sup>.

Porém, quando as dicotiledôneas são associadas com o milho, a associação milho + nabo forrageiro diminuiu os valores de pH, diferentemente do tratamento feijão guandu + milho, que apresentou a maior média para pH do solo.

**Tabela 26-** Interação entre as diferentes plantas de cobertura para pH (CaCl<sub>2</sub>). Selvíria-MS, maio de 2009.

Dicotiledôneas	Sem mono	Monocotiledôneas		
		Aveia preta	Brachiaria	Milheto
Sem dico	5,06 bB	5,20 AB	5,37 A	5,17 abAB
Nabo forrageiro	5,48 aA	5,22 AB	5,26 AB	5,12 bB
Feijão Guandu	5,31 ab	5,25	5,36	5,42 a
Crotalária	5,14 b	5,06	5,10	5,32 ab
<b>D.M.S.</b>			0,27	

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical e maiúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A Tabela 27 apresenta os dados médios das interações desdobradas referentes aos níveis de S no solo a profundidade de 0 – 20 cm em função de plantas de cobertura. Poucos são os trabalhos de pesquisa disponíveis que tratam da avaliação do potencial de fornecimento de enxofre por adubos verdes. (DILLON; DILLON, 1991; RIBEIRO, 1996). Dentre as monocotiledôneas consorciadas com nabo forrageiro, a aveia preta apresentou valores médios de S no solo superiores aos valores oriundos da palhada de brachiária + Nabo forrageiro. Da mesma forma, quando consorciadas com a dicotiledônea feijão guandu, os consórcios de guandu + capim brachiária e guandu somente foram inferiores ao guandu + aveia preta. Somente no consórcio de monocotiledôneas com crotalária, a brachiária consorciada foi superior à todos os demais tratamentos. Quando consorciamos as dicotiledôneas com a brachiária, a associação de crotalária + capim brachiária ou brachiária somente apresentaram os teores de S no solo mais elevados do que os consórcios de brachiária + nabo forrageiro e feijão guandu + capim brachiária.

**Tabela 27-** Interação entre as diferentes plantas de cobertura para S ( $\text{mg dm}^{-3}$ ). Selvíria-MS, maio de 2009.

Dicotiledôneas	Sem mono	Monocotiledôneas		
		Aveia preta	Brachiaria	Milheto
<b>Sem dico</b>	21,15	10,35 b	17,59 ab	14,69
<b>Nabo forrageiro</b>	12,17 AB	21,97 abA	9,51 bB	11,06 AB
<b>Feijão Guandu</b>	11,47 B	30,06 aA	10,61 bB	14,70 B
<b>Crotalária</b>	16,40 B	13,64 bB	29,42 aA	11,25 B
<b>D.M.S.</b>		12,45		

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical e maiúscula na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.4. Características agronômicas do algodoeiro

##### 4.4.1. Desenvolvimento vegetativo: altura, diâmetro, número de nós e comprimento de ramos

Os resultados das avaliações das características de crescimento das plantas de algodoeiro realizadas no ano agrícola de 2007/08 são apresentados a seguir. Através do teste de comparação de médias, verificou-se que para esta safra somente nos tratamentos com plantas de cobertura monocotiledôneas foram encontradas diferenças significativas para altura de plantas. Segundo Lamas (2008), a principal espécie antecessora ao algodoeiro é o milheto. Este é semeado quando das primeiras chuvas. Após o manejo com herbicidas, é feita a

semeadura do algodoeiro sobre a sua palhada. No presente trabalho o milho demonstrou valores superiores de altura do algodoeiro se comparada às parcelas pré-conduzidas com aveia preta. De acordo com Rosolem et al. (1998), os dados referentes à física do solo, anteriormente descritos, não prejudicaram o desenvolvimento em altura de plantas, de forma geral, já que estes autores não verificaram redução no crescimento tanto da parte aérea, quanto do sistema radicular do algodoeiro cultivado sob efeito de compactação do solo até a densidade de  $1,82 \text{ kg.dm}^{-3}$ .

**Tabela 28-** Valores de  $p>F$  e teste de comparação de médias para altura, diâmetro e número de nós do caule em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, janeiro de 2008.

Teste F	Altura	Diâmetro	Número de nós
Monocotiledôneas (m)	0,0446*	0,7321	0,1668
Dicotiledôneas (d)	0,9590	0,1499	0,8085
<b>m*d</b>	0,8363	0,2953	0,8571
	<b>(cm)</b>		
<b>Sem mono</b>	70,50 ab	1,07	12,31
<b>Aveia preta</b>	69,90 b	1,07	12,53
<b>Brachiaria</b>	70,59 ab	1,06	12,63
<b>Milheto</b>	72,15 a	1,09	12,72
<b>Sem dico</b>	71,00	1,04	12,59
<b>Nabo forrageiro</b>	70,62	1,06	12,50
<b>Feijão Guandu</b>	70,65	1,08	12,63
<b>Crotalária</b>	70,87	1,11	12,47
<b>C.V. %</b>	3,18	7,58	4,17
<b>D.M.S.</b>	2,12	0,08	0,49

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância, Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade,

A segunda avaliação das características de crescimento de plantas de algodoeiro foi realizada em março de 2008, período no qual o algodoeiro se encontrava em pleno desenvolvimento vegetativo. Para as três variáveis estudadas foram encontradas diferenças, sendo que para altura de plantas e número de nós houve interação e para diâmetro de caule apresentou significância dentro das dicotiledôneas.

Para a avaliação de diâmetro basal do ramo principal das plantas, o teste de comparação de medias expõe diferenças significativas entre as plantas dicotiledôneas sendo que o nabo forrageiro supera o tratamento testemunha ao nível de 5% de probabilidade.



**Tabela 29-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para altura, diâmetro e número de nós do caule em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, março de 2008.

<b>Teste F</b>	<b>Altura</b>	<b>Diâmetro</b>	<b>Número de nós</b>
	<b>p&gt;F</b>		
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,4863	0,0767	0,6962
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,0412*	0,0216*	0,3312
<b>m*d</b>	0,0067**	0,1527	0,0276*
	<b>(cm)</b>		
<b>Sem mono</b>	113,42	1,40	15,71
<b>Aveia preta</b>	112,44	1,39	15,52
<b>Brachiaria</b>	114,62	1,33	15,35
<b>Milheto</b>	113,98	1,35	15,69
<b>Sem dico</b>	113,21	1,32 b	15,86
<b>Nabo forrageiro</b>	116,10	1,42 a	15,67
<b>Feijão Guandu</b>	113,19	1,35 ab	15,50
<b>Crotalária</b>	111,96	1,38 ab	15,25
<b>C.V. %</b>	3,59	6,36	6,11
<b>D.M.S.</b>	3,85	0,08	0,90

\*\* \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância, Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade,

Os desdobramentos das interações entre diferentes plantas de cobertura para altura de plantas demonstram que os tratamentos monocotiledônares interagiram com o tratamento testemunha (sem plantas dicotiledôneas) sendo que o milho apresentou valores de altura superiores se comparado ao tratamento brachiaria. Fato este pode ser explicado pela quantidade de matéria orgânica formada neste tratamento, que neste período de chuvas estava em plena mineralização e pode ter condicionado principalmente as camadas superficiais do solo, permitindo que o sistema radicular do algodoeiro realizasse uma melhor exploração física e química nesta camada.

Os tratamentos conduzidos com plantas monocotiledôneas apresentaram interação com o nabo forrageiro, sendo que a associação entre brachiaria e nabo diferiu da associação de aveia preta + nabo forrageiro e nabo forrageiro somente. Além de superar as demais associações, a média deste consórcio foi a mais alta média do experimento nesta fase vegetativa. Atribui-se novamente ao fato do nabo ter proporcionado uma melhor exploração de raízes do algodoeiro em sub-superfície.

A tabela de desdobramentos das interações a seguir expõe ainda a interação apresentada entre as dicotiledôneas e o capim brachiaria, sendo que neste caso, o consórcio nabo forrageiro + brachiaria superou significativamente todos os demais consórcios envolvendo esta gramínea, continuando no mesmo raciocínio para explicação de atribuir ao nabo um condicionamento na sub-superfície do solo.

**Tabela 30-** Interação entre as diferentes plantas de cobertura para altura de plantas (cm), de Selvíria-MS, março de 2008.

Dicotiledôneas	Sem mono	Monocotiledôneas		
		Aveia preta	Brachiaria	Milheto
Sem dico	111.00 AB	114.16 AB	109.58 b B	118.08 A
Nabo forrageiro	113.66 B	112.75 B	122.58 a A	115.41 AB
Feijão Guandu	115.25	113.41	113.08 b	110.99
Crotalária	113.75	109.41	113.25 b	111.41
<b>D.M.S.</b>			7,69	

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical e maiúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

A Tabela 31 expõe a interação entre as diferentes plantas de cobertura para a avaliação de número de nós do caule principal do algodoeiro. Pode-se observar que os tratamentos conduzidos anteriormente por plantas monocotiledôneas apresentaram valores superiores ao tratamento testemunha. Apresenta-se na mesma tabela as interações entre as plantas monocotiledôneas e o feijão guandu, onde o consórcio feijão guandu + brachiária apresentou o menor número de nós no caule principal. Salienta-se como observação que o número de nós não aumenta proporcionalmente à altura de plantas, sendo que há situações em que houve entrenódios compridos mesmo nos tratamentos de menor número de nós. Dentro do capim brachiária, as plantas consorciadas também diferiram entre si, sendo que o consórcio guandu + brachiaria apresentou os menores valores se comparado aos demais consórcios. E por fim, observa-se também que houve variação entre as dicotiledôneas quando consorciadas com o milho, sendo que o consórcio com a crotalária apresentou um inferior número de nós no caule principal das plantas de algodoeiro.

**Tabela 31-** Interação entre as diferentes plantas de cobertura para número de nós do caule (cm), Selvíria-MS, de março de 2008.

Dicotiledôneas	Sem mono	Monocotiledôneas		
		Aveia preta	Brachiaria	Milheto
Sem dico	14,84 B	15,67 b A	16,25 a AB	16,67 a A
Nabo forrageiro	15,58	15,91	15,50 ab	15,67 ab
Feijão Guandu	16,42 A	15,67 Ab	14,33 b B	15,58 ab AB
Crotalária	16,00	14,83	15,33 ab	14,83 b
<b>D.M.S.</b>			1,79	

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical e maiúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Na última avaliação referente ao desenvolvimento vegetativo das plantas de algodoeiro não foram constatadas diferenças significativas.

**Tabela 32-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para altura, diâmetro e número de nós do caule em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, maio de 2008.

<b>Teste F</b>	<b>Altura</b>	<b>Diâmetro</b>	<b>Número de nós</b>
	<b>p&gt;F</b>		
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,8104	0,6593	0,7294
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,3910	0,6610	0,2499
<b>m*d</b>	0,0852	0,8991	0,3161
	<b>(cm)</b>		
<b>Sem mono</b>	144,12	1,70	16,64
<b>Aveia preta</b>	141,53	1,62	16,72
<b>Brachiaria</b>	141,91	1,65	16,73
<b>Milheto</b>	142,55	1,64	16,96
<b>Sem dico</b>	143,62	1,64	16,80
<b>Nabo forrageiro</b>	144,54	1,69	17,09
<b>Feijão Guandu</b>	142,09	1,62	16,53
<b>Crotalária</b>	139,86	1,66	16,63
<b>C.V. %</b>	5,67	10,66	4,90
<b>D.M.S.</b>	7,63	0,17	0,78

Como indicador de desenvolvimento reprodutivo das plantas de algodão, utilizou-se a comparação de médias de comprimento de ramos reprodutivos em função do efeito de resíduo da palhada de plantas de cobertura manejadas.

A Tabela 33 apresenta os valores do teste de comparação de médias para comprimento de ramos reprodutivos para o mês de janeiro de 2008. Nesta fase de desenvolvimento da cultura não foi possível encontrar diferenças para esta variável para os níveis de 5% e 1% de probabilidade.

**Tabela 33-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para comprimento de ramos reprodutivos em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, janeiro de 2008.

<b>Teste F</b>	<b>5º Ramo</b>	<b>7º Ramo</b>	<b>9º Ramo</b>	<b>11º Ramo</b>
	<b>p&gt;F</b>			
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,6179	0,0517	0,5841	0,9738
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,3405	0,0512	0,3427	0,9598
<b>m*d</b>	0,9585	0,4279	0,1932	0,8274
	<b>(cm)</b>			
<b>Sem mono</b>	29,00	26,13	27,19	18,31
<b>Aveia preta</b>	30,44	22,75	27,13	18,19
<b>Brachiaria</b>	31,63	25,75	29,00	18,50
<b>Milheto</b>	30,00	25,56	28,19	19,06
<b>Sem dico</b>	30,44	26,19	28,44	18,25
<b>Nabo forrageiro</b>	29,38	26,56	29,19	19,19
<b>Feijão Guandu</b>	32,31	23,94	27,38	18,31
<b>Crotalária</b>	28,94	23,50	26,50	18,31
<b>C.V. %</b>	18,55	14,35	15,86	30,66
<b>D.M.S.</b>	5,30	3,39	4,17	5,36

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância,  
Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade,

Observa-se na Tabela 34 os valores das medias para comprimento de ramos produtivos em função das palhadas oriundas de plantas de cobertura para o mês de março de 2008.

O 7º ramo produtivo apresentou diferenças tanto nas plantas monocotiledôneas quanto nas dicotiledôneas. Quando o algodoeiro fora conduzido em área onde anteriormente havia brachiaria, encontrou-se o 7º ramo reprodutivo aproximadamente 4 cm mais longo do que em plantas conduzidas sobre os restos vegetais de aveia preta, diferindo significativamente a 5% de probabilidade. Já entre plantas dicotiledôneas a diferença apresentou-se ao nível de 1% de probabilidade, sendo que as plantas nas parcelas testemunhas apresentaram os 7º ramos mais longos que as plantas na área de guandu e nabo forrageiro. Diferiu ainda com valores inferiores, as plantas conduzidas nos restos vegetais de crotalária no qual os valores do comprimento do 7º ramo foram os menores.

**Tabela 34-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para comprimento de ramos reprodutivos em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, março de 2008.

<b>Teste F</b>	<b>5º Ramo</b>	<b>7º Ramo</b>	<b>9º Ramo</b>	<b>11º Ramo</b>
	<b>p&gt;F</b>			
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,7513	0,0288*	0,8240	0,4512
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,1645	0,0001**	0,4147	0,4326
<b>m*d</b>	0,6983	0,5978	0,1468	0,4100
	<b>(cm)</b>			
<b>Sem mono</b>	33,94	29,00 ab	31,88	23,69
<b>Aveia preta</b>	35,38	27,25 b	32,94	21,00
<b>Brachiaria</b>	36,00	31,13 a	33,19	22,50
<b>Milheto</b>	35,31	28,56 ab	32,88	23,81
<b>Sem dico</b>	34,19	32,13 a	33,56	21,44
<b>Nabo forrageiro</b>	34,00	30,31 ab	33,56	24,63
<b>Feijão Guandu</b>	37,88	28,38 bc	31,44	22,50
<b>Crotalária</b>	34,56	25,13 c	32,31	22,43
<b>C.V. %</b>	15,59	12,23	12,87	23,81
<b>D.M.S.</b>	5,17	3,34	3,97	5,11

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância, Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade,

Durante a última avaliação de comprimento de ramos reprodutivos do ano agrícola de 2008, realizada no mês de maio, semente o 11º ramo das plantas conduzidas em restos vegetais de dicotiledôneas diferiram entre si pelo teste de tukey 5%. O tratamento nabo forrageiro apresentou o 11º ramo mais comprido do que nos tratamentos testemunha e feijão guandu. Em trabalho semelhante, Ferrari (2009) observou em seus estudos que o comprimento do nono ramo reprodutivo cultivado com o nabo forrageiro como planta de cobertura proporcionou maior crescimento se comparado às palhadas de aveia branca e aveia preta. Resultados estes que indicam um bom desenvolvimento do algodoeiro com a utilização desta planta de cobertura.

**Tabela 35-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para comprimento de ramos reprodutivos em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, maio de 2008.

<b>Teste F</b>	<b>5º Ramo</b>	<b>7º Ramo</b>	<b>9º Ramo</b>	<b>11º Ramo</b>
	<b>p&gt;F</b>			
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,8995	0,4069	0,9701	0,8975
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,0686	0,1070	0,3456	0,0159*
<b>m*d</b>	0,5654	0,9998	0,1213	0,1234
	<b>(cm)</b>			
<b>Sem mono</b>	41,63	37,50	38,44	30,38
<b>Aveia preta</b>	40,19	34,56	39,00	28,56
<b>Brachiaria</b>	39,81	38,06	38,63	29,88
<b>Milheto</b>	40,38	38,38	37,75	29,13
<b>Sem dico</b>	37,50	39,31	40,44	27,50 b
<b>Nabo forrageiro</b>	39,25	38,88	39,81	34,63 a
<b>Feijão Guandu</b>	44,13	36,63	37,00	26,94 b
<b>Crotalária</b>	41,13	33,69	36,56	28,88 ab
<b>C.V. %</b>	17,58	18,93	19,10	24,43
<b>D.M.S.</b>	6,72	6,63	6,93	6,80

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância, Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade,

Na Tabela 36 são demonstrados os dados do teste de comparação de médias para altura, diâmetro e número de nós do caule principal em função das plantas de cobertura para o ano agrícola de 2008/09. A primeira avaliação foi realizada no mês de janeiro de 2009, período no qual o algodoeiro se encontrava no início do período vegetativo. Nesta fase, para as variáveis analisadas não foram encontradas diferenças estatísticas.

**Tabela 36-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para altura, diâmetro e número de nós do caule em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, janeiro de 2009.

Teste F	Altura	Diâmetro	Número de nós
	<b>p&gt;F</b>		
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,4986	0,7312	0,1668
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,7264	0,1517	0,8085
<b>m*d</b>	0,6178	0,3047	0,8571
	<b>(cm)</b>		
<b>Sem mono</b>	97,81	0,87	8,31
<b>Aveia preta</b>	103,69	0,87	8,53
<b>Brachiaria</b>	105,38	0,86	8,63
<b>Milheto</b>	96,75	0,89	8,72
<b>Sem dico</b>	98,37	0,84	8,59
<b>Nabo forrageiro</b>	98,13	0,86	8,50
<b>Feijão Guandu</b>	104,44	0,88	8,63
<b>Crotalária</b>	102,69	0,91	8,47
<b>C.V. %</b>	18,86	9,34	6,12
<b>D.M.S.</b>	17,95	0,08	0,49

Os dados de março de 2009, referentes às avaliações de características de crescimento das plantas do algodoeiro são apresentados na Tabela 37. Para avaliação de altura de plantas de algodoeiro foi identificada ocorrência de interação entre plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas.

**Tabela 37-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para altura, diâmetro e número de nós do caule em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, março de 2009.

Teste F	Altura	Diâmetro	Número de nós
	<b>p&gt;F</b>		
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,2222	0,7904	0,6990
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,0233*	0,1681	0,2109
<b>Lm*d</b>	0,0191*	0,1367	0,4540
	<b>(cm)</b>		
<b>Sem mono</b>	131,15	1,73	13,88
<b>Aveia preta</b>	129,25	1,72	14,25
<b>Brachiaria</b>	129,56	1,76	14,00
<b>Milheto</b>	129,44	1,73	13,94
<b>Sem dico</b>	129,22	1,69	14,13
<b>Nabo forrageiro</b>	128,66	1,78	14,38
<b>Feijão Guandu</b>	129,81	1,73	13,75
<b>Crotalária</b>	131,72	1,74	13,95
<b>C.V. %</b>	2,20	6,66	6,99
<b>D.M.S.</b>	2,69	0,11	0,92

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

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

Os desdobramentos das interações referentes ao mês de março de 2009 para altura de plantas são apresentados na Tabela 38. As plantas de algodão conduzidas por plantas monocotiledôneas interagiram com o guandu, sendo que a altura das plantas conduzidas onde anteriormente havia guandu somente superou o tratamento milho + guandu. Silva e Rosolem (2002) observaram que o guandu favoreceu o crescimento da soja em sucessão, por melhorar as condições de compactação do solo. Da mesma forma, as parcelas onde antes havia crotalária somente superaram em altura as plantas que foram conduzidas no consórcio crotalária + brachiária. Salienta-se na mesma tabela que as parcelas conduzidas por crotalária somente apresentaram as maiores médias em altura de plantas, diferindo significativamente ao nível de 5% probabilidade dos tratamentos nabo forrageiro e da testemunha no mês de março de 2009.

**Tabela 38-** Interação entre as diferentes plantas de cobertura para Altura de plantas (cm), Selvíria-MS, março de 2009.

Dicotiledôneas	Sem mono	Monocotiledôneas		
		Aveia preta	Brachiaria	Milho
Sem dico	127,87 b	127,50	130,75	130,75
Nabo forrageiro	128,75 b	127,00	129,12	129,75
Feijão Guandu	132,62 abA	130,62 AB	129,50 AB	126,50 B
Crotalária	135,37 aA	131,87 AB	128,87 B	130,75 AB
<b>D.M.S.</b>			5,38	

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical e maiúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados referentes às características de crescimento de plantas do algodão durante o mês de maio de 2009 são apresentados na Tabela 39. Para a variável altura de plantas, novamente ocorreu interação entre plantas monocotiledôneas e dicotiledôneas.



**Tabela 39-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para altura, diâmetro e número de nós do caule em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, maio de 2009.

Teste F	Altura	Diâmetro	Número de nós
Monocotiledôneas (m)	0,4762	0,6502	0,8405
Dicotiledôneas (d)	0,0024*	0,7331	0,0649
m*d	0,0461*	0,5536	0,8019
<b>Sem mono</b>	141,50	1,90	18,59
<b>Aveia preta</b>	142,94	1,86	18,01
<b>Brachiaria</b>	144,00	1,93	18,34
<b>Milheto</b>	142,69	1,90	18,24
<b>Sem dico</b>	140,69	1,93	18,78
<b>Nabo forrageiro</b>	142,88	1,89	18,66
<b>Feijão Guandu</b>	144,88	1,89	18,25
<b>Crotalária</b>	141,69	1,88	17,91
<b>C.V. %</b>	9,14	8,05	5,39
<b>D.M.S.</b>	2,88	0,14	0,94

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

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

Estes resultados desdobrados são apresentados na Tabela 40. O tratamento nabo forrageiro (144 cm) diferiu do tratamento testemunha (137,75 cm) apresentando a maior média em altura de plantas. Quando os tratamentos de dicotiledôneas são associados à monocotiledônea aveia preta, a associação entre feijão guandu e aveia preta superou a associação nabo forrageiro + aveia preta, com média de altura de 6 cm mais altas. No consórcio entre plantas dicotiledôneas e milheto, novamente o guandu associado se destaca. O consórcio entre esta leguminosa e milheto é superior quando comparada à altura de planta das parcelas onde antes havia milheto somente.

**Tabela 40-** Interação entre as diferentes plantas de cobertura para Altura de plantas (cm), Selvíria-MS, maio de 2009.

Dicotiledôneas	Monocotiledôneas			
	Sem mono	Aveia preta	Brachiaria	Milheto
<b>Sem dico</b>	137,75 b	143,00 ab	142,50	139,50 b
<b>Nabo forrageiro</b>	144,00 a	139,50 b	144,00	144,00 ab
<b>Feijão Guandu</b>	142,25 ab	147,50 a	143,75	146,00 a
<b>Crotalária</b>	142,00 ab	141,75 ab	141,75	141,25 ab
<b>D.M.S.</b>			5,75	

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical e maiúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados das médias para comprimento de ramos reprodutivos em função de plantas de cobertura para o mês de janeiro de 2009 são apresentados na Tabela 41.

Conforme valores de  $p>F$  e teste de comparação de médias, verificam-se que a palhada oriunda do manejo do capim brachiaria proporcionou um maior comprimento do 5º ramo reprodutivo comparado ao comprimento de plantas conduzidas sobre palhada de aveia preta.

**Tabela 41-** Valores de  $p>F$  e teste de comparação de médias para comprimento de ramos reprodutivos em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, janeiro de 2009.

Teste F	Comp 5	Comp 7	Comp 9	Comp 11
	<b>p&gt;F</b>			
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,0434*	0,6844	0,6327	0,9160
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,5905	0,2936	0,6360	0,7098
<b>m*d</b>	0,5905	0,9840	0,3035	0,1973
	<b>(cm)</b>			
<b>Sem mono</b>	27,00 ab	23,24	18,00	16,75
<b>Aveia preta</b>	25,88 b	24,26	17,64	16,92
<b>Brachiaria</b>	29,56 a	25,18	18,85	17,52
<b>Milheto</b>	27,13 ab	24,33	18,15	16,98
<b>Sem dico</b>	28,44	24,03	18,05	17,16
<b>Nabo forrageiro</b>	27,19	23,53	18,16	17,49
<b>Feijão Guandu</b>	27,19	26,10	17,60	17,27
<b>Crotalária</b>	26,75	23,34	18,83	16,24
<b>C.V. %</b>	13,24	18,51	14,73	19,11
<b>D.M.S.</b>	3,42	4,23	2,52	3,07

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

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

Para o mês de março de 2009, as diferenças de comprimento de ramos em função de plantas de cobertura foram analisadas e expostas na tabela abaixo. Foram identificadas diferenças no 9º ramo reprodutivo de plantas desenvolvidas sobre os restos culturais de dicotiledôneas. A palhada de crotalária, para este período, proporcionou um crescimento do nono ramo superior ao tratamento feijão guandu, segundo o teste de tukey a 5%.

**Tabela 42-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para comprimento de ramos reprodutivos em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, março de 2009.

Teste F	Comp 5	Comp 7	Comp 9	Comp 11
	<b>p&gt;F</b>			
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,1463	0,6179	0,3064	0,0585
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,6718	0,3405	0,0282*	0,1510
<b>m*d</b>	0,9852	0,9585	0,1356	0,7688
	<b>(cm)</b>			
<b>Sem mono</b>	33,25	29,00	23,75	25,06
<b>Aveia preta</b>	33,38	30,44	25,44	24,50
<b>Brachiaria</b>	37,31	31,63	25,13	21,50
<b>Milheto</b>	34,00	30,00	25,50	23,00
<b>Sem dico</b>	34,94	30,43	24,25 ab	23,63
<b>Nabo forrageiro</b>	35,38	29,38	24,56 ab	23,88
<b>Feijão Guandu</b>	34,56	32,31	24,06 b	21,69
<b>Crotalária</b>	33,06	28,94	26,94 a	24,88
<b>C.V. %</b>	16,18	18,55	11,79	16,65
<b>D.M.S.</b>	5,27	5,30	2,77	3,70

\*\*, \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

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

Para o último período avaliado, não foram identificadas diferenças para comprimento em nenhum dos ramos reprodutivos para maio de 2009 em plantas de algodão sobre restos culturais oriundo do manejo da palhada de plantas de cobertura.

**Tabela 43-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para comprimento de ramos reprodutivos em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, maio de 2009.

Teste F	Comp 5	Comp 7	Comp 9	Comp 11
	<b>p&gt;F</b>			
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,0698	0,3858	0,1629	0,9788
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,6393	0,1118	0,7583	0,8255
<b>m*d</b>	0,7359	0,7031	0,2741	0,8892
	<b>(cm)</b>			
<b>Sem mono</b>	40,50	35,00	30,50	28,75
<b>Aveia preta</b>	39,25	37,38	29,38	26,31
<b>Brachiaria</b>	44,09	38,13	31,50	28,94
<b>Milheto</b>	40,25	36,50	32,75	29,06
<b>Sem dico</b>	42,25	35,38	31,19	29,75
<b>Nabo forrageiro</b>	41,44	36,63	31,25	28,81
<b>Feijão Guandu</b>	40,25	39,50	30,06	26,19
<b>Crotalária</b>	40,16	35,50	31,63	28,31
<b>C.V. %</b>	13,00	14,36	13,86	18,02
<b>D.M.S.</b>	5,03	4,98	4,06	4,89

#### 4.4.2. Número de capulhos, massa de capulhos e Produtividade

Para a variável número de capulhos, os valores variaram entre 12 a 15 capulhos por planta. O teste F identificou diferenças significativas para as plantas dicotiledôneas, no qual o feijão guandu com 15,56 capulhos/planta superou os tratamentos nabo forrageiro (14,19 capulhos/planta), testemunha (13,16 capulhos/planta) e crotalária (12,78 capulhos/planta).

Para massa de 20 capulhos, foram conferidos pelo feijão guandu, nabo forrageiro e crotalária, respectivamente os capulhos mais pesados, porém com valores muito semelhantes. Somente o tratamento testemunha apresentou valores inferiores para massa. Esses resultados discordam de Gomes e Bolonhezi (2003), que na ocasião do cultivo de algodão herbáceo posterior a diversas leguminosas e gramíneas, atribuíram ao guandu valores inferiores de massa de capulhos se comparado aos demais tratamentos ou ao cultivo convencional.

Existem vários estudos relacionados à produtividade do algodoeiro em caroço sobre plantas de cobertura. Bolonhezi et al. (1999), que concluíram que a *Crotalária juncea* e o guandu, cultivadas num período de dois meses, como fornecedores de palhada favoreceram e superaram de modo significativo a produção de algodão obtida sobre milheto. Moraes e Bolonhezi (2001) verificaram que a produção não sofreu alteração quando do uso de mucuna preta, mucuna cinza, crotalária juncea, lab-lab, guandu e mucuna + crotalária, como plantas produtoras de palhadas, cultivadas no final do inverno e início da primavera. Carvalho et al. (2004) não encontrou diferenças significativas para produtividade do algodoeiro quando cultivado em sucessão a diferentes espécies de adubos verdes, no sistema de plantio direto e convencional de preparo de solo. Já Bolonhezi (2001), concluiu que o uso de algumas leguminosas adubos verde, na busca de estabilidade produtiva, pode ser uma boa alternativa ao milheto. Os resultados obtidos neste trabalho demonstraram que, a produtividade do algodoeiro foi influenciada pelo resíduo do manejo de palhada de feijão guandu e nabo forrageiro ultrapassando 3000 Kg ha<sup>-1</sup>; e somente a testemunha diferiu significativamente do feijão guandu com valores inferiores, produzindo 2637 Kg ha<sup>-1</sup> de algodão em caroço discordando de Gomes e Bolonhezi (2003), no qual concluíram que o guandu provocou uma redução na produtividade do algodoeiro.

**Tabela 44-** Valores de p>F e teste de comparação de médias para número de capulhos por planta, massa de 20 capulhos e produtividade em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, ano agrícola 2007/08.

<b>Teste F</b>	<b>N. Capulho</b>	<b>Massa 20 capulho</b>	<b>Produtividade</b>
	<b>p&gt;F</b>		
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,7292	0,1578	0,0648
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,0001**	0,0147*	0,0479*
<b>m*d</b>	0,5625	0,8604	0,2136
	<b>(Unidade)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>Sem mono</b>	14,06	0,108	2693
<b>Aveia preta</b>	14,16	0,105	2965
<b>Brachiaria</b>	13,84	0,103	2759
<b>Milheto</b>	13,63	0,108	3181
<b>Sem dico</b>	13,16 bc	0,101 b	2637 b
<b>Nabo forrageiro</b>	14,19 b	0,108 a	3027 ab
<b>Feijão Guandu</b>	15,56 a	0,109 a	3150 a
<b>Crotalária</b>	12,78 c	0,105 ab	2784 ab
<b>C.V. %</b>	10,34	6,99	18,93
<b>D.M.S.</b>	1,36	0,007	507,92

\*\* , \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

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

Na Tabela 45 constam as médias de numero de capulhos, massa de 20 capulhos e produtividade de algodão em caroço para c.v. Delta Opal em função dos tratamentos em estudo para o não agrícola de 2008/09. Verificou-se ao observar os resultados. Não foi possível identificar pelo teste F efeito significativo sobre as medias para número de capulhos e para massa de 20 capulhos, concordando com Ferrari (2009), que trabalhando com aveia branca, aveia preta e nabo forrageiro, não encontrou diferenças para massa de capulho. Entretanto observou que a cultura do nabo forrageiro proporcionou acréscimo de produtividade comparado à aveia branca ou aveia preta. Já os resultados deste trabalho demonstraram que, para avaliação de produtividade realizada na safra 2009, o consórcio de capim brachiária + nabo forrageiro apresentou a maior produtividade de algodão em caroço do experimento, com 3862 Kg ha<sup>-1</sup>, superando o nabo forrageiro somente. Esta associação superou também todos os outros consórcios de dicotiledôneas com capim brachiaria. Nos consórcios de dicotiledôneas com aveia preta, todos superaram significativamente a produtividade alcançada nas plantas sobre restos culturais de aveia preta somente. Segundo Freire et al. (1998), uma cultivar ideal para plantio na região Centro-oeste deve apresentar produtividade de 2550 a 3750 kg ha<sup>-1</sup>, o que pode ser observado para todos os tratamentos nos 2 anos de experimentação.

Segundo Wutke et al. (2009), as leguminosas são consideradas plantas mais “tenras”, porque a relação carbono/nitrogênio (C/N) em sua massa vegetal está ao redor de 20, quando estão no seu pleno florescimento. Por causa disso, a decomposição de sua massa é mais rápida, favorecendo a mineralização e a liberação de nutrientes reciclados pré-existentes no solo e do N fixado, cuja liberação é mais intensa nos primeiros 60 dias após a incorporação. Já as gramíneas detém teores inferiores de N, com relação C/N entre 30 e 60 e, portanto são mais estáveis e de decomposição mais lenta. Neste contexto, justifica-se o consórcio entre gramíneas e leguminosas possivelmente resultando em níveis de mineralização e fornecimento prolongado de matéria orgânica, em especial de nitrogênio, corroborando com o desenvolvimento de plantas e produtividade.

**Tabela 45-** Valores de  $p > F$  e teste de comparação de médias para número de capulhos por planta, massa de 20 capulhos e produtividade em função de plantas de cobertura. Selvíria-MS, ano agrícola 2008/09.

Teste F	N. Capulho	Massa 20 capulho	Produtividade
	$p > F$		
<b>Monocotiledôneas (m)</b>	0,5371	0,6693	0,4948
<b>Dicotiledôneas (d)</b>	0,0599	0,1719	0,0004**
<b>m*d</b>	0,6547	0,5590	0,0216*
	<b>(Unidade)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>Sem mono</b>	12,87	0,12	2705,69
<b>Aveia preta</b>	13,31	0,12	2774,44
<b>Brachiaria</b>	12,78	0,13	2901,67
<b>Milheto</b>	13,31	0,13	2886,67
<b>Sem dico</b>	12,50	0,12	2569,31
<b>Nabo forrageiro</b>	13,37	0,14	3216,81
<b>Feijão Guandu</b>	13,65	0,12	2783,19
<b>Crotalária</b>	12,75	0,12	2699,17
<b>C.V. %</b>	10,08	22,68	14,75
<b>D.M.S.</b>	1,24	0,03	391,96

\*\* , \* Significativo aos níveis de 1% e 5% respectivamente pelo Teste F da análise de variância.

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

O nabo forrageiro é tido como uma planta de rápido crescimento, descompactador de solo e grande ciclador de nitrogênio, tendo como principal aspecto desfavorável a rápida decomposição. Diante destas características, quando associada à alguma monocotiledônea consegue-se prolongar a decomposição e mineralização de matéria orgânica, sendo possivelmente um dos motivos da interação com monocotiledôneas apresentada na tabela abaixo, onde associado a qualquer das gramíneas diferiu do tratamento testemunha.

**Tabela 46-** Interação entre as diferentes plantas de cobertura para produtividade (kg ha<sup>-1</sup>). Selvíria-MS, ano agrícola 2008/09.

<b>Dicotiledôneas</b>	<b>Monocotiledôneas</b>			
	<b>Sem mono</b>	<b>Aveia preta</b>	<b>Brachiaria</b>	<b>Milheto</b>
<b>Sem dico</b>	2619,44	2360,56 b	2327,78 b	2969,44
<b>Nabo forrageiro</b>	2630,00 B	3233,33 aAB	3862,22 aA	3141,67AB
<b>Feijão Guandu</b>	2744,44	2873,33 ab	2773,33 b	2741,67
<b>Crotalária</b>	2828,89	2630,56 ab	2643,33 b	2693,8
<b>D.M.S.</b>		783,92		

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na vertical e maiúscula, na horizontal, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

## 5- CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nos anos de experimentação deste trabalho permitiram concluir que:

Os consórcios entre monocotiledôneas e dicotiledôneas ou ao cultivo exclusivo de monocotiledôneas apresentam maiores percentagens de cobertura do solo se comparado ao cultivo isolado de dicotiledôneas.

As maiores produtividades de fitomassa seca de plantas de cobertura foram proporcionadas pelo cultivo exclusivo de milho e milho associado ao guandu.

A aveia preta proporcionou os menores valores de resistência a penetração para as camadas superficiais do solo (0-15 e 15-30 cm); e os tratamentos dicotiledonares destacando-se o nabo forrageiro proporcionaram uma diminuição da resistência a penetração para as camadas de 30-45 e 45-60 cm.

O milho proporcionou os maiores valores para porosidade total e macroporosidade na camada de 0-20 cm.

Os tratamentos nabo forrageiro isolado, nabo forrageiro associado à brachiária ou a milho semeados no até o mês de julho proporcionaram as maiores produtividades ao algodoeiro Deltaopal em condições de Cerrado.



## 6- REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, P. B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas & leguminosas**. 3. ed. São Paulo: Nobel, 1986. 150 p.

ALCÂNTARA, F. A.; FURTINI NETO, A. E.; PAULA, M. B.; MESQUITA, H. A.; MUNIZ, J. A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo vermelho-escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 277-288, 2000.

ALMEIDA, F. S. de; RODRIGUES, B. N. **Guia de herbicidas: contribuição para o uso adequado em plantio direto e convencional**. Londrina: IAPAR, 1985. 468p.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 22, n.1, p. 25-36, 2001.

AMBROSANO, E. J.; GUIRALDO, N.; CANTARELLA, H.; ROSSETO, R.; MENDES, P. C. D.; ROSSI, F.; AMBROSANO, G. M. B.; AREVALO, R. A.; SCHAMMAS, E. A.; ARCARO JUNIOR, I.; FOLTRAM, D. E. Plantas para cobertura do solo e adubação verde aplicadas ao plantio direto. **Informações agronômicas**, Piracicaba, n. 112, 16 p., dezembro 2005, (POTAFÓS – Encarte técnico).

ANDERSON, W. P. Methods of weed control. In: ANDERSON, W. P. **Weed science: principles**. 2nd ed. Saint Paul: West, 1983. p. 65-122.

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (Ed.). **Methods for assessing soil quality**. Madison : Soil Science Society of America, 1996. p. 123-141. (SSSA Special Publication, 49).

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

BOLONHEZI, A. C.; OLIVEIRA, R. C.; VALERIO FILHO, W.; JUSTI, M. M.; BOLONHEZI, D. Efeito de diversos adubos verdes na produção de algodão no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2., 1999, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA: CNPA, 1999. p. 391-393.

BOLONHEZI, A. C.; Rotação de culturas e produtividade do algodão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 2001, Campina grande. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA: CNPA, 2001. p. 74-89.

BROWN, P DICKEY, D. D. Losses of wheat straw residue under simulated conditions. **Soil Science Society of America**, Madison, v. 34, n. 5, p. 118-121, 1970.

BROWN, S. M.; WTITWELL, T.; TOUCHTON, J. T.; BURMESTER, C. H. Conservation tillage systems for cotton production. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 49, n. 5, p. 1256-1260, 1995.

CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno no sudoeste do Paraná**. Londrina: Iapar, 1990. 37p. (Boletim Técnico, 35).

CALEGARI, A. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: Assessoria de Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993. p. 202-234.

CALEGARI, A. Espécies para cobertura de solo. In: DAROLT, M.R. (Coord.). **Plantio direto: pequena propriedade sustentável**. Londrina: Iapar, 1998. p. 65-94. (Circular, 101).

CALEGARI, A. Plantas de cobertura e rotação de culturas no sistema plantio direto. **Informações Agronômicas**, Londrina, n. 122, p. 18-21. 2008.

CALONEGO, J. C.; FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Lixiviação de potássio da palha de plantas de cobertura em diferentes estádios de senescência após a dessecação química. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 29, p. 99-108, 2005.

CARVALHO, M. A. C. **Adubação verde e sucessão de culturas em semeadura direta e convencional em Selvíria – MS**. 2000. 189 f. Tese (Pós graduação) – Faculdade Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

CARVALHO, M. A. C.; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R.P; ALVES, M. C.; SÁ, M. E. Adubação verde e sistemas de manejo do solo na produtividade do algodoeiro. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 39, n. 12, p. 1205-1211, 2004.

CHRISTENSEN, B. T. Barley straw decomposition under field conditions: effect of placement and initial nitrogen content on weight loss and nitrogen dynamics. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 18, n. 5, p. 523-529, 1986.

CORRÊA, J. C.; SHARMA, R. D. Produtividade do algodoeiro herbáceo em plantio direto no cerrado com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 1, p. 41- 46, 2004.

COSTA-LIMA, J. M. J.; COSTA-LIMA, V. Variação temporal das características micromorfológicas em solo sob plantio direto. **Revista do setor de ciências Agrárias**, Curitiba, v. 14, p. 71-76, 1995.

COSTA, F. S; ALBUQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M. V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 527-535, 2003.

CUNHA, E. Q.; STONE, L. F.; MOREIRA, J. A. A.; FERREIRA, E. P. B.; DIDONET, E. D.; LEANDRO, W. M. Sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura na produção orgânica de feijão e milho. I – atributos físicos do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 35, n. 3, p. 589-602, 2011.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1992. 80 p. (Circular, 73).

DILLON K. S.; DILLON S. K. Relative contribution of green manures in sulphur nutrition of toria (*Brassica campestris*) **J. Nucl. Agr. Biol.**, India, v. 20, n. 2, p. 128-133, 1991.

DOUGLAS JUNIOR, C. L.; ALLMARAS, R. R.; RASMUSSEN, P. E.; RAMIG, R. E.; ROAGER JUNIOR, N. C. Wheat straw composition and placement effects on decomposition in dryland agriculture of the Pacific Northwest. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, p. 833-837, 1980.

DUDA G. P; GUERRA J. G. M; MONTEIRO M. T; DE-POLLI H. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 60, n. 1, p. 139-147, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999, 412 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Solos: sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2006. 306 p.

EMBRAPA ALGODÃO. **Cultura do algodão no cerrado: cultivares**. [S.l.: s.n., 2003.]. Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Algodao/AlgodaoCerrado/solos.htm>>. Acesso em: 17 nov. 2009.

FAHL, J. I.; CAMAERGO, M. B. P. de; PIZZINATTO, M. A.; BETTI, J. A.; MELO, A. M. T. de; De Maria, I. C.; FURLANI, A. M. C. (Ed.). **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. 6. ed. Campina: Instituto Agrônômico, 1998. 396 p. (Boletim, 200)

FERNANDES, L. A.; FURTINI NETO, A. E. ; VASCONCELOS, C. A.; GUEDES, G. A. A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produtividade do milho em latossolo sob vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, n. 2, p. 247-254, 1998.

FERRARI, S. **Plantas de cobertura e doses de nitrogênio em pré-semeadura em algodoeiro**. 2009. 101f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 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. L. **A cultura da aveia**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 1982. 52 p. (Boletim Técnico, 1).

FOLONI J. S. S.; CALONEGO, J. C.; LIMA, S. L. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 8, p. 947-953, 2003.

FOLONI, J. S. S.; LIMA, S. L.; BÜLL, L. T. Crescimento aéreo e radicular da soja e de plantas de cobertura em camadas compactadas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 1, p. 49-57, 2006.

FRANÇA, A. F. S.; MADUREIRA, L. J. Avaliação de matéria seca, da composição mineral e da silagem do milho forrageiro (*Pennisetum americanum*) (L.) K. SCHUM). **Anais da Escola de Agronomia e Veterinária**, Goiânia, v. 19, n. 1, p. 1-8, 1989

FREIRE, E. C.; FARIAS, F. J. C.; FERRAZ, C. T. Cultivares. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Algodão**: informações técnicas. Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. p. 85-102. (Circular técnica, 7).

FUNDAÇÃO MT. **Boletim de pesquisa de algodão**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. 238 p. (Boletim, 4).

GENRO JUNIOR S. A.; REINERD D. J.; REICHERD J. M. Variabilidade temporal da resistência a penetração de um Latossolo Argissolo sob semeadura direta com rotação de culturas. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 28, n. 3, p. 477-484, 2004.

GILLER, K. E. **Nitrogen fixation in tropical cropping systems**. 2nd ed. Wallingford: CAB International, 2001. 448 p.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; RHEINHEIMER, D. S.; NICOLOSO, R. S.; VENDRUSCOLO, E. R.; MARQUES, M. G.; FRIES, M. R. Consorciação de plantas de cobertura: I. Produção e decomposição da fitomassa. In: REUNIÃO BRASILEIRA FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000, Santa Maria. **Resumos...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2000. p. 206-206

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VENDRUSCOLO, E. R. O.; CUBILLA, M.; NICOLOSO, R. S.; FRIES, M. R. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 325-334, 2003.

GRID-PAPP, I. L.; CIA, E.; FUZATTO, M. G.; SILVA, M. M.; FERRAZ, C. A. M.; CARVALHO, N. de; CARVALHO, L. H.; SABINO, N. P.; KONDO, J. L.; PASSOS, S. M. de G.; CHIAVEGATO, E. J.; CAMARGO, P. P. de; CAVALERJ, P. A. **Manual do produtor de algodão**. São Paulo: Bolsa de Mercadorias & Futuros, 1992. 158 p.

GOMES, E. A.; BOLONHEZI, A. C. Avaliação de variedades de algodão herbáceo, cultivadas no sistema de plantio direto sobre diversas palhadas de leguminosas e gramíneas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 4., 2003, Goiânia. **Cong resso...** Goiânia: [s.n.], 2003. Disponível em: [http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos\\_cba4/310.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba4/310.pdf). Acesso em: 7 julh.2011.

HECKLER, J. C.; SALTON, J. C. **Palha**: fundamento do sistema de plantio direto. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2002. 26 p. (Coleção Sistema Plantio Direto, 7). Disponível em: <http://www.cpa.embrapa.br>. Acesso em: 7 julh. 2011.

HERNANDES, F. B. T.; LEMOS FILHO, M. A. F.; BUZETTI, S. **Software HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS, 1995. 45 p. (Série Irrigação, 1).

HERNANI, L. C.; FABRICIO, A. C.; LAMAS, F. M.; ALVES JUNIOR, M. Culturas de cobertura, produtividade do algodoeiro e atributos físicos do solo em plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5., Salvador, 2005. **Anais...** Campina Grande: Embrapa-CNPA, 2005. 1CD-ROM.

HOLDERBAUM, J. F.; DECKER, A. M.; MEISINGER, J. J.; MULFORD, F. R.; VOUGH, L. R. Fall-seeded legume cover crops for no-tillage corn in the humid East. **Agron. Journal**, Madison, v. 82, n. 1, p. 117-124, 1990.

JENKINSON, D. S. Studies on the decomposition of plant material in soil. I. Losses of carbon from C<sub>14</sub> labeled ryegrass incubated with soil in the field. **Journal of Soil Science**, Rothamsted, v. 16, n. 1, p.104-115, 1965.

KAMIMURA, K. M. **Manejo do solo e da água nas propriedades físicas, químicas e térmicas do solo e produtividade do arroz de terras altas**. 2004. 127 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

KOCHHANN, R. A. Alterações das características físicas, químicas e biológicas do solo sob plantio direto. In: CONFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 1., 1996, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: 1996. p. 17-25.

KOPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 479 p.

LAGIÈRE, R. **El algodón**. Barcelona: Blume, 1976. 279 p.

LAMAS, F. M. Alternativas de cobertura do solo para a cultura do algodoeiro em Sistema Plantio Direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v. 103, 2008. Disponível em: <[http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont\\_int&id=844](http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=844)>. Acesso em: 2 ag. 2011.

LIJIMA, M., KONO Y. Interspecific differences of the root system structures of four cereal species as affected by soil compactation. **Japanese journal of crop science**, Tokyo, v. 60, n. 1, p. 130-138, 1991.

LIMA, R. S. S., **Subsolagem e avaliação da compactação em laranjeira pera (*Citrus sinensis* L. Osbesk)**: efeitos nas propriedades físicas no solo e na planta. 1996. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)- Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

LIMA, R. L. S.; SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B. ; SILVA, M. I. L. da ; ALBUQUERQUE, R. C. ; BELTRÃO, N. E. de M. . Crescimento da mamoneira em solo com

alto teor de alumínio na presença e ausência de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 11, p. 15-21, 2007.

LUZ, P. H. DE C.; VITTI, G. C.; QUINTINO, T. A.; OLIVEIRA, D. B. **Use of green manure on crop cane sugar**. São Paulo: GAPE/USP/ESALQ, 2005. 53 p.

MARTINS, C. B. **Análise da resistência mecânica à penetração de um Latossolo Vermelho distrófico em função do grau de umidade**. 2002. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

MDM sementes. [S.l.: s.n., 2005?]. Disponível em: <<http://www.mdm-algodao.com.br>>. Acesso em: 12 Maio 2008.

MEISINGER, J. J.; HARGROVE, W. L.; MIKKELSEN, J.R.; BENSON, V. W. Effects of cover crops on groundwater quality. In: HARGROVE, W. L. (Ed.). **Cover Crops for Clean Water**. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1991. p. 57-68

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; CALEGARI, A. Efeito de material vegetal na acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 17, n. 2, p. 411-416, 1993.

MONEGAT, C. **Plantas de cobertura do solo**. Chapecó: Ed. do Autor, 1991. 337 p.

MORAES, D. S.; BOLONHEZI, A. C. Parcelamento da adubação em cobertura (N e K) em algodoeiro herbáceo, cultivado em diferentes palhadas, no sistema de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 3., 2001, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: EMBRAPA: CNPA, 2001. p. 1036-38

OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; RESCK, D. V. S.; CURI, N. Caracterização química e físico-hídrica de um Latossolo Vermelho após vinte anos de manejo e cultivo do solo. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 28, n. 2, p. 327-336, 2004

OOSTERHUIS, D. M. Potassium nutrition of cotton in the U.S.A. with particular reference to foliar fertilization. In: EL-FOULY, M. M.; OOSTERHUIS, D. M.; KOSMIDOU-IMITROPOULOU, K. **Nutrition and growth regulators in cotton**. Cairo: FAO, 1997. p. 101-124.

NASCIMENTO J. T.; SILVA I. F.; SANTIAGO R. D.; SILVA NETO L. F. Efeito de leguminosas nos atributos físicos e carbono orgânico de um Luvissole. **R. Bras. Ci. Solo**, Campinas, v. 29, n. 5, p. 825-831, 2005.

PAULA, M. B.; ASSIS, R. P.; BAHIA, V. G.; OLIVEIRA, C. V. Efeitos do manejo dos resíduos culturais, adubos verdes, rotação de culturas e aplicação de corretivos nas propriedades físicas e recuperação dos solos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 194, p. 66-70, 1998.

PAULETTI, V. A importância da palhada e da atividade biológica na fertilidade do solo. In: CURSO SOBRE ASPECTOS BÁSICOS DE FERTILIDADE E MICROBIOLOGIA DO SOLO EM PLANTIO DIRETO, 3., 1999, Cruz Alta. **Palestras...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1999. p. 56-66.

PASQUALETTO, A.; COSTA L. M.; SILVA, A. A.; SEDIYAMA, C. S. Influência de culturas de azeitonas em sucessão à cultura do milho (*Zea mays* L.) no sistema plantio direto sobre a resistência à penetração do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 29, n. 2, p. 27-31, 1999.

PASQUALETTO, A.; COSTA L. M. Contribuição de safrinhas em sucessão à cultura da soja em plantio direto sobre a resistência à penetração do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 31, n.1p. 55-59, 2001.

PEREIRA FILHO, I. A.; FERREIRA, A. S.; COELHO, A. M.; CASELA, C. R.; KARAN, D.; RODRIGUES, J. A. S.; CRUZ, J. C.; WAQUIL, J. M. Manejo da cultura do milheto. In EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Informações técnicas**. Sete Lagoas: [s.n.], 2003. Disponível em: <[http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2003/circular/Circ\\_29.pdf](http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2003/circular/Circ_29.pdf)>. Acesso em: 24 julh. 2011. (Circular técnico, 29).

PERIN, A.; SANTOS R. H. S.; URGUAGA 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, v. 39, n. 1, p. 35-40, 2004.

PIMENTEL-GOMES, F. **Estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Degaspar, 2000. 477 p.

PITOL, C.; BORGES, E. P.; BROCH, D. L.; SIEDE, P. K.; ERBER, E. J.; CHIRATA, I. N. **Milheto**: o milheto na integração agricultura-pecuária. Maracajú: Fundação MS, 1997. 9 p.

PLATAFORMA PLANTIO DIRETO. **Introdução e histórico**. Brasília: [s.n.], 2001. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/plantiodireto/>>. Acesso em: 30 maio 2008.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; ARMELIN, M. J. A. Qualidade mineral e degradabilidade potencial de adubos verdes conduzidos sobre Latossolos, na região tropical de São Carlos, SP, Brasil. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 77, n. 1, p. 89-102, 2002.

RAIJ, B. Van; QUAGGIO, J. A. Métodos de análise de solo para fins de fertilidade. **Instituto Agrônomo**, Campinas, v. 81 p. 1-31, 1983. (Boletim técnico, 81)

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, J.; FERREIRA, M. E.; LOPES, A. S.; BATAGLIA, O. A. **Análise química do solo para fins de fertilidade**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 170 p.

RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285 p.

RANGEL, L. E. P.; LAMA, F. M.; STAUT, A. J. S. L. **Avaliação de plantas infestantes e coberturas vegetais em sistema de plantio direto do algodoeiro no cerrado do mato grosso**. Primavera do Leste: Embrapa Algodão Núcleo de Mato de Grosso, 2003 . Disponível

em: <[www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos\\_cba4/309.pdf](http://www.cnpa.embrapa.br/produtos/algodao/publicacoes/trabalhos_cba4/309.pdf)>. Acesso: 7 jul. 2011.

RANELLS, N. N.; WAGGER, M. G. Nitrogen release grass and legume cover crop monocultures and bicultures. **Agron. Journal**, Madison, v. 88, n. 4, p. 777-782, 1996

REIS, E. M.; BAIER, A. C. Reação de cereais de inverno à podridão comum de raízes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 8, n. 2, p. 277-281, 1983.

RIBEIRO, J. de A. **Efeitos de períodos de incubação de adubos verdes (mucuna e pueraria) na liberação de nitrogênio (<sup>15</sup>N) e enxofre (<sup>35</sup>S) para o arroz.** 1996. 82 f. Dissertação (Mestrado)- Centro de energia nuclear na agricultura- CENA, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

RODRIGUES FILHO, F. S. O.; GERIN, M. A. N.; FEITOSA, C. T.; IGUE, T.; SANTOS, R. R. Adubação verde e orgânica para o cultivo do amendoim (*Arachis hypogaea* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 1, p. 88-93, 1996.

ROSOLEM, C. A.; SCHIOCET, M. A.; SOUZA, L. S.; WHITACKER, J. P. T. Root growth and cotton nutrition as affected by liming and soil compaction. **Communications in soil Science and Plant Analysis**, New York, v. 29, n. 1, p. 169-177, 1998

ROSOLEM, C. A. Problemas em nutrição mineral, calagem e adubação do algodoeiro. **Informações Agronômicas**, Piracicaba: Potafos, 2001. p.10-17, 2001. (Encarte Técnico, 95).

ROSOLEM, C. A.; FOLONI, J. S. S.; OLIVEIRA, R. H. Dinâmica do nitrogênio no solo em razão da calagem e adubação nitrogenada, com palha na superfície. **Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 301-309, 2003.

ROSSI, C. Q.; ALVES, R. E. de A.; FERNANDES, P. R. T.; PEREIRA, M. G.; RIBEIRO, R. de L. D. A.; POLIDORO, J. C. Liberação de macronutrientes de resíduos do consórcio entre mucuna preta e milho sob sistema orgânico de produção. **Revista de Ciências da Vida**, Seropédica, v. 28, n. 2, p. 1-10, 2008.

ROTH, C.; VIEIRA, M. J. Infiltração de água no solo. **Plantio direto**, Ponta Grossa, v. 1, n. 3., p. 4, 1983.

ROSCOE, R. **Atividade da urease em um Latossolo Vermelho-Escuro de Sete Lagoas, MG, cultivado com milho, sob diferentes métodos de preparo do solo.** 1997. 50 f. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Lavras-UFLA, Lavras, 1997.

SANTOS, H. P. dos; REIS, E. M. Sistemas de cultivo de trigo com aveias brancas e aveias pretas para rendimento de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 69-73, jan. 1995.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A. GODIN, T. M. S.; CARDOSO, G. D.; VIRIATO, J. R. BELTRÃO, N. E. M. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta à adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** Brasília, Brasília, v. 14, n. 5 p. 879-882, 2006.



SILESHI, G.; MAFONGOYA, P. L. Effect of rotational fallows on abundance of soil insects and weeds in maize crops in eastern Zambia. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 23, n. 3, p. 211-222, 2003.

SILVA, N. M. Nutrição mineral e adubação do algodoeiro no Brasil. In.: EDIVALDO, C.; FEIRE, E. C.; SANTOS, W. J. **Cultura do Algodoeiro**, Piracicaba: Potafos, 1999. p.57-92.

SILVA, N. M.; RAIJ, B. van. Fibras. 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: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. cap.16, p.107-111. (Boletim Técnico, 100).

SLONEKER, L. L.; MOLDENHAUER, W. C. Measuring the amounts of crop residue remaining after tillage. **J. Soil Water. Conserv.**, Ankeny, v. 32, n. 5, p. 231-236, 1977.

SMART, J. R.; BRADFORD, J. M. No-tillage cotton yields and economics for south Texas. In: BELT WIDE COTTON CONFERENCES, 1., 1998, San Diego. **Proceedings...** Memphis: National Cotton Council, 1998. p. 624-626.

SMITH, S. V.; SHARPLEY, A. N. Soil nitrogen mineralization in the presence of surface and incorporated crop residues. **Agronomy Journal**, Madison, v. 82, p. 112-116, 1990.

SUZUKI, L. E. A. S.; ALVES, M. C. Fitomassa de plantas de cobertura em diferentes sucessões de culturas e sistemas de cultivo. **Bragantia**, Campinas, v. 65, n. 1, p. 121-127, 2006.

TAKIZAWA, E. K.; GUERRA, J. Tecnologia de manejo do algodão no Cerrados. In: SEMINÁRIO ESTADUAL DO ALGODÃO, 4.; ENCONTRO ALGODÃO MATO GROSSO 2000, 1., 1998, Cuiabá. **Anais...** Rondonópolis: Fundação MT, 1998. p. 61-66.

TORMENA, C. A.; ROLLOF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 20, n. 4, p. 333-339, 1996.

TORRES, J. L. R., PEREIRA, M. G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no cerrado. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1609-1618, 2008

WANG, J.; HESKETH, J. D.; WOOLLEY, J. T. Preexisting channels and soybean rooting patterns. **Soil Science**, Baltimore, v. 141, p. 432-437, 1986.

WUTKE, E. B.; ARRUDA, F. B.; FANCELLI, A. L.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; SAKAI, E.; FUSIWARA, M.; AMBROSANO, G. M. B. Propriedades do solo e sistema radicular do feijoeiro irrigado em rotação de culturas. **R. Bras. Ci. Solo**, Viçosa, v. 24, n. 4, p. 621-633, 2000.

WUTKE, E. B. ; TRANI, P. E. ; AMBROSANO, E. J. ; DRUGOWICH, M. I. **Adubação verde no Estado de São Paulo**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integrada, 2009. 89 p. (Boletim Técnico, 249).

YAMAOKA, R. **Plantio direto no Estado do Paraná**. Londrina: Iapar, 1991. 241p. (Circular Técnica, 23).

VOSS, M.; SIDIRAS, N. Nodulação da soja em plantio direto em comparação com plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 7, p. 775-82, 1985.