

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**“Sistemas de Manejo do Solo, Culturas de Cobertura e Rotação de Culturas: Resposta para Soja e Milho”**

**CAMILO PLÁCIDO VIEIRA**

**Orientador:** Prof. Dr. Edson Lazarini

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  
março/2009

## FICHA CATALOGRÁFICA

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

V658s      Vieira, Camilo Plácido.  
              Sistemas de manejo do solo, culturas de cobertura e rotação de culturas :  
              resposta para soja e milho / Camilo Plácido Vieira. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2009.  
              78 f.

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

              Orientador: Edson Lazarini  
              Bibliografia: p. 68-75

              1. *Glycine max*. 2. Plantio direto. 3. Crotalária. 4. Milheto. 5. Monocultivo.



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


**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

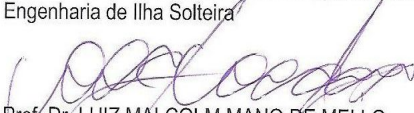
**TÍTULO:** SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO, CULTURAS DE COBERTURA E ROTAÇÃO DE CULTURAS: RESPOSTA PARA SOJA E MILHO

**AUTOR:** CAMILO PLACIDO VIEIRA  
**ORIENTADOR:** Prof. Dr. EDSON LAZARINI

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

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

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

  
Prof. Dr. LUIZ MALCOLM MANO DE MELLO  
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. JÚLIO CESAR SALTON  
EMBRAPA - CPAO / Dourados-MS

Prof. Dr. FERNANDO MENDES LAMAS  
EMBRAPA - CPAO / Dourados-MS

Data da realização: 04 de março de 2009.

## AGRADECIMENTOS

À D'US, o Grande Construtor dos Mundos responsável por todos os acontecimentos;

Ao amigo e orientador Prof. Dr. Edson Lazarini, pela amizade, compreensão e competência;

Ao Governo do Estado de São Paulo que proporcionou-me formação no curso primário, ginásial, colegial, graduação e pós-graduação;

A minha família: minha esposa Elizabete, minhas filhas Saula, Camila e Adriana, por tudo que vivemos e aprendemos juntos;

A Dra Lúcia Gatto da Embrapa Gado de Corte, pelo apoio e comprometimento com meu curso;

Ao Prof. Dr. Pedro César dos Santos, pelo auxílio e orientação na realização das análises estatísticas;

Aos Drs José Roberto Rodrigues Peres, Luis Carlos Miranda, Ronaldo Andrade e Demerval David da Embrapa Transferência de Tecnologia, pelo apoio e tolerância;

Aos colegas do Escritório de Negócio do Triângulo Mineiro – Embrapa SNT, Dr. Joaquim Soares Sobrinho e Dra Raquel Freitas pelo apoio na elaboração do trabalho;

Aos funcionários da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da FE/UNESP - Campus de Ilha Solteira, por toda ajuda na condução do trabalho de campo;

A Empresa PIRAÍ Sementes pela seção das sementes de *Crotalaria juncea*;

Aos acadêmicos Luiz Henrique Marcandalli, Luciano Seidi Chinen, Pedro Comparin Correa e Aguinaldo José Freitas Leal, pelo apoio na condução e avaliação do experimento.

VIEIRA, C.P. **Sistemas de manejo do solo, culturas de cobertura e rotação de culturas: resposta para soja e milho.** 2009. 78f. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Unesp – Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2009.

**Autor:** Camilo Plácido Vieira

**Orientador:** Prof. Dr. Edson Lazarini

## **RESUMO**

Grande parte das áreas de produção do Brasil esta inserida no bioma Cerrado, onde se cultiva principalmente soja, milho, arroz e algodão. Este número limitado de espécies é cultivado utilizando sistema convencional de preparo do solo, com intenso uso de arados e grades. Neste sentido, desenvolveu-se o presente trabalho como o objetivo de avaliar em dois sistemas de manejo do solo (convencional e sistema de plantio direto) a viabilidade da rotação de culturas no verão (milho e soja) e utilização de culturas de cobertura na primavera para produção de palha e ciclagem de nutrientes, em região característica de clima e solo de cerrado. Por se tratar de um experimento de longa duração, optou-se por avaliar e analisar os dados obtidos na cultura da soja e milho na safra de 2005/06. O delineamento experimental utilizado foi o em parcela subdividida em faixa. Existem duas áreas (terraços) onde estão alocados os sistemas de preparo do solo (convencional com arações e/ou gradagens pesadas + gradagens leves e sistema plantio direto). Dentro de cada terraço existem faixas com monocultivo de soja ou milho e faixas com soja rotacionada com milho e vice-versa. Em cada sistema de preparo e de cultivo, há presença de culturas de cobertura, com semeadura na primavera (crotalária, milheto, milheto + crotalária (2:1), crotalária + milheto (2:1)) e uma parcela foi mantida em pousio com presença de plantas daninhas. A soja e o milho foram semeados em dezembro de 2005, sendo utilizado a mesma adubação de semeadura para ambas culturas e a variedade BRS 133 de soja e o híbrido AG 20A20 de milho. O espaçamento utilizado foi de 0,45 e 0,90 m, respectivamente para a soja e milho. As avaliações constaram da produção de massa seca pelas culturas de cobertura e plantas daninhas na área em pousio, bem como o teor de macronutrientes presentes nesta, estado nutricional das plantas de milho e soja no florescimento pleno, características agrônomicas e produtividade de grãos e retorno de palha com a colheita das culturas de soja e milho. Conclui-se que: o milheto é a cultura de cobertura com maior produção de palha e pode ser utilizado em consórcio com a crotalária; o milheto apresenta na parte

aérea maiores quantidades de K e Mg que a crotalária, e esta fixa maiores quantidades de nitrogênio e recicla maiores quantidades de Ca; o teor foliar de P na soja e no milho é maior quando o sistema de manejo do solo é o plantio direto; o sistema de cultivo não influenciou a produtividade de grãos do milho; a rotação de culturas é fator decisivo na produtividade de grãos de soja quando o sistema de manejo do solo é o plantio direto; o milho conduzido no sistema convencional de manejo do solo é mais produtivo que no plantio direto, no sexto ano de experimentação e, no Cerrado, para que se obtenha um aporte anual de palha próximo a 10 t/ha, é necessário além da palha retornada com a colheita do milho e principalmente soja, o cultivo de culturas de cobertura como crotalária, milheto ou consórcio entre si.

**Palavras chave:** *Glycine max*, plantio direto, crotalária, milheto, monocultivo.

VIEIRA, C.P. **Soil management systems, cover crops and crop rotation: corn and soybean response.** 2009. 78f. Tesis (Doctor Degree of Systems Production) – Faculdade de Engenharia, Unesp – Campus de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2009.

**Author:** Camilo Plácido Vieira

**Adviser:** Prof. Dr. Edson Lazarini

## **SUMMARY**

Most of the Brazilian production areas are inserted in the biome Cerrado, where soybean corn, rice and cotton are mainly cultivated. This limited number of species is cultivated under conventional tillage system, with intensive use of disk plow and harrow. The objective of this work was to evaluate, in two systems of soil management (conventional and no-tillage), the viability of crop rotation of summer crops (corn and soybean) and use of spring cover crops for straw production and nutrient cycling in area covered by Cerrado vegetation. This work has been carried out for ten years at experimental area of FE/UNESP –Ilha Solteira campus, located in the county of Selviria , Mato Grosso do Sul State, Brazil (20°22'S, 251°22'W and 335 m of altitude, approximately). Considering a long-term experiment, the evaluations were based on data obtained from soybean and corn 2005/06 crop season. The experimental design used was a split plot strip. The soil tillage systems (conventional with plowing and/or disk harrow + leveling harrow and no-tillage) were located into two areas (terraces). Inside each terrace there are strips with soybean or corn monoculture and strips with crop rotation with soybean an corn and vice-versa. In each tillage system there are spring cover crops (sunn hemp, millet, millet + sunn hemp (2:1), sunn hemp + millet (2:1) and fallow area with weeds. Soybean and maize were sown on 2005 December. The same fertilization were used for both crops. The soybean cultivar used was BRS 133 and the corn hybrid used was AG 20A20. The row spacing used was 0.45 cm and 0.90 cm for soybean and corn, respectively. The evaluation were done based on cover crops dry mass production and weed dry mass in fallow area, as well as their macronutrients level, nutritional condition of corn and soybean plants at full flowering, agronomic characteristics, yield and straw return due to soybean and corn harvest. It is concluded that: the highest production of straw was obtained by millet and which can be used as intercropping with sunn hemp; millet showed higher amount of K and Mg than sunn hemp and that provided the highest amount of fixed nitrogen recycling greater

amounts calcium; the foliar level of P in soybean and maize is higher at no-tillage areas; the corn yield was not influenced by cultivation system; the crop rotation is a factor significantly in grain yield soybean when the system of soil management in areas with no-tillage; corn yield under conventional tillage system is more productive than no-tillage system, after 6 years of experimentation; and, the Cerrado area, in order obtain an annual intake of straw around 10 ton/ha is need beyond the straw returned with the harvest of corn and especially soybeans, sowing cover crop with sunn hemp, millet or consortium together.

**Key words:** *Glycine max*, no tillage, *Crotalaria juncea*, millet, monoculture



## LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Valores mensais de temperatura máxima e mínima e precipitação. Selvíria-MS, 2005/06.....	25
Figura 2. Distribuição das culturas de soja e milho nas áreas experimentais. Selvíria-MS, novembro/99 e 01 e dezembro/03.....	26
Figura 3. Distribuição das culturas de cobertura e pousio em um dos terraços na área experimental. Selvíria – MS, abril/00.....	26
Figura 4. Distribuição das culturas soja e milho e um dos terraços da área experimental. Selvíria-MS, novembro/00, dezembro/02 e novembro 04.....	27
Figura 5. Distribuição das culturas de cobertura do solo e pousio em um dos terraços. Selvíria-MS, abril/01.....	27
Figura 6. Distribuição das culturas de cobertura do solo e pousio em um dos terraços. Selvíria-MS, setembro/02 e outubro/03.....	28
Figura 7. Esquema de distribuição das linhas de milho e crotalária nas parcelas com consórcio dessas duas culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005.....	29

## LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Resultados da análise química do solo da área experimental. Selvíria – MS, 1999.....	26
Tabela 2. Massa seca produzida pelas plantas de cobertura, teor de nutrientes e valores de F para os sistemas de manejo, culturas de entressafra e sistemas de cultivo avaliado em Selvíria – MS, 2005.....	35
Tabela 3. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x culturas de cobertura, significativa para produção de massa seca pelas culturas de cobertura (kg/ha). Selvíria – MS, 2005/06.....	36
Tabela 4. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo, significativa para teor de nitrogênio (g/kg) na massa seca produzida pelas culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005/06.....	38
Tabela 5. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo x culturas de cobertura, significativa teor de magnésio (g/kg) na massa seca produzida pelas culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005/06 .....	41
Tabela 6. Desdobramento da interação sistemas de cultivo x culturas de cobertura, significativa par teor de S (g/kg) na massa seca produzida pelas culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005/06..	42
Tabela 7. Quantidades médias de macronutrientes passíveis de serem retornados ao solo com a massa seca produzida pelas culturas de cobertura em função sistemas de preparo do solo e sistemas de cultivo. Selvíria – MS, 2005.....	42
Tabela 8. Teores de nutrientes na folha de milho em função de sistemas de preparo do solo, sistemas de cultivo e culturas de cobertura. Selvíria-MS, 2005/06.....	44
Tabela 9. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo x culturas de cobertura, significativa para teor de P (g/kg) em folhas de milho. Selvíria – MS, 2005/06.....	45

Tabela 10.	Médias e valores de F das características agronômicas, produtividade de grãos e retorno de palha de milho, em função de sistemas de preparo do solo de cultivo e culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005/06.....	48
Tabela 11.	Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo x culturas de cobertura, significativa para altura de plantas de milho (cm). Selvíria – MS, 2005/06.....	49
Tabela 12.	Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x culturas de cobertura, significativa para altura de inserção da espiga (cm). Selvíria – MS, 2005/06.....	50
Tabela 13.	Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x culturas de cobertura, significativa para produtividade de grãos de milho (kg/ha). Selvíria – MS, 2005/06.....	53
Tabela 14.	Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x culturas de cobertura, significativa para quantidade de palha de milho (kg/ha) restituída ao solo com a colheita do milho. Selvíria – MS, 2005/06.....	54
Tabela 15.	Valores de F obtidos na análise estatística de médias de massa seca produzida pelas plantas de cobertura e teor de nutrientes nesta. Selvíria – MS, 2005.....	55
Tabela 16.	Médias de massa seca produzida pelas plantas de cobertura e teor de N, P, K, Ca, Mg e S nesta. Selvíria – MS, 2005.....	56
Tabela 17.	Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x culturas de cobertura, significativa para teor de Ca (g/kg) na massa seca produzida pelas culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005/06.....	57
Tabela 18.	Desdobramento da interação sistemas de cultivo x culturas de cobertura, significativa para teor de Mg (g/kg) na massa seca produzida pelas culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005/06..	58
Tabela 19.	Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x culturas de cobertura, significativa para teor de S (g/kg) na massa seca produzida pelas culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005/06.....	58

	Página
Tabela 20. Teores de nutrientes na folha de soja, no florescimento pleno, em função de sistema de preparo do solo, de cultivo e culturas de cobertura. Selvíria-MS, 2005/06.....	59
Tabela 21. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo, significativa para teor de P (g/kg) na folha de soja. Selvíria – MS, 2005/06.....	60
Tabela 22. Valores de F e médias das características agronômicas, produtividade de grãos e retorno de palha da soja, em função de sistemas de preparo do solo de cultivo e culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005/06.....	62
Tabela 23. Desdobramento da interação sistemas de cultivo x culturas de cobertura, significativa para altura de plantas (cm). Selvíria – MS, 2005/06.....	63
Tabela 24. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo, significativa para altura de inserção das primeiras vagens (cm). Selvíria – MS, 2005/06.....	63
Tabela 25. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo, significativa para número de vagens/planta. Selvíria – MS, 2005/06.....	63
Tabela 26. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x culturas de cobertura, significativa para número de vagens/planta. Selvíria – MS, 2005/06.	64
Tabela 27. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo, significativa para produtividade de grãos (kg/ha). Selvíria – MS, 2005/06.....	64
Tabela 28. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo, significativa para produção de palha pela cultura da soja. Selvíria – MS, 2005/06.....	65
Tabela 29. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo x culturas de cobertura, significativa para massa de 100 grãos (g). Selvíria – MS, 2005/06.....	66

## LISTA DE APÊNDICES

	Página
Apêndice 1. Precipitação diária registrada no posto meteorológico da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão. Selvíria – MS, 2005/06.....	76
Apêndice 2. Temperatura máxima diária registrada no posto meteorológico da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão. Selvíria – MS, 2005/06.....	77
Apêndice 3. Temperatura mínima diária registrada no posto meteorológico da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão. Selvíria – MS, 2005/06.....	78

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO .....	14
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	16
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1. Cultura do milho .....	34
4.2. Cultura da soja .....	55
5. CONCLUSÕES .....	67
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	68
7. APÊNDICES .....	76

## 1. INTRODUÇÃO

O cultivo da soja representa 94,5% da produção (em milhões de toneladas) das oleaginosas cultivadas no país. A cultura da soja, que se constitui numa das mais tecnificadas em nosso país, é atualmente o principal produto agrícola de exportação e vêm aumentando muito seu cultivo nos últimos anos, inclusive abrindo fronteiras, como é o caso dos Cerrados e também da Amazônia (GALASSINI, 1998).

O milho é cultivado em todo o país e é considerado como um dos principais constituintes do segmento produtivo, possuindo participação no sistema de rotação de culturas, em plantio direto, tanto como cultura principal quanto como cobertura de outono-inverno (milho safrinha) (PINAZZA, 1993).

Na safra 2008/09, a estimativa de área semeada com milho e soja no Brasil foi de 14.142,5 e 21.728,4 milhões de hectares, respectivamente, de um total de 47.708,2 milhões de hectares cultivados com grãos nesta safra. A produção de milho e soja foi de 50.970,5 e 57.088,1 milhões de toneladas, respectivamente (CONAB, 2009).

A busca de sistemas alternativos de produção que reduzam os impactos ambientais do cultivo agrícola e sejam sustentáveis, tanto do ponto de vista ambiental, quanto econômico é de fundamental importância para firmar o agronegócio como setor que possibilite retornos duradouros dos investimentos.

A região dos Cerrados, composta por 207 milhões de hectares e caracterizada por solos geralmente pouco férteis e com possibilidade de ocorrência de veranicos, tem visto no plantio direto um sistema de manejo capaz de superar as restrições impostas pelo ecossistema e manter ou incrementar a produtividade das culturas, embora necessite ainda

de vários estudos para a obtenção de sucesso total com a adoção desta tecnologia de produção (RESCK, 1998). Entretanto, a baixa quantidade de matéria orgânica, comum em solos de Cerrado, principalmente nas camadas inferiores, assim como a baixa CTC, altos teores de Al e a tendência em se acidificar em curto espaço de tempo, constituem-se em alguns problemas para a execução do SPD. Contudo, esses problemas são contornáveis com a realização de um manejo ideal, possibilitando às plantas explorarem um maior volume de solo, possuírem uma certa tolerância à seca e recuperar os nutrientes lixiviados (SPEHAR & LANDERS, 1997). Segundo estes autores, o SPD nos Cerrados é tipificado pelo cultivo de verão com milho ou soja, sucedidos por milho, sorgo, milheto ou uma cobertura vegetal de inverno.

No sistema de plantio direto a palha tem sido referida como base de sua sustentação, sendo que as dificuldades de manter este sistema são decorrentes em grande parte de sua ausência ou pequena quantidade desta na superfície do solo. Assim, muitas são as dúvidas e indagações sobre o manejo da palha e o sistema de rotação a ser empregado neste sistema, principalmente na região do Cerrado, que se caracteriza por apresentar condições edafoclimáticas que acarretam uma alta decomposição da palha, ameaçando a sustentabilidade desta tecnologia.

Em síntese, Oliveira & Freitas (1999) definem o plantio direto, como um sistema que produz alimentos com alta qualidade, em quantidades adequadas, com o menor uso de insumos, maximizando assim a rentabilidade econômica da empresa agrícola, necessitando para tanto, a manutenção da palhada na superfície do solo, utilizar uma maior diversidade de espécies (rotação de culturas) e evitar movimentação no perfil do solo.

Dentro deste contexto, o presente trabalho objetivou avaliar às culturas da soja e do milho, quanto ao estado nutricional das plantas, características agronômicas, produtividade de grãos e palha, quando submetidas a diferentes sistemas de manejo do solo (convencional e plantio direto) e de cultivo (rotacionados ou em monocultivo no verão), em sucessão a culturas de cobertura ou pousio na primavera.



## 2. REVIÃO DE LITERATURA

A palha tem sido referida como base de sustentação do sistema de plantio direto (SPD) e as dificuldades de manter este sistema são decorrentes em grande parte da sua ausência ou pequena quantidade desta na superfície do solo. O SPD, pode ser dividido em 2 fases, sendo a de implantação, correspondente aos primeiros 4 ou 5 anos após o início da adoção do sistema, e a de estabilidade vindo a seguir (SALET, 1994).

O sistema de plantio direto se enquadra no contexto da agricultura moderna, onde há combinação de práticas culturais ou biológicas, tais como: o uso de produtos químicos ou práticas de manejo de culturas destinadas à adubação verde para a formação de coberturas do solo (palhada); manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo; adoção de métodos integrados no controle de plantas daninhas, através de cobertura do solo e herbicidas; e o não revolvimento do solo, exceto nos sulcos de semeadura (MUZILLI, 1991).

Um problema freqüente no sistema de plantio convencional é a presença de camadas compactadas, o que acaba por reduzir a produtividade de grãos. Sabendo-se que em solos cultivados, particularmente nos trópicos, o manejo físico com implementos mecânicos determina perdas de matéria orgânica, com a diminuição dos teores de carbono orgânico. Portanto, a utilização de culturas que possuam sistema radicular capaz de se desenvolver em condições de compactação, se torna de fundamental importância para se evitar a formação de camadas compactadas ou até mesmo para promover o rompimento destas. Silva e Rosolem (2002), em Latossolo Vermelho, apresentando textura média (16% de argila), ao avaliarem o crescimento radicular de soja em função de sucessão com culturas

de cobertura concluíram que o cultivo anterior com aveia-preta, guandu e milho favorece o crescimento radicular da soja abaixo de camadas compactadas do solo, sendo a produtividade afetada apenas na maior densidade (1,60 kg/dm<sup>3</sup>).

Entre as conseqüências diretas da compactação do solo estão as reduções da macroporosidade, ocasionando uma redução da infiltração de água e aumento da resistência à penetração de raízes (KIIRKEGAAD et al., 1993). Isso afeta a distribuição e morfologia das raízes. A compactação do solo pode causar redução de até 60% do crescimento radicular de algumas espécies (BENGOUGH & MULLINS, 1991; IJIMA et al., 1991; PANAYIOTOPOULOS et al., 1994). Em relação à soja, a resistência à penetração de 0,69 MPa, ocasionou redução de 50% no crescimento radicular (ROSOLEM et al., 1994). Uma das estratégias para amenizar os efeitos da compactação pode ser o cultivo de espécies com sistema radicular vigoroso, que deixem canais que propiciem condições ao desenvolvimento de raízes da cultura subsequente (WANG et al., 1986). Desta forma, espécies de crescimento inicial rápido e agressivo, que proporcionam boa cobertura do solo (Nuemberg et al., 1986), com raízes capazes de penetrar em camadas com altas resistências à penetração (Marerehera et al., 1992; Alvarenga et al., 1996), permitiriam melhor desenvolvimento da cultura sucessora.

No sistema de plantio direto sob rotação de culturas, tem sido registrado maiores valores de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na camada superficial do solo, em relação às camadas mais profundas (SIDIRAS e PAVAN, 1985; SI, 1993; DE MARIA et al., 1999; SILVEIRA e STONE, 2001). Por outro lado, também na camada superficial, tem sido observada acidificação do solo em SPD (ECKERT, 1991; PAIVA et al., 1996; SALET, 1994). A localização dos corretivos e fertilizantes na superfície do solo, sem a incorporação física, durante a aplicação, pode alterar a distribuição de nutrientes no perfil do solo em sistema de semeadura direta, influenciando sua disponibilidade e aproveitamento pelas plantas (KOCHHANN e SELLES, 1991). A distribuição de nutrientes no perfil do solo em plantio direto também é afetada pela ausência do preparo e pela deposição na superfície dos nutrientes reciclados pelas plantas.

Segundo Séguy e Bouzinac (2003) para se construir uma agricultura sustentável sob clima particularmente agressivo, solos quimicamente vazios e onde as condições de mineralização da matéria orgânica são excepcionalmente elevadas (condições típicas do

Cerrado) é necessário utilizar novos conceitos de gestão de matéria orgânica, inspirados no funcionamento estável do ecossistema florestal, sendo que como na floresta o solo deve ser mantido totalmente coberto, protegido por uma fitomassa vegetal.

Sabendo-se das dificuldades, uma alternativa para se conseguir um suporte de produção de palha suficiente para manutenção do sistema de plantio direto no cerrado, está na intensificação do uso do solo, através da rotação e sucessão de cultivos, que objetivem uma diversidade na exploração do solo, intercalando culturas com alto potencial de produção de palha, com baixa taxa de decomposição, com culturas que promovam a ciclagem de nutrientes e a fixação biológica de nitrogênio, com a possibilidade de se buscar, se possível, a produção de uma safrinha que promova alta produção de resíduo, como o milho, milheto ou sorgo. Outra alternativa interessante é a utilização de sistemas integrados, agricultura x pecuária, onde as culturas anteriores podem ser cultivadas em consórcio com forrageiras, *Brachiaria sp.*, *Stylosanthes sp.*, ou mesmo após a cultura principal.

A fase de implantação é sem dúvida a fase mais crítica, pois nesta fase ainda não se observa a estabilidade física, química e biológica do solo. Carvalho (2000) ao estudar o efeito de diferentes adubos verdes em sucessão a culturas comerciais em sistema convencional e plantio direto em fase de implantação verificou um adensamento do solo, ao longo dos dois primeiros anos, para as profundidades 0, 10, 20 e 40 cm de profundidade.

Para implantação e condução do sistema de plantio direto de maneira eficiente, é indispensável que o esquema de rotação de culturas promova, na superfície do solo, a manutenção permanente de uma quantidade mínima de palhada, que nunca deverá ser inferior a 4,0 t/ha de fitomassa seca. Como segurança, indica-se que devem ser adotados sistemas de rotação que produzam, em média, 6,0 t/ha/ano ou mais de fitomassa seca. Neste caso, a soja contribui com muito pouco, raramente ultrapassando 2,5 t/ha de fitomassa seca. Por outro lado, gramíneas como o milho, de ampla adaptação a diferentes condições, além da produção de grãos, têm ainda a vantagem de deixar restos culturais (CRUZ et al., 2002).

A rotação de culturas, como prática corrente na produção agrícola, tem recebido, através do tempo, reconhecimento acentuado, do ponto de vista técnico, como um dos meios indispensáveis ao bom desenvolvimento de uma agricultura estável (Fontanelli, 2000). Diversos estudos têm demonstrado os efeitos benéficos da rotação de culturas, tanto

sobre as condições de solo quanto sobre a produção das culturas subsequentes (REIS et al., 1983; GAUDÊNCIO et al., 1986; SANTOS et al. 1993).

No sistema de rotação de culturas especial atenção deve ser dada à soja e ao milho, culturas amplamente utilizadas no sistema de plantio direto (SPD), além de apresentarem grandes vantagens quando plantadas em rotação, ou seja, uma em substituição à outra na safra seguinte de verão, inclusive com aumentos significativos nos rendimentos de ambas as culturas (CRUZ et al., 2002).

Tisdale et al. (1985) relatam que, em função dos resultados observados, em geral, em condições de alta produtividade, os rendimentos de milho em sistema de monocultura tem sido 15% inferiores, comparados com o rendimento de grãos desta gramínea dentro de sistemas de rotações de culturas. Da mesma forma, Mascarenhas et al. (1986), pesquisando a resposta do milho à cinco doses de nitrogênio, após vários anos com cultivo de soja, verificaram resultados positivos dos resíduos da cultura da soja por até quatro a cinco anos após seu cultivo. Resultados semelhantes foram obtidos pelos mesmos autores para culturas de trigo e arroz, demonstrando a influência da soja sobre essas gramíneas.

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2003) relata que a rotação de culturas envolve o cultivo de diferentes espécies numa mesma safra e, portanto, aumenta o número e a complexidade de tarefas na propriedade. Exige o planejamento do uso do solo segundo princípios básicos, onde deve ser considerada a aptidão agrícola de cada gleba. No entanto, segundo Santos e Reis (1991) a cobertura vegetal do solo, no sistema plantio direto, pode causar efeitos alelopáticos sobre o desenvolvimento de plantas e promover a evolução de doenças que proliferam em tecidos mortos deixados na superfície do solo, causando a diminuição do rendimento de grãos das culturas em sucessão.

No Brasil Central, as condições climáticas, com quase total ausência de chuvas entre os meses de maio e agosto, dificultam os cultivos de inverno, exceto em algumas áreas com microclima adequado ou com agricultura irrigada. Essa situação dificulta ou deixa poucas opções para o estabelecimento de culturas comerciais ou mesmo culturas de cobertura, exigindo que estas tenham características peculiares, como um rápido desenvolvimento inicial e maior tolerância à seca (CRUZ et al., 2002).

Desse modo, segundo Alvarenga et al. (2002), o estabelecimento de uma cobertura do solo com plantas semeadas para essa finalidade, em março ou abril, constitui o maior

desafio para o SPD na região dos cerrados e adjacência. Soma-se a isto o fato de que as condições climáticas da primavera-verão condicionam uma alta taxa de decomposição desse material, de tal sorte que a cobertura do solo é reduzida rapidamente, devendo haver um aporte constante desse material ao solo. Em razão disso, o sistema de rotação de culturas é de fundamental importância como mecanismo para aumentar a taxa de cobertura do solo. O sistema mais usado é soja-milho, em que a soja fornece menor quantidade de resíduos e estes são de rápida decomposição, ao passo que, os restos culturais do milho, são em maior quantidade e de maior persistência como cobertura. Dessa forma, plantas de cobertura devem ser introduzidas no sistema, com o objetivo de aumentar a oferta de palha sobre a superfície.

O modelo ideal de cultura de cobertura para essa condição seria aquela que apresentasse alta produção de fitomassa com alta taxa de absorção de nutrientes, especialmente nitrogênio e fósforo; alta tolerância ao déficit hídrico, às pragas e doenças; com efeito alelopático sobre as plantas daninhas; de fácil estabelecimento e controle; baixa taxa de decomposição e, ainda, alto valor agregado. Impossível reunir todas essas qualidades em apenas uma espécie, o que leva ao raciocínio lógico da necessidade de ser usada mais de uma espécie, sendo que uma irá procurar suprir a deficiência de outra em algum quesito, além de incrementar a diversificação da rotação e da sucessão de culturas (ALVARENGA et al., 2000).

O emprego de não leguminosas na adubação verde pode amenizar perdas de nitrogênio mediante a imobilização temporária deste nutriente em sua biomassa (ANDREOLA et al., 2000). Além disso, resíduos de gramíneas, em virtude de sua baixa taxa de decomposição, determinam melhor proteção do solo (BERTOLINI et al., 2000). Deste modo, a adubação verde a partir do consórcio com leguminosas e gramíneas, pode determinar a combinação de resíduos com características favoráveis, não só à proteção do solo, mas também à nutrição de plantas, pelo aporte de N pelas leguminosas via fixação biológica de nitrogênio.

O período de proteção do solo depende das características da palha, principalmente da relação C/N (carbono/nitrogênio) do tecido. Palhas com reduzida relação C/N, como por exemplo, de ervilhaca e nabo forrageiro, tendem a se decompor rapidamente, deixando o solo desprotegido. De outro modo, palhas com elevada relação C/N, como aveia e milho,

decompõem-se mais lentamente, porém fornecem baixa quantidade de nitrogênio à cultura sucessora (BORKERT et al., 2003). Nesse sentido, consórcios entre espécies de gramíneas e leguminosas podem produzir elevada quantidade de palha e, ao mesmo tempo, fornecer elevada quantidade de nitrogênio às culturas sucessoras (HEINRICHS & FANCELLI, 1999).

Para a Embrapa (2003) a escolha da cobertura vegetal do solo, sempre que possível, deve ser feita no sentido de obter grande quantidade de biomassa. Plantas forrageiras, gramíneas e leguminosas, anuais ou semiperenes são apropriadas para essa finalidade. Além disso, deve se dar preferência a plantas fixadoras de nitrogênio, com sistema radicular profundo e abundante, para promover a reciclagem de nutrientes.

Neste contexto, o milho e a crotalária têm sido utilizados como opções de culturas produtoras de palha para o SPD tanto em semeadura logo após a cultura principal, “safrinha” ou com semeadura no início do período chuvoso (primavera-verão), antecedendo a cultura principal.

Buscando amenizar os custos de implantação destas culturas as mesmas podem ser utilizadas como forrageira ou na produção de sementes, sendo os seus resíduos destinados à formação de palha. No entanto, como destacado por Alvarenga et al. (2002) estas práticas só poderão ser implementadas quando houver quantidade de palha suficiente sobre o solo para a manutenção do SPD.

Na região dos cerrados, a cultura do milho tem merecido grande destaque, devido sua utilização na agricultura como cobertura do solo para o plantio direto, caracterizando-se como uma gramínea rústica, de clima tropical, tolerante à seca e a solos ácidos e com respostas satisfatórias em solos corrigidos e adubados (PITOL, 1996). É recomendado na produção de palha para a cobertura do solo, além de apresentar, segundo Melo e Cardoso (1998), características favoráveis à reciclagem de nutrientes, devido a suas raízes vigorosas e abundantes que permitem a absorção e utilização de nutrientes que se encontram abaixo da camada arável.

Carvalho (2000) ao analisar diferentes adubos verdes semeados na primavera-verão em Latossolo Vermelho distrófico de Selvíria - MS, relata que o milho proporcionou a maior produção de matéria seca, superando a mucuna-preta, *Crotalaria juncea* e guandu,

no entanto, apresentou-se semelhante as demais com relação a variações nas propriedades físicas e químicas do solo.

Mascarenhas et al. (1994) relataram que a crotalária mostrou-se como um excelente adubo verde, suprimindo razoavelmente a necessidade de nitrogênio das culturas que a sucederam, bem como controlando possíveis infestações de nematóides. Realçando a importância de culturas antecessoras. Arf et al. (1999) ao avaliarem o efeito de adubos verdes incorporados ao solo sobre a produtividade da cultura do trigo relataram que o lablabe e a mucuna-preta, quando incorporados, proporcionaram maior produção de grãos de trigo, com aumento de 53,8 e 45,2%, respectivamente, em relação à incorporação única de restos de culturas de milho.

Perin et al. (2004) trabalhando com culturas isoladas e consórcio (50% de cada espécie) dos adubos verdes de verão crotalária e milho e uma área testemunha com vegetação espontânea, em Viçosa – MG, observaram que a crotalária apresentou maior produção de fitomassa (9,34 t/ha), sendo esta 108% maior que a vegetação espontânea e 31% superior ao milho. A crotalária quando em consorcio com milho contribui com 65% da fitomassa produzida e elevou a produtividade em 13%, comparativamente ao cultivo isolado do milho. Quanto ao acúmulo de nutrientes na fitomassa, observaram os autores que a crotalária possui maiores valores de N e Ca, enquanto o milho e as plantas daninhas, apresentam maiores valores de K. O acúmulo de P e Mg foi fortemente influenciado pela produção de fitomassa, atingindo valores elevados com a presença da crotalária.

Heinzmann (1985) avaliando diversas espécies de plantas de cobertura de inverno, afirmou que para a soja a cobertura utilizada deve ter relação C/N alta (>25), de modo a fornecer uma cobertura morta estável para a formação de nódulos junto às raízes e fixação simbiótica de nitrogênio. Esses resultados foram confirmados por Derpsch (1985) que obteve maior produtividade de soja (3086 kg/ha) quando esta foi cultivada em área com palhada de aveia preta, que se destacou entre as demais coberturas com maior produção de palha, possuindo esta uma relação C/N de 28:1

Segundo Ventura e Watanabe (1993), a incorporação de adubo verde ao solo promove, ao longo dos anos, aumento no conteúdo de matéria orgânica do solo, cuja

magnitude varia com a quantidade e com a qualidade do adubo verde, condições edafoclimáticas e práticas culturais utilizadas.

No entanto, segundo Muzilli (1985), Sidiras e Pavan (1985), Santos et al. (1995) e Salet (1998) existem poucos trabalhos de longa duração comparando sistema de semeadura direta e sistema de preparo convencional sob sistemas de rotação de culturas, principalmente na região dos cerrados.



### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado tendo como base um ensaio que já vem sendo desenvolvido na área experimental da FE/UNESP - Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, cujas coordenadas geográficas são 51° 22' W e 20° 22' S e 335 m de altitude aproximadamente. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico com textura argilosa e apresenta um histórico de 20 anos de cultivo com as culturas anuais (milho, soja e feijão) em sistema convencional. Na Figura 1, encontram-se as médias mensais de precipitação e de temperaturas máxima e mínima, calculadas a partir dos dados diários registrados no posto meteorológico da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão, localizado próximo do local de desenvolvimento do experimento. Nos Apêndices 1, 2 e 3, encontram-se os valores diários observados para precipitação e temperatura máxima e mínima.

O experimento iniciou em outubro/99, com o preparo convencional de toda área experimental (entre dois terraços). Cada faixa experimental entre terraço (40x200m) foi dividida no sentido longitudinal em duas partes iguais, nas quais semeou-se as culturas de soja e milho (Figura 2). A partir da semeadura das culturas de soja e milho, em um dos terraços passou-se a utilizar o sistema de semeadura direta (sem preparo do solo) e no outro, o sistema convencional (aração e/ou gradagem pesada + gradagem niveladora) para semeadura das culturas subsequentes. Antes da instalação das culturas de milho e soja, foi realizada uma amostragem do solo em cada terraço, nas profundidades de 0 – 0,2 m e 0,2 –

0,4 m, para caracterização química dos mesmos. Na Tabela 1, encontram-se os resultados obtidos da análise de solo.

Em abril de 2000, no sentido transversal, semeou-se nos respectivos sistemas de manejo do solo, as culturas de cobertura milheto, feijão, sorgo e crotalária e uma área foi mantida em pousio (Figura 3). Em novembro de 2000 novamente as áreas foram cultivadas com as culturas de soja e milho, nos respectivos sistemas de preparo de solo, rotacionando-as ou em monocultivo (Figura 4). Novamente em abril de 2001, semeou-se as culturas de coberturas, nas mesmas parcelas do ano anterior, bem como manteve-se novamente uma área em pousio (Figura 5). Em novembro de 2001, as culturas de milho e soja foram novamente semeadas, nas mesmas parcelas em que foram semeadas em novembro/99 (Figura 2).

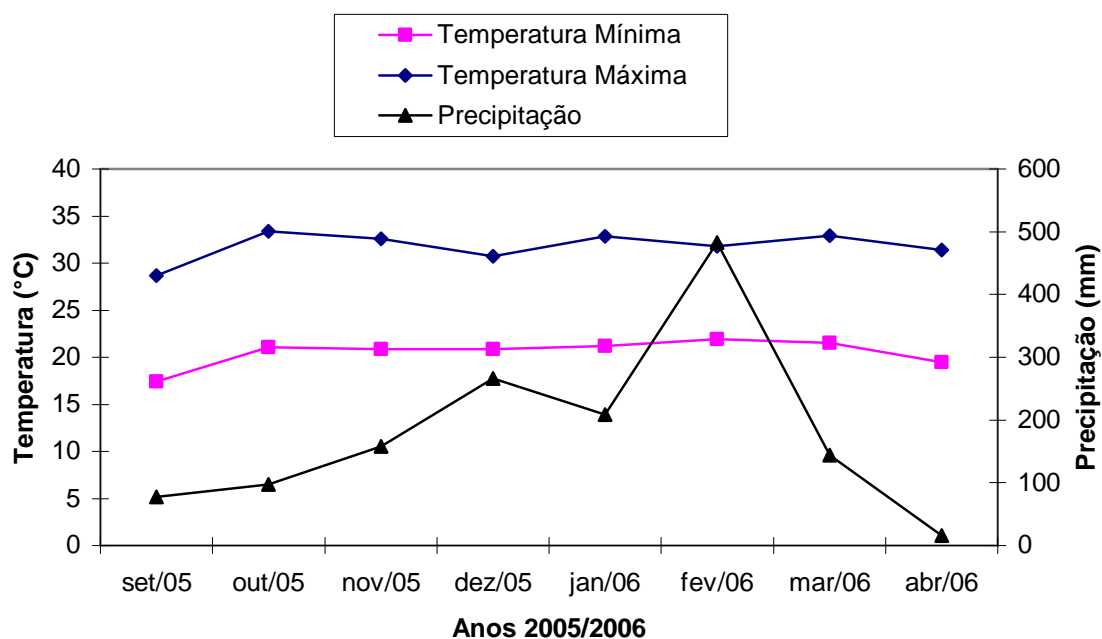


Figura 1. Valores mensais de temperatura máxima e mínima e precipitação. Selvíria-MS, 2005/06.

Portanto existem duas áreas distintas (terraços), ou seja, uma faixa de aproximadamente 40 x 200m com o sistema de preparo convencional e outra com o sistema de plantio direto. Dentro de cada faixa, as culturas produtoras de grãos (soja e milho) foram instaladas no sentido longitudinal e as culturas de safrinha foram colocadas no sentido transversal. Em cada faixa houve duas repetições de cada cultura de cobertura e pousio. Sendo assim, cada parcela possui uma área total de 10 x 20m (largura x comprimento), sendo considerado como área útil a área central com 6 x 16m.

Tabela 1. Resultados da análise química do solo da área experimental. Selvíria – MS, 1999.

	Prof. m	P mg/dm <sup>3</sup>	M.O. g/dm <sup>3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	K	Ca	Mg	H+Al	Al	T	V %
PC <sup>1</sup>	0-0,2	13	23	4,9	18	17	11	31	2	60,8	49
	0,2-0,4	12	20	4,5	1,1	14	2	34	5	51,1	33
PD <sup>2</sup>	0-0,2	13	23	4,8	1,7	18	6	31	2	56,7	45
	0,2-0,4	9	17	4,9	1,7	17	3	28	2	49,7	44

1 – faixa utilizada com o sistema convencional de preparo do solo

2 – faixa utilizada com o sistema plantio direto

Milho
Milho
Soja
Soja

Figura 2: Distribuição das culturas de soja e milho nas áreas experimentais. Selvíria-MS, novembro/99 e 01 e dezembro/03.

Feijão	Sorgo	crotalaria	milheto	Pousio	feijão	Sorgo	crotalaria	milheto	pousio
Feijão	sorgo	crotalaria	milheto	Pousio	feijão	Sorgo	crotalaria	milheto	pousio
Feijão	sorgo	crotalaria	milheto	Pousio	feijão	Sorgo	Crotalaria	milheto	pousio
Feijão	sorgo	crotalaria	milheto	Pousio	feijão	Sorgo	Crotalária	milheto	pousio

Figura 3: Distribuição das culturas de cobertura e pousio em um dos terraços na área experimental. Selvíria – MS, abril/00.

Em setembro de 2002, repetiu-se as semeaduras das culturas de coberturas, mantendo-se também a área em pousio. As culturas de feijão e sorgo foram substituídas por guandú e

capim-pé-de-galinha (*Eleusine coracana* L.), culturas estas, bastante utilizadas no cerrado como cobertura do solo (Figura 6). Em dezembro as culturas de soja e milho foram semeadas da mesma maneira (local) que foram instaladas em novembro/00 (Figura 4).

Sendo assim, as culturas de verão (soja e milho) foram conduzidas em sistema de monocultivo ou rotacionadas entre si, tendo como antecessora, as culturas de crotalária, milheto, guandú e capim-pé-de-galinha ou área em pousio. Os tratamentos foram dispostos em um fatorial 2x5x2, com 2 repetições, para as culturas da soja e do milho, ou seja, monocultivo ou rotacionado, culturas de safrinha ou pousio e sistemas de preparo de solo. Durante as avaliações em cada repetição dos tratamentos, fez-se 2 amostragens, totalizando 4 repetições por tratamento.

Milho
Soja
Soja
Milho

Figura 4: Distribuição das culturas soja e milho e um dos terraços da área experimental.

Selvíria-MS, novembro/00, dezembro/02 e novembro/04.

Feijão	sorgo	crot..	milheto	pousio	feijão.	sorgo	crot..	milheto	pousio
Feijão	sorgo	crot..	milheto	pousio	feijão.	sorgo	crot..	milheto	pousio
Feijão	sorgo	crot..	milheto	pousio	feijão.	sorgo	crot..	milheto	pousio
Feijão	sorgo	crot..	milheto	pousio	feijão.	sorgo	crot..	milheto	pousio

Figura 5: Distribuição das culturas de cobertura do solo e pousio em um dos terraços.

Selvíria-MS, abril/01.

No ano agrícola 2003/04, as culturas de cobertura foram implantadas na área no mês de outubro de 2003, sendo utilizadas as seguintes culturas de coberturas do solo: guandú, pé-de-galinha, crotalária, milheto e uma área foi mantida em pousio (Figura 6). A soja e o milho foram semeados em dezembro/03, mantendo-se o monocultivo ou em rotação, ocupando o mesmo local na área experimental, ilustrado na Figura 2.

Para a safra 2004/2005, devido à escassez de chuva nos meses de setembro e outubro de 2004, não se realizou a semeadura das culturas de cobertura nesta época,

semeando-se as culturas de verão (milho e soja) em novembro, em sistema rotacionado ou em monocultivo, de forma semelhante (localização na área experimental) às culturas de verão semeadas no ano agrícola 2002/03 (Figura 4).

Guandu	pé-de-galinha	crotalaria	milheto	pousio	guandú.	pé-de-galinha	crotalaria	Milheto	pousio
Guandu	pé-de-galinha	crotalaria	milheto	pousio	guandú.	pé-de-galinha	crotalaria	milheto	pousio
Guandu	pé-de-galinha	crotalaria	milheto	pousio	guandú.	pé-de-galinha	crotalaria	milheto	pousio
Guandu	pé-de-galinha	crotalaria	milheto	pousio	guandú.	pé-de-galinha	crotalaria	milheto	pousio

Figura 6: Distribuição das culturas de cobertura do solo e pousio em um dos terraços. Selvíria-MS, setembro/02 e outubro/03.

Em setembro/05, foram semeadas as culturas de cobertura na área experimental, nos respectivos sistemas de preparo do solo. Nas parcelas onde anteriormente foi cultivado o guandu (2002 e 2003), semeou-se em consórcio crotalária + milheto. O espaçamento utilizado entre linhas de crotalária foi de 0,34 m e de forma alternada, ou seja, a cada duas ruas de crotalária, semeou-se uma linha de milheto com espaçamento de 0,17 m. Nas parcelas onde anteriormente foi cultivado o capim pé-de-galinha (2002 e 2003) semeou-se em consórcio milheto + crotalária. O espaçamento utilizado entre linhas de milheto foi de 0,34 m e de forma alternada, ou seja, a cada duas ruas de milheto, semeou-se uma linha de crotalária com espaçamento de 0,17 m. Na Figura 7 encontra-se um esquema da distribuição das linhas de crotalária e milheto, quando semeados em consórcio. As demais culturas de cobertura (milheto ou crotalária) foram semeadas nas mesmas parcelas ocupadas anteriormente com essas culturas, utilizando-se do mesmo espaçamento e densidade de semeadura utilizado nas áreas em consórcio com essas culturas, ou seja, uma regulagem para gasto de aproximadamente 20 kg/ha de sementes para ambas culturas e 0,34 m entre linhas. A área em pousio também foi mantida e não houve utilização de adubo na semeadura das culturas de cobertura.

Após amostragem da parte aérea das plantas de cobertura para determinação da massa seca produzida, foi realizado o manejo dessas plantas com rolo faca para a área reservada para o sistema plantio direto e triton na área reservada para o preparo do solo no

sistema convencional. Esse manejo foi realizado no dia 14/11/2005 e no dia 25/11, foi realizada uma gradagem pesada na área com sistema convencional e em 15/12, foi realizada uma gradagem intermediária e uma niveladora, finalizando o preparo do solo. Na área onde houve manejo com rolo faca, foi realizada a dessecação das plantas existentes com aplicação de uma mistura de herbicidas glifosato + clorimuron (1080 + 30 g i.a./ha, respectivamente), no dia 28/11.

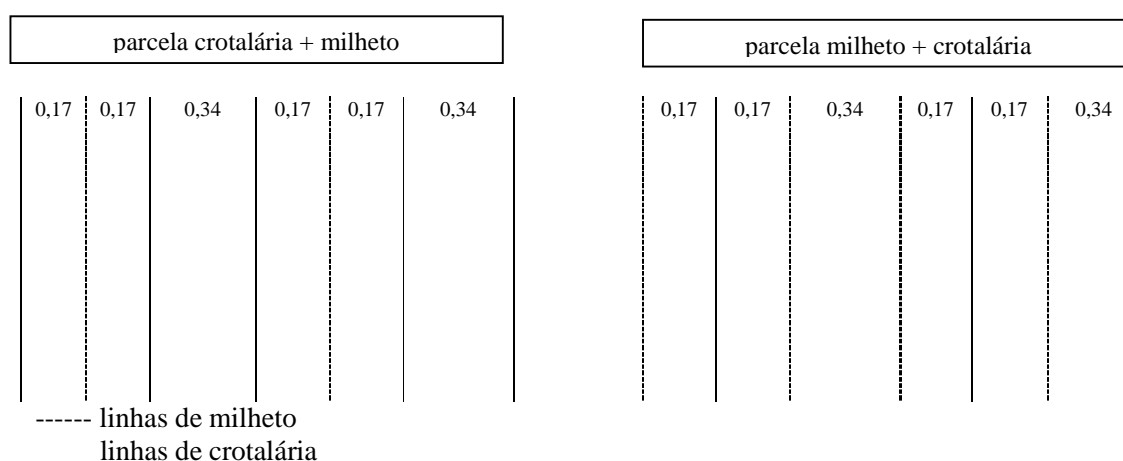


Figura 7: Esquema de distribuição das linhas de milho e crotalária nas parcelas com consórcio dessas duas culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005.

As culturas de soja e milho cultivadas no ano agrícola 2005/06, foram instaladas da seguinte maneira:

Atividade	soja	Milho
Variedade/híbrido	BRS 133	AGN 20A20
Data de semeadura	22/12	22/12
Adubação semeadura	300 kg/ha 04-20-20	300 kg/ha 04-20-20
Tratamento de semente	carboxin + thiran	thiodicarb
Inoculação das sementes	600.000 células/semente	----
Sementes/metro de sulco	20	5,4
Espaçamento entre-linhas	0,45 m	0,90 m
Adubação em cobertura	----	150 kg/ha de uréia

O controle de plantas daninhas na cultura da soja foi realizado com aplicação de herbicidas em pós-emergência, sendo utilizado na primeira aplicação, os produtos a base de fomesafen e bentazon, na dose de 175 e 480 g i.a./ha respectivamente e uma segunda aplicação com produto a base de haloxyfop-methyl na dose de 0,60 g i.a./ha + óleo mineral (0,5%). Na cultura do milho o controle de plantas daninhas foi realizado através da aplicação de atrazina + óleo (200 g i.a./ha + 0,5%, respectivamente), sendo complementada com a aplicação em jato dirigido do herbicida paraquat, na dosagem de 400 g i.a./ha.

O manejo de pragas em ambas culturas e de doenças na soja, foi realizado conforme necessário, objetivando manter as culturas livre do ataque de pragas e patógenos.

#### **Avaliações:**

As amostragens foram realizadas na área útil de cada parcela, destinada a cada tratamento (sistema de manejo de solo x cultura de verão x cultura de safrinha ou pousio).

#### **Culturas de cobertura (crotalária e milheto) e plantas daninhas na área em pousio**

- **massa seca da parte aérea:** coletou-se no dia 09/11/05, amostras para avaliação de produção de massa seca. Nas parcelas onde houve consórcio entre crotalária e milheto, coletou-se duas linhas de crotalária e a linha de milheto intercalar a estas em uma extensão de 1,0 m. Nas parcelas de consórcio milheto + crotalária, coletou-se 1,0 m de duas linhas de milheto e a linha de crotalária intercalar as estas. Nas parcelas com apenas as culturas de milheto ou crotalária, coletou-se duas linhas de cada cultura, com 1,0 m de extensão. Na área em pousio, foi utilizado um quadrado de 0,5 x 0,5 m, coletando-se toda parte área das plantas daninhas existente dentro deste quadrado. O material coletado, foi colocado em sacos de papel, devidamente identificados. Em laboratório, o material fresco foi pesado e em seguida triturado em triturador de cana. No material triturado, após homogeneização, retirou-se uma amostra que foi pesada e colocada para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até peso constante com posterior pesagem e determinação da produção de massa seca/ha.

Após a pesagem do material seco, este foi moído em moinho tipo Willey e o material obtido foi armazenado em sacos plástico onde posteriormente determinou-se os teores de N, P, K, Ca, Mg e S segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

### **Cultura da soja:**

- **estado nutricional das plantas:** coletou-se por ocasião do florescimento pleno (estádio R2 - 23/02/2006), duas amostras por parcela de 30 folhas com pecíolo, sendo a terceira folha a partir do ápice, de acordo com a metodologia descrita em Raij et al. (1996). O material colhido foi levado ao laboratório e seco em estufa com circulação forçada de ar aquecida a 65° C até peso constante e posteriormente foi moído em moinho tipo Willey para posterior determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997)

- **componentes de produção:** foram coletadas, no estágio R8 (17/03/05), 5 plantas seguidas em uma linha na área central da parcela, às quais foram levadas ao laboratório para determinação de:

- **altura de plantas:** obtido através da medição da distância entre o colo e o ápice da haste principal.

- **altura de inserção das primeiras vagens:** obtido medindo-se a distância entre o colo da planta e a inserção das primeiras vagens.

- **número de vagens por planta:** obtido com a divisão do número total de vagens com grãos das plantas pelo número de plantas amostradas.

- **estande:** foram contadas as plantas contidas em 2m em 2 linhas da área central da parcela.

- **produção de grãos:** coletou-se as plantas contidas em 2 linhas com 3m de comprimento na área útil de cada parcela. Essas plantas, após secagem ao sol foram trilhadas mecanicamente e os grãos pesados, com determinação da umidade através de um aparelho digital e calculado a produtividade de grãos expressa em kg/ha (13% de base úmida).

- **massa média de 1000 grãos:** determinou-se através da pesagem de duas amostragens de 1000 grãos, da produção obtida. Esta foi realizada no mesmo dia da pesagem da produção, para a transformação dos dados também para 13% de umidade (base úmida).



- **avaliação do retorno de matéria seca (palha):** a palha obtida no material amostrado para a avaliação da produtividade de grãos, foi seca em estufa e posteriormente pesada para determinação da massa seca por hectare a ser deixada sobre solo após a colheita da cultura.

#### **Cultura do milho:**

- **estado nutricional das plantas:** coletou-se por ocasião da emissão das flores femininas (23/02/2006), amostras do terço médio de 30 folhas da base da espiga, dentro da área útil da parcela, segundo metodologia descrita em Raij et al. (1996). O material colhido foi levado ao laboratório e recebeu os mesmos procedimentos conforme descritos para a cultura da soja.

- **componentes de produção:** foram avaliados no momento da colheita (12/05/06) em cinco plantas seguidas em uma das linhas da área útil da parcela:

- **altura de plantas:** medindo-se a distância entre o colo da planta e a inserção da última folha (folha bandeira).

- **altura de inserção da espiga:** medindo-se a altura entre o colo das plantas e a inserção da primeira espiga (superior), nas mesmas plantas onde se avaliou a altura da planta.

- **produtividade de grãos:** coletou-se as plantas contidas em 2 linhas com 3m de comprimento na área útil de cada parcela. Após secagem ao sol, as espigas dessas plantas foram trilhadas mecanicamente e seus grãos pesados, com determinação da umidade através de um aparelho digital, sendo que posteriormente, foi calculado os dados de produtividade em kg/ha (13% de base úmida).

- **estande e massa média de 100 grãos:** foi determinado conforme descrito para a cultura da soja.

- **avaliação do retorno de massa seca:** coletou-se a parte aérea das plantas contidas em 1 m de linha na área útil de cada parcela. Após retirada dos grãos existente nesse material, o mesmo foi pesado, triturado e retirado uma amostra que foi pesada e colocada em estufa com circulação forçada de ar a 65° C, até peso constante, sendo a seguir a amostra pesada novamente e calculado a massa seca restituída ao solo após a colheita dos grãos.

O delineamento experimental utilizado foi o em parcela subdividida em faixa para as análises individuais de cada experimento (sistema de preparo do solo). A análise

conjunta dos experimentos foi realizada conforme metodologia proposta por Campos (1984).

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Cultura do milho**

Na Tabela 2 encontram-se os resultados da análise estatística e as médias da massa seca produzida pelas culturas de cobertura e o teor de nutrientes presentes nesta, em função dos sistemas de preparo do solo e cultivos utilizados.

Verifica-se que para a massa seca produzida, houve interação significativa entre sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura, sendo esta também significativa para teores de Mg e S. a interação entre sistemas de preparo do solo e sistemas de sistemas de cultivo, foi significativa apenas para teor de N, enquanto que, a interação entre sistemas de cultivo e culturas de cobertura, foi significativa apenas para o teor de Mg. A interação tripla (sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo x culturas de cobertura) foi significativa apenas para o teor de Mg. Também verificou-se efeito dos tratamentos de forma individual, destacando os sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura.

Quanto a massa seca produzida pelas culturas de cobertura, verifica-se que os sistemas de cultivo não influenciaram na mesma, ou seja, tanto em área com monocultivo de milho ou rotacionado com a soja, os valores obtidos foram semelhantes estatisticamente. No entanto, na Tabela 3, verifica-se que na área onde utilizou-se o sistema convencional de preparo do solo, houve maior produção de massa seca, quando utilizou-se as culturas de cobertura em consórcio, independente da proporção entre elas estudada. A massa seca produzida pela crotalária, foi maior quando esta foi semeada no sistema plantio direto e

Tabela 2. Massa seca produzida pelas plantas de cobertura, teor de nutrientes e valores de F para os sistemas de manejo, culturas de entressafra e sistemas de cultivo avaliados em Selvíria – MS, 2005.

Causas de Variação	Massa seca	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg/ha						
Preparo convencional	7040	16,2	2,6 b	20,8 a	0,9 b	3,4	1,8
Plantio direto	6331	16,6	3,6 a	18,3 b	5,1 a	4,6	1,6
Monocultivo	6971	16,0	3,0	19,7	3,5 a	4,0	1,6 a
Rotação	6400	16,8	3,2	19,4	2,6 a	4,0	1,8 a
Crotalária + Milheto	7036	15,8 a	3,0	17,9 ab	3,3 a	3,5	1,6
Milheto + Crotalária	6779	14,8 a	2,9	20,0 ab	2,9 a	3,9	1,6
Crotalária	6392	13,7 a	3,4	15,4 b	3,8 a	3,5	1,6
Milheto	7567	18,5 a	3,0	22,0 a	2,3 a	4,2	1,6
Pousio	5663	19,2 a	3,2	22,4 a	2,9 a	4,8	1,9
Valores de F							
Sistema de preparo (SP)	5,64ns	1,28ns	32,86**	11,65*	65,5**	33,73**	2,63ns
Sistema de cultivo (SC)	2,84ns	0,80ns	2,71ns	0,17ns	9,32**	0,26ns	4,40*
Culturas de cobertura (CC)	2,31ns	6,66**	1,13ns	8,13**	4,12*	16,03**	6,39**
SP x SC	0,13ns	22,98**	0,24ns	3,74ns	2,07ns	2,09ns	4,92ns
SP x CC	5,85**	0,64ns	0,67ns	1,79ns	1,92ns	7,30**	3,07*
SC x CC	1,10ns	0,16ns	1,23ns	1,09ns	1,06ns	2,92*	1,55ns
SP x SC x CC	2,62ns	1,19ns	2,73ns	1,98ns	1,97ns	3,06*	0,65ns
CV % (A)	17,84	6,76	23,02	15,38	67,60	21,42	27,76
CV % (B)	22,68	22,26	21,55	20,43	40,81	14,10	22,92

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

para o milho e a área em pousio, não houve diferença significativa entre os valores obtidos nos diferentes sistemas de preparo do solo.

Tabela 3. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x culturas de cobertura, significativa para produção de massa seca pelas culturas de cobertura (kg/ha). Selvíria – MS, 2005/06.

	Crotalária + milheto	Milheto + crotalária	Crotalária	Milheto	Pousio
Preparo convencional	8705 Aa	7618 ABa	5699 B b	7435 ABa	5743 B a
Plantio direto	5367 Bb	5940 ABb	7085 ABa	7698 A a	5564 ABa
DMS –	preparos d. cobertura		937		
	coberturas d. preparo		2236		

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Na comparação entre as culturas de cobertura utilizadas, em consórcio ou solteiras e a massa seca produzida com as plantas daninhas na área em pousio (Tabela 3), verifica-se que no sistema convencional de preparo do solo, os maiores valores foram obtidos com as espécies em consórcio ou com o milho individualmente, no entanto, só houve diferença significativa entre o consórcio crotalária + milho (2:1), com o maior valor e crotalária ou pousio com os menores valores. Quando as culturas de cobertura foram semeadas na área utilizada com o sistema plantio direto, obteve-se maior produção de massa seca com as culturas crotalária e milho, semeadas de forma solteira, no entanto, houve diferença significativa apenas entre a massa seca produzida pelo milho e a obtida com o consórcio crotalária + milho (2:1).

O milho destacou-se como uma cultura promissora para produção de palha, independente do sistema de preparo do solo utilizado. Considerando o período entre a semeadura e o manejo de praticamente 70 dias, ou seja, período curto, e as poucas chuvas que ocorreram na região neste período (Apêndice 1), a cultura teve um bom crescimento levando a uma produção acima de 7,0 t/ha de massa seca. Pitol (1996) destaca que na região dos cerrados o milho tem merecido grande destaque, caracterizando-se como uma

gramínea rústica, de clima tropical, tolerante a seca e a solos ácidos e com resposta satisfatória em solos corrigidos e adubados.

Aratani (2003) semeando as culturas de milho e braquiária na primavera como cultura para produção de palha antecedendo a cultura do milho e soja em plantio direto, em Selvíria – MS, obteve valores médios de 5,7 e 6,2 t/ha de massa seca, respectivamente.

Silva (2002) trabalhando em Selvíria – MS com culturas produtoras de grãos (milho, soja e arroz) e culturas de cobertura (milheto, mucuna e *Crotalária juncea*), no período de dezembro a abril, objetivando produzir palha para o plantio direto de feijão de outono/inverno, obteve com o milheto e a crotalária, uma produção de 6,4 e 15,2 t/ha de massa seca, respectivamente, sendo o milheto, semeado 30 dias após a crotalária. Portanto, os valores observados para o milheto (acima de 7,0 t/ha de massa seca), estão condizentes com trabalhos desenvolvidos na região. No entanto, o valor obtido por Silva (2002) com a crotalária, está muito acima do observado no experimento, podendo isto ser devido a época distinta de condução da cultura.

Devemos destacar que o consórcio milheto + crotalária, nas duas combinações estudadas, proporcionaram boas produções de massa seca, comparada com as culturas utilizadas na forma solteira, principalmente no sistema plantio direto, sendo esta também uma boa opção de cobertura do solo, onde há mistura de plantas com maior e menor relação C/N. Na área em pousio, obteve-se os menores valores de massa seca, diferindo significativamente somente do consórcio crotalária + milheto (2:1), no sistema convencional de preparo do solo, no entanto, se considerarmos que trata-se de parte aérea de plantas daninhas existentes na área experimental (colonião, carrapicho, picão preto, corda de viola, trapoeraba, leiteiro, etc.), tem-se boa cobertura do solo, mas são plantas que exigem gastos e cuidados quando no seu manejo, tanto no sistema convencional com o preparo do solo ou dessecação no sistema plantio direto. Deve ser considerado também, o potencial de produção de sementes dessas plantas daninhas que proporcionaram alta infestação das mesmas no milho em sucessão.

Na avaliação do teor de nutrientes na palhada produzida pelas plantas de cobertura (Tabela 2), verifica-se para o nitrogênio o teste F significativo para culturas de cobertura e interação entre sistemas de preparo do solo e sistemas de cultivo. Na Tabela 4, referente ao desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo, verifica-se

na comparação entre sistemas de preparo do solo que na área em monocultivo, obteve-se maior teor de N na parte aérea das culturas de cobertura cultivadas no sistema convencional de preparo do solo, no entanto, na área com rotação soja/milho, o resultado foi contrário.

Tabela 4. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo, significativa para teor de nitrogênio (g/kg) na massa seca produzida pelas culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005/06.

	Monocultivo	Rotação
Preparo convencional	16,5 Aa	15,9 Ab
Plantio direto	15,6 Bb	17,6 Aa
DMS –	preparos d. cultivo	0,6
	cultivos d. preparo	0,9

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Na comparação entre os sistemas de cultivo, houve diferença significativa apenas na área com sistema plantio direto, destacando-se às culturas de cobertura cultivadas em área com rotação soja/milho, com maior teor de N, provavelmente pela presença da soja no sistema, que por ser uma leguminosa e possuir eficiente processo de fixação biológica de nitrogênio, retorna ao solo com sua palhada, quantidades consideráveis de N.

Na avaliação do teor de nitrogênio na parte aérea das culturas de cobertura (Tabela 2), verifica-se teste F significativo, entretanto, no teste de comparação de médias, não houve diferença significativa. Destaca-se os valores obtidos nas plantas daninhas na área em pousio e na crotalária, ou seja, dentre os valores obtidos, estes foram os mais elevados.

O teor de P na palhada das culturas de cobertura foi influenciado apenas pelos sistemas de preparo do solo, sendo observado maior valor na área em plantio direto. Por se tratar do sétimo ano de cultivo (experimentação) na mesma área, ou seja, o sexto no sistema plantio direto, poderá, em função do não revolvimento do solo neste sistema, ter levado a um maior acúmulo deste nutriente na camada superficial do solo (local de deposição do adubo na semeadura do milho ou soja/milho), podendo isto ter proporcionado uma maior

disponibilidade do nutriente às plantas de cobertura e por sua vez, maior teor de P na parte aérea destas.

O teor de K variou em função do preparo do solo e da espécie cultivada como cultura de cobertura (Tabela 2). Apesar do teste F ter sido significativo, na comparação entre médias, não se observou diferença significativa entre sistema convencional de preparo do solo e sistema plantio direto. Quanto ao teor de K na parte aérea das culturas de cobertura, destaca-se os maiores valores obtidos com o milho ou plantas daninhas na área em pousio, em relação à crotalária.

O milho é recomendável para produção de palha devido sua rusticidade e alta produção desta (Salton & Kichel, 1998), além de possuir características favoráveis à reciclagem de nutrientes, devido suas raízes vigorosas e abundantes, que permitem a absorção e utilização de nutrientes que se encontram abaixo da camada arável (Melo & Cardoso, 1992). Kichel & Macedo (1994) destacam a utilização do milho como ótima opção para formação de palha em plantio direto e também por se tratar de uma espécie de alta capacidade de extração de nutrientes com amplas vantagens de reciclagem, principalmente K e N.

Na análise de variância dos teores de Ca na parte aérea das culturas de cobertura obteve-se valores de F significativos para todos os tratamentos avaliados, no entanto, no teste de comparação de médias, somente entre os sistemas de cultivo, houve diferença significativa, obtendo-se maior valor, quando utilizou-se o sistema plantio direto para implantação das culturas de cobertura (Tabela 2). Observa-se na mesma tabela, uma semelhança de comportamento entre os teores de P e Ca na parte aérea das culturas de cobertura, quando avaliado as diferentes espécies ou combinações e os sistemas de preparo do solo.

Na análise estatística do teor de Mg na parte aérea das plantas de cobertura, não obteve-se valores de F significativos apenas para sistemas de cultivo (Tabela 2). Na Tabela 5, observa-se que na comparação dos sistemas de preparo do solo, independente do sistema de cultivo utilizado e com exceção da área em pousio, o teor de Mg na parte aérea das culturas de cobertura foi maior na área em plantio direto. Na comparação entre as culturas de cobertura utilizadas, verifica-se maiores valores para as plantas daninhas na área em pousio, em relação às culturas de cobertura, quanto utilizou-se o sistema convencional de



preparo do solo, independente do sistema de cultivo utilizado, no entanto, na área em plantio direto, houve diferença apenas quando a área era mantida em monocultivo, destacando-se milho com maior teor de Mg na parte aérea em relação ao teor encontrado na crotalária ou crotalária + milho (2:1).

O teor de S na parte aérea das culturas de cobertura foi maior nas plantas daninhas na área em pousio, no sistema convencional de preparo do solo. Na área em plantio direto, não houve diferença significativa e na comparação entre sistemas de preparo do solo, o milho e as plantas daninha, no sistema convencional de preparo do solo, apresentaram maiores valores (Tabela 6).

Na Tabela 7 encontram-se os valores médios da quantidade de N, P, K, Ca, Mg e S, na parte aérea das culturas de cobertura, que retornaram ao solo em função do manejo da massa seca produzida por estas espécies. Os valores foram obtidos em função do teor determinado na massa seca das culturas de cobertura e da quantidade de massa seca obtida com as mesmas, em função dos tratamentos utilizados. Destaca-se entre as espécies cultivadas, a importância da crotalária que apesar de produzir 1175 kg a menos de massa seca, proporcionou maior quantidade de N retornada ao solo com sua palhada. Quanto ao milho, verifica-se a importância do mesmo na reciclagem de K, Mg e S e em relação ao P, este foi bem semelhante quando se utilizou a crotalária ou o milho.

Perin et al. (2004) observaram que a crotalária apresenta em sua fitomassa maiores valores de N e Ca enquanto o milho e as plantas daninhas maiores valores de K. Bulisani (1992) citando Veiga et al. (1982), destaca que em uma produção de 61,7 t de fitomassa de *Crotalaria juncea*, os autores obtiveram 244, 27,5, 208, 156 e 37 kg de N, P, Ca e Mg, respectivamente. Verifica-se, portanto, nessa cultura de cobertura, altos conteúdos de N, K e Ca em sua fitomassa, o que também foi observado nesse experimento, principalmente em relação ao N e Ca.

Tabela 5. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo x culturas de cobertura, significativa para o teor de magnésio (g/kg) na massa seca produzida pelas culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005/06.

	Monocultivo				Rotacionado					
	Crotalária + milho	Milho + crotalária	Crotalária	Milho	Pousio	Crotalária + milho	Milho + crotalária	Crotalária	Milho	Pousio
Preparo convencional	2,8 Bb	3,2 Bb	2,9 Bb	3,6 Bb	4,9 Aa	3,0 Bb	2,8 Bb	2,3 Bb	3,3 Bb	4,8 Aa
Plantio direto	4,8 Ba	5,0 Aa	3,6 Ba	5,3 Aa	4,4 ABa	4,5 Aa	4,4 Aa	5,2 Aa	4,7 Aa	5,2 Aa
DMS –	preparos d. cobertura				0,5					
	coberturas d. preparo				1,1					
	Preparo convencional				Plantio direto					
	Crotalária + milho	Milho + crotalária	Crotalária	Milho	Pousio	Crotalária + milho	Milho + crotalária	Crotalária	Milho	Pousio
Monocultivo	2,8 a	3,2 a	2,9 a	3,6 a	4,9 a	3,8 a	5,0 a	3,6 b	5,3 a	4,4 a
Rotacionado	3,0 a	2,8 a	2,3 a	2,3 b	4,8 a	4,5 a	4,4 a	5,2 a	4,7 a	5,2 a
DMS –	cultivos d. cobertura				0,7					

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 6. Desdobramento da interação sistemas de cultivo x culturas de cobertura, significativa para o teor de S (g/kg) na massa seca produzida pelas culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005/06.

	Crotalária + milheto	Milheto + crotalária	Crotalária	Milheto	Pousio
Preparo convencional	1,7 Ba	1,6 Ba	1,5 Ba	1,7 Ba	2,3 Aa
Plantio direto	1,5 Aa	1,6Aa	1,7 Aa	1,5 Ab	1,6 Ab
DMS –	preparos d. cobertura		0,3		
	coberturas d. preparo		0,5		

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 7. Quantidades médias de macronutrientes passíveis de serem retornados ao solo com a massa vegetal produzida pelas culturas de cobertura em função sistemas de preparo do solo e sistemas de cultivo. Selvíria – MS, 2005.

Causas de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
kg/ha						
Preparo convencional	114,0	18,6	147,0	6,8	24,0	12,7
Plantio direto	105,1	23,3	115,9	32,8	29,5	10,3
Monocultivo	111,5	21,1	137,9	24,4	27,9	11,4
Rotação	117,1	22,9	135,2	18,4	28,3	12,6
Crotalária + Milheto	111,2	21,7	126,6	23,4	25,2	11,4
Milheto + Crotalária	104,0	19,9	135,8	19,8	26,4	11,1
Crotalária	118,3	22,0	99,0	24,5	22,6	10,8
Milheto	103,4	23,2	166,5	17,6	32,4	12,3
Pousio	108,5	18,4	127,1	16,8	27,6	11,2

Salton & Kichel (1998) citam que a composição química da massa seca da parte aérea do milho no início da formação dos grãos é de 1,76%, 1,9%, 33,5%, 8,2% e 3,6% de N, P, K, Ca e Mg, respectivamente. Em função de sua alta capacidade de produção de palha, destaca-se a possibilidade de reciclagem de altas quantidades de Ca, Mg e principalmente K.

Bonamigo (2003) cita que a reciclagem de nutrientes contidos na palhada de milho, apresenta números muito significativos. Como exemplo, menciona que em 11 t de massa seca/ha estão contidos 193, 46 e 436 kg de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente.

O sistema de cultivo influenciou significativamente os teores foliares de P, K, Ca e Mg. Houve interação significativa entre sistemas de preparo do solo e sistemas de cultivo, bem como, entre sistemas de preparo do solo, sistemas de cultivo e culturas de cobertura para os teores foliares de P. De forma individual, os sistemas de preparo do solo ou culturas de cobertura não influenciaram os teores foliares de N, P, K, Ca, Mg e S (Tabela 8).

O teor foliar de P (Tabela 9) em função dos tratamentos avaliados, foi maior no sistema plantio direto, independente do sistema de cultivo ou cultura de cobertura, exceto na área em pousio, no sistema rotacionado. Na Tabela 2, também observa-se maior teor de P na massa seca produzida pelas culturas de cobertura, quando cultivadas na área com sistema plantio direto. Portanto, provavelmente a área utilizada com este sistema de preparo do solo, com o passar dos anos de cultivo, possa ter acumulado mais P na camada superficial, devido o não revolvimento do solo, levando às plantas cultivadas nesta área, apresentarem maior teor de P na parte aérea. Sidiras & Pavan (1985), Sá (1993), De Maria et al. (1999) e Silveira & Stone (2001), destacam que no sistema plantio direto sob rotação de culturas, tem sido registrado maiores valores de M.O., P, K, Ca e Mg na camada superficial do solo em relação às camadas mais profundas.

Entre as culturas de cobertura, somente observou-se diferença significativa na área com preparo convencional do solo e com rotação soja/milho, destacando-se com maior teor de P, as plantas conduzidas na área em pousio em relação ao teor encontrado nas plantas cultivadas sob palhada de milho. Na comparação entre sistemas de cultivo, na área com sistema convencional de preparo do solo, obteve-se maior teor foliar de P em milho cultivado em área com rotação de culturas independente da cultura de cobertura utilizada para a produção de palha. No entanto, na área com sistema plantio direto, a diferença

Tabela 8. Teores de nutrientes na folha de milho em função de sistemas de preparo do solo, sistemas de cultivo e culturas de cobertura. Selvíria-MS, 2005/06.

Causas de Variação	N	P	K	Ca	Mg	S
	g/kg					
Preparo convencional	32,0	4,1	12,8	4,9	4,3	2,48
Plantio direto	32,4	5,7	12,8	5,1	5,1	2,42
Monocultivo	30,7	4,4	14,3 a	4,3 b	4,3 a	2,1
Rotação	33,7	5,4	11,3 b	5,7 a	5,1 a	2,7
Crotalária + Milheto	33,0	4,9	12,5	5,2	4,7	2,5
Milheto + Crotalária	33,3	5,0	13,1	5,1	4,8	2,4
Crotalária	33,7	4,9	14,3	5,1	4,8	2,4
Milheto	30,7	4,8	11,6	5,1	4,5	2,2
Pousio	29,7	5,0	12,5	5,1	4,82	2,5
Valores de F						
Sistema preparo (SP)	0,31ns	18,93ns	0,00ns	0,54ns	4,27ns	0,52ns
Sistema cultivo (SC)	4,19ns	148,84**	110,48**	152,21**	17,37*	8,82ns
Cultura de cobertura (CC)	0,49ns	0,20ns	0,49ns	0,68ns	0,66ns	0,37ns
SP x SC	1,60ns	117,53**	0,81ns	9,80ns	5,79ns	3,34ns
SP x CC	1,57ns	2,46ns	1,10ns	0,89ns	0,76ns	0,94ns
SC x CC	0,42ns	0,70ns	0,82ns	0,33ns	0,43ns	0,47ns
SP x SC x CC	0,05ns	4,63*	0,55ns	1,67ns	2,05ns	1,00ns
CV % (A)	12,48	4,66	6,44	4,96	11,52	4,90
CV % (B)	9,65	11,81	47,30	24,39	16,80	10,09

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 9. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo x culturas de cobertura, significativa para teor de P (g/kg) em folhas de milho. Selvíria – MS, 2005/06.

	Monocultivo					Rotação				
	Crotalária + milho	Milho + crotalária	Crotalária	Milho	Pousio	Crotalária + milho	Milho + crotalária	Crotalária	Milho	Pousio
Preparo convencional	2,9 Ab	3,4 Ab	3,4 Ab	2,9 Ab	3,0 Ab	4,8 ABb	5,1 ABb	5,0 ABb	4,0 Bb	6,1 Aa
Plantio direto	5,4 Aa	5,9 Aa	5,2 Aa	5,6 Aa	6,3 Aa	6,5 Aa	5,6 Aa	5,8 Aa	6,4 Aa	4,7 Ab
DMS –	preparos d. cobertura									
	coberturas d. preparo									
	Preparo convencional									
	Crotalária + milho	Milho + crotalária	Crotalária	Milho	Pousio	Crotalária + milho	Milho + crotalária	Crotalária	Milho	Pousio
Monocultivo	2,9 b	3,4 b	3,4 b	2,9 b	3,0 b	5,4 b	5,9 a	5,2 a	5,6 b	6,3 a
Rotacionado	4,8 a	5,1 a	5,0 a	4,0 a	6,1 a	6,5 a	5,6 a	5,8 a	6,4 a	4,7 b
DMS –	cultivos d. cobertura									

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

ocorreu apenas onde cultivou-se milho ou manteve a área em pousio, apresentando respostas distintas, ou seja, milho em rotação com soja apresentou maior teor de P onde cultivou-se o milho ocorrendo o contrário na área em pousio (Tabela 9).

O teor foliar de K foi maior quando o milho foi cultivado no sistema em monocultivo, ocorrendo o contrário com o teor foliar de Ca. O teor de Mg, apesar do teste F ter sido significativo para os valores de sistemas de cultivo, não houve diferença significativa entre as médias quando avaliadas pelo Teste de Tukey, apesar do valor encontrado nas folhas de milho cultivado em rotação com soja ser superior ao milho em monocultivo (Tabela 8).

Na Tabela 1, verifica-se que na camada de 0-0,2m das áreas utilizadas com o sistema convencional de preparo do solo ou plantio direto, encontram-se com valores próximos com relação aos nutrientes determinados na análise do solo e valores de M.O., pH, CTC e V%. Portanto, as diferenças ocorridas nos teores foliares são devidas às alterações nos teores destes nutrientes no solo em função dos diferentes manejos, sistemas de cultivo ou culturas de cobertura utilizados, já que, a adubação utilizada na implantação das culturas de milho e soja foram semelhantes, independente do sistema de preparo do solo, de cultivo ou cultura de cobertura.

Destaca-se que, apesar de ter-se retornado ao solo quantidades diferentes de nutrientes, principalmente o K, Mg e S com a palhada de milho e N e Ca com a crotalária (Tabela 7), estas não proporcionaram alterações significativas nos teores foliares destes nutrientes.

Os teores foliares obtidos, encontram-se dentro (N, Ca, Mg e S), abaixo (K) e acima (P) da faixa considerada adequada para a cultura do milho segundo Cantarela et al. (1996). Portanto, apesar do milho ter retornado ao solo a maior quantidade de K com a palhada produzida por esta cultura, o milho cultivado em sucessão não proporcionou teor foliar considerado adequado, talvez pelo pouco tempo entre o manejo da palhada e o cultivo do milho.

Carvalho (2000) relatou que o milho proporcionou maior produção de massa seca, superando a *Crotalária juncea*, guandú, mucuna e vegetação espontânea (área em pousio) no entanto, apresentou-se semelhantes a todos com relação às propriedades químicas e físicas do solo. Mascarenhas et al. (1994) verificaram que a crotalária mostrou-se como um

excelente adubo verde, superando razoavelmente a necessidade de nitrogênio das culturas que sucederam, bem como controlando possíveis infestações de nematóides.

Na avaliação da população de plantas na área experimental, obteve-se em média 48.703 e 53.518 plantas/ha para o milho conduzido no sistema convencional ou plantio direto, 50.833 e 51388 plantas/ha para área em monocultivo ou com rotação de culturas e, 50.231, 51.157, 52.546, 52.083 e 49.537 plantas/ha, para área com palhada de crotalária + milho, milho + crotalária, crotalária, milho ou plantas daninhas (pousio), respectivamente. Considerando que foram semeadas 60.000 sementes em todos tratamentos, verifica-se que principalmente entre os sistemas de preparo do solo houve uma maior diferença entre as populações de plantas, apresentando maior valor a área em plantio direto. A semeadura ocorreu no mesmo dia e em solo úmido mas devido a falta de chuva nos dias seguintes a semeadura foi necessário uma irrigação da área experimental e mesmo assim, houve essa diferença entre preparo convencional do solo e plantio direto. A presença de palha na superfície o que proporciona uma maior manutenção da umidade do solo e a menor variação da temperatura, características marcantes do plantio direto, podem ter favorecido a germinação das sementes e emergência das plântulas.

Na Tabela 10 encontram-se os valores de F e médias relativas às características agronômicas, produtividade de grãos e retorno de palha com a colheita da cultura do milho. Verifica-se que houve interação tripla entre sistemas de preparo do solo, sistemas de cultivo e culturas de cobertura para altura de plantas, interação entre sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura para altura de espiga, produtividade de grãos e retorno de palha e efeito individual de sistema de cultivo sobre a produtividade de grãos.

Quanto a altura de plantas, verifica-se na Tabela 11 que com exceção do milho cultivado sob palhada de crotalária em área com monocultivo ou sob palhada de milho ou em na área em pousio, com sistemas rotação de culturas, sistema plantio direto proporcionou maior altura de planta. Na comparação entre as culturas de cobertura, apenas na área com rotação de culturas e preparo convencional do solo houve diferença significativa destacando-se o milho em área em pousio com maior altura em relação as plantas conduzidas em área com crotalária. Entre os sistemas de cultivo, observou-se diferença significativa apenas quando o sistema de preparo do solo foi o convencional e semeadura do milho sob palhada de crotalária ou milho como cultura de cobertura.



Tabela 10. Médias e valores de F das características agronômicas, produtividade de grãos e retorno de palha de milho, em função de sistemas de preparo do solo de cultivo e culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005/06.

Causas de Variação	Altura de planta	Altura de espiga	Massa de 100 grãos	Produtividade	Produção de palha
	cm	cm	g	kg/ha	kg/ha
Preparo convencional	192,6	106,5	28,8	5646	4874
Plantio direto	204,8	112,6	28,7	4706	7394
Monocultivo	193,8	109,8	28,8	4989	6172
Rotação	191,5	109,3	29,7	5362	6097
Crotalária + Milheto	198,2	108,0	28,4 a	5385	6190
Milheto + Crotalária	200,8	110,5	29,9 a	5138	6583
Crotalária	198,8	113,3	30,3 a	5451	6614
Milheto	196,8	107,8	27,7 a	4900	5652
Pousio	199,0	108,0	30,0 a	5006	5631
Valores de F					
Sistema preparo (SP)	47,76**	14,62**	4,05ns	19,46**	80,99**
Sistema cultivo (SC)	0,27ns	0,14ns	2,05ns	10,51**	0,08ns
Culturas de cobertura (CC)	0,52ns	2,76ns	4,29ns	1,92ns	2,97ns
SP x SC	0,67ns	1,27ns	0,32ns	0,23ns	0,10ns
SP x CC	1,07ns	3,10*	1,58ns	5,23**	3,97*
SC x CC	0,80ns	2,15ns	0,35ns	1,27ns	0,82ns
SP x SC x CC	3,10*	0,25ns	1,92ns	0,75ns	0,96ns
CV % (A)	3,54	5,82	7,72	16,46	18,24
CV % (B)	3,86	4,77	9,42	9,93	18,24

Tabela 11. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo x culturas de cobertura, significativa para altura de plantas de milho (cm). Selvíria – MS, 2005/06.

	Monocultivo						Rotação					
	Crotalária + milho	Milho + crotalária	Crotalária	Milho	Pousio		Crotalária + milho	Milho + crotalária	Crotalária	Milho	Pousio	
Preparo convencional	193,2 b	194,5 b	200,2 a	187,7 b	193,5 b		189,0 ABb	191,0 ABb	182,5 Bb	196,0 ABa	199,0 Aa	
Plantio direto	205,2 a	207,0 a	204,0 a	203,7 a	203,0 a		205,5 a	211,0 a	208,5 a	200,0 a	200,7 a	
DMS –	preparos d. cobertura		5,1									
	coberturas d. preparo		16,0									
	Preparo convencional						Plantio direto					
	Crotalária + milho	Milho + crotalária	Crotalária	Milho	Pousio		Crotalária + milho	Milho + crotalária	Crotalária	Milho	Pousio	
Monocultivo	193,2	194,5	200,2 a	187,7 b	199,0		205,2	207,0	204,0	203,7	203,0	
Rotacionado	189,0	191,0	182,5 b	196,0 a	193,5		205,5	211,0	208,5	200,0	200,7	
DMS –	cultivos d. cobertura		7,3									

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Destaca-se que na área com crotalária, o sistema de monocultivo proporcionou maior altura de plantas, situação inversa ocorreu na área com milho.

A altura de espiga variou entre os sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura de forma muito semelhante a altura de plantas, ou seja, o sistema plantio proporcionou maior altura de espiga quando o milho foi cultivado sob palhada de crotalária + milho (2:1), milho + crotalária (2:1) ou milho e foi semelhante ao sistema convencional de preparo do solo em área com palhada de crotalária ou pousio (Tabela 12).

Segundo Muzilli (1981), ressalta-se como vantagem do sistema plantio direto, o controle da erosão, a conservação da umidade do solo, melhoria da estruturação do solo, mantém relativamente estabilizada a temperatura e a atividade microbiana, fatores estes que podem ter favorecido um maior desenvolvimento das plantas de milho quando cultivadas neste sistema. Acrescenta-se também que as plantas de milho conduzidas neste sistema, apresentaram maior teor foliar de P.

O valores de altura de plantas e da inserção da espiga obtidos estão próximos aos observados por Aratani (2003), trabalhando com épocas de aplicação de nitrogênio e culturas de cobertura para plantio direto de milho e soja em Selvíria – MS.

Tabela 12. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x culturas de cobertura, significativa para altura de inserção da espiga (cm). Selvíria – MS, 2005/06.

	Crotalária + milheto	Milheto + crotalária	Crotalária	Milheto	Pousio
Preparo convencional	104,1 B b	105,0 ABb	112,3 A a	103,3 B b	107,7 ABa
Plantio direto	112,0 ABa	116,1 A a	114,3 ABa	112,3ABa	108,2 B a
DMS –	preparos d. cobertura		4,2		
	coberturas d. preparo		7,7		

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A massa de 100 grãos apresentou valores de F significativo para culturas de cobertura, entretanto no teste de comparação de médias, não se observou diferença significativa (Tabela 10). Os valores observados estão semelhantes aos obtidos por Aratani (2003) e acima dos obtidos por Pantano (2003) em trabalho com semeadura de braquiária em consórcio com milho, no sistema integração agricultura – pecuária em Selvíria – MS.

O teste F para produtividade de grãos foi significativo para sistemas de preparo do solo, sistemas de cultivo e interação entre sistemas de preparo do solo e culturas de cobertura (Tabela 10).

Na comparação entre sistemas de cultivo, apesar da maior produtividade obtida na área com rotação de culturas e o teste F ter sido significativo, esta diferença não foi suficiente para ser significativa, através do teste de comparação entre médias (Tabela 10). Tisdale et al. (1985) relataram que, em geral, em condições de alta produtividade, os resultados demonstram que os rendimentos de milho em sistema de monocultivo tem sido 15% inferiores, comparados aos rendimentos de grãos dessa gramínea dentro de sistemas de rotações de cultura. Segundo Guimarães (2000), do ponto de vista fitopatológico o sistema plantio direto é dependente do uso de programas de rotação de culturas, principalmente por se fundamentar na permanência de restos culturais sobre a superfície do solo, favorecendo o desenvolvimento de patógenos de hábito necrotróficos.

De acordo com Santos et al. (2000) a rotação de culturas reduz os custos de produção das lavouras pelo aumento da produtividade dos grãos, diversificação de culturas e diminui o insucesso do agricultor. Além desses benefícios conservacionistas e econômicos, a rotação de culturas torna-se um requisito fundamental para a viabilização do plantio direto, pois a rotação com espécies não suscetíveis, eliminam os inconvenientes em relação ao aumento de doenças por possibilitar a decomposição biológica dos resíduos vegetais.

Na Tabela 13 observa-se, com exceção da área onde utilizou-se o milheto como cultura de cobertura, que o milho cultivado em área com o sistema convencional de preparo do solo, foi mais produtivo. Na comparação entre as culturas de cobertura utilizadas, somente houve diferença significativa na área com sistema convencional de preparo do solo, destacando-se a crotalária, crotalária + milheto (2:1) e a área em pousio, com as maiores produtividades, quando comparadas com às obtidas com o milho cultivada em área

com palhada de milho. Devemos destacar que o melhor desenvolvimento das plantas (altura de plantas e da espiga – Tabelas 12 e 13) observado no milho cultivado no sistema plantio direto, não foi sinônimo de maior produtividade de grãos.

Yano (2002) observou que a produção de milho no plantio direto foi superior a do cultivo mínimo e arado de aiveca e ambos foram estatisticamente semelhantes à grade pesada, tratamentos estes de manejo do solo, portanto, contrários aos resultados obtidos neste experimento. Fernandes et al. (1999) também observou maior produção de milho no sistema plantio direto em relação aos sistemas de preparo do solo com arado de disco ou aiveca, atribuindo o fato às melhorias nas condições físicas, químicas e biológicas no sistema plantio direto. A importância do uso do sistema plantio direto também foi destacada por Silva (2000) onde atribui a maior produção de milho neste sistema a ocorrência de veranicos durante o desenvolvimento da cultura.

A distribuição de chuvas (Apêndice 1) durante o desenvolvimento da cultura no campo, pode ser considerada boa, principalmente após o período de florescimento e formação dos grãos (meses de fevereiro e março/06), portanto, o possível efeito benéfico do sistema plantio direto quando da presença de veranico na cultura não pode ser observado. Era de esperar maior produtividade de milho no sistema plantio direto, mesmo porque, nesse sistema obteve-se maior população de plantas e provavelmente maior quantidade de espigas/ha, dentro de uma população recomendada para a cultura, como foi a obtida na área em plantio direto.

As produtividade obtidas, em média, estão acima da média nacional obtida na safra 2007/08 e previsão para 2008/09 (Conab, 2009) que foi e será, respectivamente, 3.970 e 3.472 kg/ha. No entanto, estados como Goiás, Paraná e Santa Catarina, obtiveram na safra 2007/08, respectivamente 5.568, 5.158 e 5.713 kg/ha, valores estes semelhantes aos obtidos neste experimento.

Aratani (2003) obteve produtividade de grãos de 7.000 kg/ha com plantio direto de milho sob palhada de braquiária ou milho e aplicação de 90 kg/ha de N em cobertura, em experimento desenvolvido em Selvíria – MS, portanto, superior ao obtido neste experimento. No entanto, Yano (2002) obteve produtividades de grãos de milho próximos a 5.000 kg/ha, avaliando diferentes sistemas de preparo do solo, em Selvíria – MS.

Tabela 13. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x culturas de cobertura, significativa para produtividade de grãos de milho (kg/ha). Selvíria – MS, 2005/06.

	Crotalária + milheto	Milheto + crotalária	Crotalária	Milheto	Pousio
Preparo convencional	5961 Aa	5527 ABa	6148 Aa	4894 Ba	5699 Aa
Plantio direto	4808 Ab	4748 A b	4754 Ab	4906 Aa	4312 Ab
DMS –	preparos d. cobertura		548		
	coberturas d. preparo		758		

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

O valor de F foi significativo para os sistemas de preparo do solo e para a interação sistemas de preparo do solo x culturas de cobertura na avaliação da quantidade de palha que retorna ao solo com a colheita do milho (Tabela 10). No desdobramento da interação (Tabela 14) verifica-se que entre os sistemas de preparo do solo, a maior quantidade de palha foi obtida no sistema plantio direto, onde também observou-se a maior população de plantas e maior altura de plantas e espiga. Entre as culturas de cobertura, na área com sistema convencional de preparo do solo o milho cultivado sob palhada de crotalária, produziu mais palha em relação ao milho cultivado em sucessão ao milheto. No sistema plantio direto, a maior quantidade de palha foi obtida na área com milheto + crotalária (2:1), diferindo esta, da quantidade de palha produzida pelo milho cultivada na área em pousio. Os valores obtidos estão abaixo das 10 t, aproximadamente, obtidas por Yano (2002), no entanto, Silva (2002) obteve retorno de 5.700 kg/ha de palha com a colheita do milho.

Mello (2001) cita que a quantidade de massa seca de resíduos da ordem de 10,0 t/ha é suficiente para suprir a quantidade de palha que deve ser adicionada anualmente a superfície do solo para que o plantio direto tenha plenas condições de manifestar seu potencial como sistema sustentável em regiões de temperatura média anual alta com precipitações pluviométricas concentradas no verão.

Tabela 14. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x culturas de cobertura, significativa para quantidade de palha de milho (kg/ha) restituída ao solo com a colheita do milho. Selvíria – MS, 2005/06.

	Crotalária + milho	Milheto + crotalária	Crotalária	Milheto	Pousio
Preparo convencional	4666 ABb	4736 ABb	5882 Ab	4034 Bb	5055 Ba
Plantio direto	7715 ABa	8430 Aa	7347 ABa	7229 ABa	6250 Ba
DMS –	preparos d. cobertura		796		
	coberturas d. preparo		1650		

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Sendo assim, a média de resíduos de 6,134 t/ha obtido com a colheita do milho no experimento, acrescentada a média de 6,68 t/ha de massa seca acrescentada com o manejo da palha produzida pelas culturas de cobertura ou plantas daninhas da área em pousio, tem-se um total acima do valor estipulado por Mello (2001) como suficiente para a manutenção do sistema.

A taxa de decomposição dos resíduos orgânicos em regiões tropicais é alta, enquanto que, nas regiões frias se processa lentamente. Almeida (1984) cita que, como o resíduos de leguminosas apresentam uma relação C/N mais estreita que os resíduos de cereais, sua decomposição será mais rápida, necessitando de maior quantidade de palha para prolongar o período de cobertura do solo no plantio direto. Nesse sentido, a associação de crotalária + milho pode ser viável, visando a fixação biológica de nitrogênio pela crotalária e portanto, menor relação C/N e a situação contrária para o milho, proporcionando um equilíbrio na decomposição dessa palhada. Devemos citar também que ambas culturas são adaptadas à condição de clima da região e com bom potencial para produção de palha.

Quanto a palhada de milho, Calegari et al. (1993) encontraram valores médios de carbono e nitrogênio total, assim como a relação C/N de 53%, 1% e 53:1, respectivamente, portanto, trata-se de uma cultura com alta produção de palha (Tabela 10) e relação C/N em sua palha considerada alta, podendo esta permanecer protegendo o solo por um longo período.

## 4.2. Cultura da soja

A produção de matéria seca das plantas de cobertura teve apenas o efeito isolado do sistema de preparo do solo, do sistema de cultivo e das culturas de cobertura (Tabela 15). Ela foi favorecida significativamente quando utilizou-se o preparo de solo convencional (Tabela 16), o que provavelmente esteja associado às melhores condições encontradas no momento do estabelecimento da cultura, o que conseqüentemente garantiu a formação de melhor estande das culturas de cobertura. Ainda na Tabela 16, observa-se que as plantas de cobertura produziram mais matéria seca quando adotou-se o monocultivo. Dentre as culturas de cobertura, o milheto, tanto isolado, quanto consorciado trouxe maior contribuição à produção de matéria seca, provavelmente em função da sua maior capacidade de desenvolvimento vegetativo.

Tabela 15. Valores de F obtidos na análise de variância das médias de massa seca produzida pelas culturas de cobertura e teor de nutrientes nesta. Selvíria – MS, 2005.

Causas de Variação	Massa seca	N	P	K	Ca	Mg	S
Sistema preparo (SP)	21,96*	1,10ns	18,47*	4,02ns	5,92ns	4,73ns	1,45ns
Sistema cultivo (SC)	8,16*	5,87*	1,34ns	0,10ns	0,22ns	3,83ns	0,06ns
Culturas de cobertura (CC)	17,86**	15,56**	3,70*	4,62*	5,73**	12,90**	2,75ns
SP x SC	0,95ns	0,71ns	0,65ns	0,40ns	0,01ns	0,02ns	0,35ns
SP x CC	0,68ns	1,09ns	0,11ns	1,43ns	3,74*	1,39ns	3,06*
SC x CC	1,16ns	0,97ns	1,06ns	0,21ns	2,11ns	8,45**	1,68ns
SP x SC x CC	0,33ns	0,25ns	0,15ns	0,67ns	0,6ns	2,35ns	0,53ns
CV % (A)	20,82	15,60	35,08	22,48	68,94	25,86	33,04
CV % (B)	24,41	14,86	21,74	22,11	64,90	16,69	14,52

Na Tabela 16, quando observa-se os teores de nutrientes da matéria seca das plantas de cobertura verifica-se que a quantidade de nitrogênio variou significativamente de acordo



com o sistema de cultivo e com a cultura de cobertura, porém apenas neste último caso detectou-se que a condição de pousio favoreceu significativamente o acúmulo de N, não diferindo no entanto, dos tratamentos com crotalária e consórcio de crotalária com milho (Tabela 16).

O teor de P foi influenciado isoladamente pelo sistema de preparo de solo e pelo tipo de cultura de cobertura (Tabela 15). No primeiro caso, o sistema plantio direto proporcionou maior acúmulo de P na massa seca, o que provavelmente esteja associado ao maior nível do nutriente já disponível no solo. Os valores médios de P na massa seca das culturas de cobertura não diferenciaram significativamente. O teor de K só foi influenciado pelo tipo de cultura de cobertura, mas os valores não diferenciaram entre as diferentes espécies (Tabela 16).

Tabela 16. Médias de massa seca produzida pelas plantas de cobertura e teor de N, P, K, Ca, Mg e S nesta. Selvíria – MS, 2005.

Causas de Variação	Massa seca	N	P	K	Ca	Mg	S
	kg/ha						
Preparo convencional	6941 a	17,2	2,83 b	19,98	1,85	3,79	1,79
Plantio direto	5679 b	17,9	3,44 a	17,70	5,17	4,50	1,67
Monocultivo	6462 a	18,4 a	3,29	18,89	3,65	4,41	1,75
Rotação	5535 b	16,7 a	2,97	18,79	3,36	3,88	1,71
Crotalária + Milheto	5945 ab	17,8 abc	3,16 a	18,95 a	3,41	3,79	1,72
Milheto + Crotalária	7430 ab	15,5 bc	2,89 a	20,03 a	2,75	3,89	1,61
Crotalária	4743 b	19,8 ab	3,42 a	15,20 a	4,15	3,79	1,85
Milheto	7712 a	13,8 c	2,79 a	19,71 a	1,90	3,97	1,58
Pousio	4163 b	20,8 a	3,40 a	20,31 a	5,73	5,30	1,89

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

O teor de Ca na massa seca das culturas de cobertura mostrou-se dependente da interação entre o sistema de preparo do solo e a cultura de cobertura (Tabela 16). Os

resultados apresentados na Tabela 17 indicam que quando utilizou-se o preparo de solo convencional, não houve diferença nos teores de Ca das culturas de cobertura, mais no sistema plantio direto os teores de Ca foram maiores na área de pousio. Avaliando o sistema de preparo de solo, o sistema plantio direto favoreceu o teor de Ca em todas as situações das culturas de cobertura, a exceção do milho não consorciado, cujo teor de Ca na massa seca não depende do sistema de preparo do solo.

Tabela 17. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x culturas de cobertura, significativa para teor de Ca (g/kg) na massa seca produzida pelas culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005/06.

	Crotalária + milheto	Milheto + crotalária	Crotalária	Milheto	Pousio
Preparo convencional	2,15 Ab	1,31 Ab	2,02 Ab	1,47 Aa	2,40 Ab
Plantio direto	4,67 BCa	3,40 BCa	6,27 ABa	2,42 Ca	9,07 Aa
DMS –	preparos d. cobertura		1,68		
	coberturas d. preparo		3,35		

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

O teor de Mg na massa seca. das culturas de cobertura mostrou-se dependente da cultura de cobertura e do efeito conjunto do sistema de cultivo e da cultura de cobertura (Tabela 16). Por outro lado, no desdobramento da interação, no sistema de monocultivo as culturas de cobertura não conseguiram extrair e/ou acumular maiores quantidades de Mg do que a área mantida em pousio, porém, quando utilizou-se a rotação de culturas, os teores de Mg não variaram com o tipo de cultura de cobertura. Na comparação entre os sistemas de cultivo, o teor de Mg só foi superior em monocultivo na massa seca na área de pousio (Tabela 18).

O teor de S na massa seca das culturas de cobertura variou pelo efeito da interação SP x CC ( sistema de preparo do solo x cultura de cobertura ), mas apenas no sistema de plantio direto observou-se destaque do nutriente na massa seca da área de pousio (Tabela 19).

Tabela 18. Desdobramento da interação sistemas de cultivo x culturas de cobertura, significativa para teor de Mg (g/kg) na massa seca produzida pelas culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005/06.

	Crotalária + milheto	Milheto + crotalária	Crotalária	Milheto	Pousio
Monocultivo	3,87 Ba	3,89 Ba	3,75 Ba	4,08 Ba	6,46 Aa
Rotação	3,71 Aa	3,88 Aa	3,83 Aa	3,86 Aa	4,14 Ab
DMS –	preparos d. cobertura		0,69		
	coberturas d. preparo		1,02		

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 19. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x culturas de cobertura, significativa para teor de S (g/kg) na massa seca produzida pelas culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005/06.

	Crotalária + milheto	Milheto + crotalária	Crotalária	Milheto	Pousio
Preparo convencional	1,64 Aa	1,77Aa	1,93 Aa	1,75 Aa	1,87 Aa
Plantio direto	1,79 AB	1,46 BCa	1,77 Aba	1,40 Ca	1,91 Aa
DMS –	preparos d. cobertura		0,36		
	coberturas d. preparo		0,37		

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Na Tabela 20 estão apresentados os teores dos macronutrientes encontrados na folha de soja amostrada no florescimento pleno. Verifica-se efeito significativo apenas para teor de P e K em função dos sistemas de cultivos utilizados e interação entre sistema de preparo do solo e sistemas de cultivo para o teor foliar de P.

Quanto ao teor foliar de P, verifica-se na Tabela 21, que no sistema plantio direto obteve-se maior valor, independente do sistema de cultivo e entre os sistemas de cultivo, a soja em rotação apresentou maior teor foliar de P, apenas quando a soja foi cultivada no

Tabela 20. Teores de nutrientes na folha de soja, no florescimento pleno, em função de sistema de preparo do solo, de cultivo e culturas de cobertura. Selvíria-MS, 2005/06.

Causas de Variação	N	P	K	Ca	Mg	S
	g/kg					
Preparo convencional	39,11	4,44	13,52	13,46	6,02	3,10
Plantio direto	52,21	5,60	12,99	14,07	6,22	3,51
Monocultivo	43,78	5,60	11,22 b	12,50	6,18	3,33
Rotação	47,54	4,41	15,28 a	15,03	6,23	3,28
Crotalária + milho	49,43	4,93	12,31	13,33	6,16	3,43
Milho + crotalária	45,21	4,81	13,64	13,09	6,05	3,12
Crotalária	46,53	5,11	13,16	13,57	6,48	3,44
Milho	42,10	5,05	12,40	13,82	5,94	3,34
Pousio	45,04	5,18	14,76	15,03	6,37	3,19
Valores de F						
Sistemas de preparo (SP)	22,86ns	131,89ns	0,08ns	0,20ns	0,01ns	4,55ns
Sistemas de cultivo (SC)	0,62ns	147,96**	27,80*	9,50ns	0,04ns	0,03ns
Culturas de cobertura (CC)	1,42ns	0,64ns	1,41ns	2,05ns	0,97ns	1,67ns
SP x SC	0,11ns	52,53*	6,29ns	2,83ns	2,17ns	0,12ns
SP x CC	0,66ns	2,39ns	0,23ns	3,25ns	1,53ns	3,31ns
SC x CC	0,27ns	1,76ns	1,61ns	1,88ns	1,06ns	3,73ns
SP x SC x CC	0,78ns	2,17ns	0,15ns	0,61ns	0,87ns	2,35ns
CV % (A)	29,44	5,40	16,41	16,86	10,62	27,06
CV % (B)	28,77	9,08	22,68	9,95	7,75	10,91

sistema plantio direto. O sistema plantio direto também proporcionou maior teor de P na massa seca da parte aérea das culturas de cobertura, caracterizando neste sistema, provável acúmulo de P nas camadas superficiais do solo e, conseqüentemente, maior disponibilidade do nutriente para às plantas.

Tabela 21. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo, significativa para teor de P (g/kg) na folha de soja. Selvíria – MS, 2005/06.

	Monocultivo	Rotação
Preparo convencional	4,20 Ab	4,67 Ab
Plantio direto	4,66 Ba	6,53 Aa
DMS –	preparos d. cultivo	0,41
	cultivos d. preparo	0,58

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

O teor de K foi maior nas folhas de soja quando esta foi cultivada no sistema rotacionado. Os valores obtidos para os diferentes nutrientes, encontram dentro (N, P, Ca, Mg e S) e abaixo (K) da faixa considerada adequada para a cultura da soja, segundo Ambrosano et al. (1996). Os teores de P encontram-se em muitos casos acima do limite superior da faixa considerada, no entanto, os teores de K estão bem abaixo do limite inferior da faixa considerada adequada para a cultura. Anualmente, a partir do início do experimento, as culturas de soja e milho têm sido adubadas em sua instalação com as mesmas quantidades de P e K. Na Tabela 1, verifica-se que o solo da área experimental apresentava teores de K na camada de 0 - 0,2m próximo ao limite inferior da faixa considerada média (1,6 a 3,0 mmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>), segundo Rajj et al. (1996). Sendo assim as adubações realizadas não tem sido suficientes para suprir as plantas quanto ao elemento K, diferente do ocorrido com o P.

Na avaliação da população de plantas na área experimental, obteve-se em média 278.333 e 336.111 plantas/ha para a soja conduzida no sistema convencional ou plantio direto, 317.777 e 296.666 plantas/ha para área em monocultivo ou com rotação de culturas e, 304.166, 300.000, 319.444, 297.222 e 315.277 plantas/ha, para área com palhada de

crotalária + milho, milho + crotalária, crotalária, milho ou plantas daninhas (pousio), respectivamente. Verifica-se que a população de plantas obtidas é bem inferior ao número de sementes utilizadas na semeadura, no entanto, a média de 307.222 plantas/ha, está próximo das 320.000 plantas recomendadas de forma geral (Embrapa, 2004), como população para a soja, sendo isto, muito dependente das características da variedade utilizada. Segundo Embrapa (2004) pequenas variações na população de plantas, geralmente não proporciona alterações na produtividade. A população de plantas obtida na área com sistema plantio direto, foi bem superior a obtida na área com sistema convencional de preparo do solo. Isso também foi observado com a cultura do milho e novamente destaca-se a importância da presença da palha no estabelecimento inicial da cultura, em função de na época de semeadura ter ocorrido pouca precipitação e altas temperaturas (Apêndices 1 e 2).

Na Tabela 22 encontram-se os efeitos dos sistemas de preparo do solo (SP), dos sistemas de cultivo (SC) e das culturas de cobertura (CC) nas diferentes características da planta de soja. A altura da planta de soja mostrou-se dependente do efeito conjunto do sistema de cultivo e da cultura de cobertura. As plantas cresceram mais em monocultivos quando utilizou-se a crotalária ou o consórcio milho e crotalária como cultura de cobertura. No sistema rotacionado, o uso das culturas de cobertura não influenciou a altura das plantas de soja (Tabela 23).

Na Tabela 22, os dados relativos à inserção das primeiras vagens da soja indicam que ela depende do efeito conjunto do sistema de preparo do solo e do sistema de cultivo. Nas condições de monocultivo, tanto no preparo convencional, quanto no sistema plantio direto, a inserção das primeiras vagens foi mais alta (Tabela 24).

O número de vagem por planta também variou em função das interações sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo e sistemas de preparo do solo x culturas de cobertura (Tabela 22). O maior número de vagens no preparo convencional foi obtido na condição de monocultivo, enquanto no sistema plantio direto, não houve diferença entre os sistemas de cultivo. O número de vagens foi favorecido pelo preparo convencional, tanto na situação de monocultivo, quanto na rotação de culturas (Tabela 25).

O sistema convencional de preparo do solo, de modo geral favoreceu o número de vagem por planta, independentemente da cultura de cobertura (Tabela 26).

Tabela 22. Valores de F e médias das características agronômicas, produtividade de grãos e retorno de palha da soja, em função de sistemas de preparo do solo de cultivo e culturas de cobertura. Selvíria – MS, 2005/06.

Causas de Variação	Altura de planta	Altura de Inserção	Número de vagens/planta	Massa de 100 grãos	Produtividade	Produção de palha
	cm	cm		g	kg/ha	kg/ha
Preparo convencional	73,8	10,0	49,9	16,3	3464	4669
Plantio direto	74,8	13,0	38,2	16,3	3271	4245
Monocultivo	73,7	11,8	45,2	16,1	3389	4440
Rotação	74,7	11,3	42,9	16,5	3346	4473
Crotalária + Milheto	74,2	12,1	45,1	16,4	3408	4465 a
Milheto + Crotalária	75,3	11,3	44,8	16,2	3282	4487 a
Crotalária	76,2	11,0	43,4	16,8	3447	4451 a
Milheto	71,8	11,4	45,9	15,8	3215	4201 a
Pousio	73,7	11,8	41,1	16,3	3485	4590 a
Valores de F						
Sistemas de preparo (SP)	0,55ns	14,04*	20,39*	0,00ns	3,57ns	18,54*
Sistemas de cultivo (SC)	1,63ns	1,84ns	4,75ns	19,92**	0,85ns	0,19ns
Culturas de cobertura (CC)	5,50**	0,58ns	0,98ns	2,94ns	3,84**	3,34*
SP x SC	0,50ns	6,03*	14,33**	2,07ns	33,56**	33,47**
SP x CC	0,99ns	0,61ns	3,03*	2,14ns	0,89ns	0,93ns
SC x CC	4,74**	0,67ns	0,42ns	5,21**	0,39ns	0,56ns
SP x SC x CC	1,32ns	0,42ns	1,53ns	4,09*	0,88ns	2,16ns
CV % (A)	4,26	12,61	9,82	2,62	5,56	6,60
CV % (B)	4,16	22,51	19,62	2,94	7,95	8,06

Tabela 23. Desdobramento da interação sistemas de cultivo x culturas de cobertura, significativa para altura de plantas (cm). Selvíria – MS, 2005/06.

	Crotalária + milheto	Milheto + crotalária	Crotalária	Milheto	Pousio
Monocultivo	72,0 Bb	74,8 Aa	78,5 Aa	70,7 Bb	72,7 Ab
Rotação	76,4 Aa	75,7 Aa	74,0 Aa	73,0 Aa	74,6 Aa
DMS –	cultivos d. cobertura		2,23		
	coberturas d. cultivo		4,56		

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 24. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo, significativa para altura de inserção das primeiras vagens (cm). Selvíria – MS, 2005/06.

	Monocultivo	Rotação
Preparo convencional	13,7 Aa	9,8 Ba
Plantio direto	12,3 Ab	10,2 Ba
DMS –	preparos d. cultivo	
	cultivos d. preparo	
		0,89
		1,20

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 25. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo, significativa para número de vagens/planta. Selvíria – MS, 2005/06.

	Monocultivo	Rotação
Preparo convencional	53,2 Aa	46,7 Ba
Plantio direto	37,3 Ab	39,1 Ab
DMS –	preparos d. cultivo	
	cultivos d. preparo	
		2,6
		3,7

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade



Tabela 26. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x culturas de cobertura, significativa para número de vagens/planta. Selvíria – MS, 2005/06.

	Crotalária + milheto	Milheto + crotalária	Crotalária	Milheto	Pousio
Preparo convencional	50,3 Aa	46,7 Aa	54,3 Aa	54,4 Aa	44,0 Aa
Plantio direto	39,9 Ab	42,9 Aa	32,5 Ab	37,4 Ab	38,2 Ab
DMS –	preparos d. cobertura		4,5		
	coberturas d. preparo		12,7		

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A produtividade de grãos foi influenciada isoladamente pelo tipo de cultivo de cobertura e pela interação entre o sistema de cultivo e o sistema de preparo de solo (Tabela 22). As maiores produtividades foram obtidas quando utilizou-se o sistema convencional de preparo do solo sob condições de monocultivo e, quando do uso do sistema plantio direto, a cultura da soja teve maior rendimento, utilizando-se rotação de culturas (Tabela 28).

Tabela 27. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo, significativa para produtividade de grãos (kg/ha). Selvíria – MS, 2005/06.

	Monocultivo	Rotacionado
Preparo convencional	3621 Aa	3306 Ba
Plantio direto	3157 Bb	3385 Aa
DMS –	preparos d. cultivo	
	cultivos d. preparo	

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

A produção de palha foi afetada significativamente pelo sistema de preparo do solo, tipo de cultivo de cobertura e pela interação sistema de preparo do solo e sistema de cultivo

(Tabela 22). O efeito isolado de cultura de cobertura não foi suficiente para destacar um ou outro tipo de cobertura sobre a produção de palha. A maior produção de palha foi obtida quando utilizou-se o preparo convencional do solo sob monocultivo e, no sistema plantio direto, quando realizou-se a rotação de culturas (Tabela 28). Dessa forma, esses resultados foram semelhantes aos obtidos na produtividade de grãos (Tabela 27).

Tabela 28. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo, significativa para produção de palha pela cultura da soja. Selvíria – MS, 2005/06.

	Monocultivo	Rotacionado
Preparo convencional	4865 Aa	4472 Ba
Plantio direto	4016 Bb	4474 Aa
DMS –	preparos d. cultivo	180
	cultivos d. preparo	254

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No sistema de monocultivo, independente do sistema de plantio (convencional ou direto), o tipo de cobertura não influenciou a massa de 100 grãos. No entanto, na combinação de cultivo rotacionado em sistema plantio direto, o tratamento com crotalária apresentou maior massa de 100 grãos, não diferindo, no entanto, do tratamento com crotalária consorciada com milho (Tabela 29). No sistema plantio direto, o sistema de rotação de culturas superou o monocultivo quando utilizou-se a crotalária e esta em consórcio com milho como culturas de cobertura. Já no sistema plantio direto, o sistema rotacionado utilizando a crotalária e o consórcio de milho com crotalária foram os tratamentos que favoreceram a massa de 100 grãos (Tabela 29).

Tabela 29. Desdobramento da interação sistemas de preparo do solo x sistemas de cultivo x culturas de cobertura, significativa para massa de 100 grãos (g). Selvíria – MS, 2005/06.

	Monocultivo				Rotacionado			
	Crotalaria + milho	Milho + crotalaria	Crotalaria + milho	Pousio	Crotalaria + milho	Milho + crotalaria	Crotalaria + milho	Pousio
Preparo convencional	15,8 Ab	16,4 Aa	16,4 Aa	15,8 Aa	17,0 ABa	16,0 BCb	17,8 Aa	15,9 Cb
Plantio direto	16,2 Aa	15,6 Ab	16,0 Ab	15,8 Aa	16,6 Ab	16,9 Aa	17,0 Ab	16,6 Aa
DMS –	preparos d. cobertura 0,3							
	coberturas d. preparo 1,0							
Preparo convencional								
	Preparo convencional				Plantio direto			
	Crotalaria + milho	Milho + crotalaria	Crotalaria + milho	Pousio	Crotalaria + milho	Milho + crotalaria	Crotalaria + milho	Pousio
Monocultivo	15,8 b	16,4 a	16,4 b	15,8 a	16,2 a	15,6 b	16,0 b	16,4 a
Rotacionado	17,0 a	16,0 a	17,8 a	15,6 a	16,6 a	16,9 a	17,0 a	16,6 a
DMS –	cultivos d. cobertura 0,45							

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

## 5. CONCLUSÕES

- o milheto é a cultura de cobertura com maior produção de palha e pode ser utilizado em consórcio com a crotalária;
- o milheto apresenta na parte aérea maiores quantidades de K e Mg que a crotalária, e esta fixa maiores quantidades de nitrogênio e recicla maiores quantidades de Ca;
- o teor foliar de P na soja e no milho é maior quando o sistema de manejo do solo é o plantio direto;
- o sistema de cultivo não influenciou a produtividade de grãos do milho;
- a rotação de culturas é fator decisivo na produtividade de grãos de soja quando o sistema de manejo do solo é o plantio direto,
- o milho conduzido no sistema convencional de manejo do solo é mais produtivo que no plantio direto, no sexto ano de experimentação;
- no Cerrado, para que se obtenha um aporte anual de palha próximo a 10 t/ha, é necessário além da palha retornada com a colheita do milho e principalmente soja, o cultivo de culturas de cobertura como crotalária, milheto ou consórcio entre si.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, F.S. Desempenho da cobertura morta no plantio direto. In: CURSO INTENSIVO SOBRE PLANTIO DIRETO, 2, Ponta Grossa, 1984. **Anais...** Ponta Grossa, Associação dos Engenheiros Agrônomos do Paraná/Núcleo regional de Ponta Grossa, 1984.

ALVARENGA, R.C.; CRUZ, J.C.; NOVOTNY, E.H. **Plantas de cobertura do solo**. In: Sistema de Produção: Milho. 2002. Disponível em: [http\\www.embrapa.br](http://www.embrapa.br) acesso em 30 de jan. 2005.

AMBROSANO, E.J. et al. **Leguminosas e oleaginosas**. In: RAIJ, B. van et al.. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. Campinas, IAC, 1996. p.189 – 204.

ANDREOLA, F., COSTA, L.M., OLSZEWSKI, N., JUCKSCH, I. A cobertura vegetal de inverno e adubação orgânica e/ou mineral influenciando a sucessão feijão/milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.867-874, 2000.

ARF, O.; SILVA, L.S. da; BUZETTI, S.; ALVES, M.C.; SÁ, M.E. de; RODRIGUES, R.A.; HERNANDEZ, F.B.T. Efeitos na cultura do trigo da rotação com milho e adubos

verdes, na presença e na ausência de adubação nitrogenada. **Bragantia**, Campinas, v.58, n.2, p.323-334, 1999.

ARATANI, R.G. **Culturas de cobertura e épocas de aplicação de nitrogênio para as culturas de milho e soja em plantio direto na região de cerrado**. Ilha Solteira: 2003, 48p. Dissertação (Mestrado) UNESP – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de Concentração: Sistemas de Produção.

BONAMIGO, L.A. Sistema de plantio direto em solos arenosos – fatores de sucesso. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 8, Tangará da Serra, 2005. **Anais...** Tangará da serra, APCD/CAT Parecis, 2005. p.152-161.

BORTOLIN, C.G., SILVA, P.R., AGENTA, G. Sistemas consorciados de aveia preta e ervilhaca comum como cobertura de solo e seus efeitos na cultura do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.897-903, 2000.

BULISANI, E.A., COSTA, M.B.B., MIYASAKA, S. **Adubação verde em São Paulo**. In: COSTA, M.B.B. (coord.). Adubação verde no sul do Brasil. Rio de Janeiro, AS/PTA, 1992. p.59 – 81.

CALEGARI, A. et al. **Caracterização das principais espécies de adubo verde**. In: Calegari, A. et al. (eds.) Adubação verde no sul do Brasil. Rio de Janeiro: AS/PTA, 1993.

CAMPOS, H. **Estatística aplicada a experimentação com cana-de-açúcar**. Piracicaba, FEALQ, 1984. 292p.

CANTARELLA, H. RAIJ, B van, CAMARGO, C.E.O. **Cereias**. In: RAIJ, B. van, CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.C. (eds.) Recomendação de adubação e calagem para o Estado de São Paulo (2 ed.). Campinas: IAC, 1996. p.45 – 72.

CARVALHO, M.A.C. **Sucessão de culturas a quatro adubos verdes em dois sistemas de semeadura**. Doutorado em Produção Vegetal . Faculdade de ciências agrárias e veterinárias - Campus de Jaboticabal. Unesp. 2000, 187p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Grãos – Safra 2008/09 – Quinto Levantamento – Fevereiro/2009. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/5graos\\_08.09.pdf](http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/5graos_08.09.pdf)>. Acesso em: 15/10/ 2009.

CRUZ, J.C.; ALVARENGA, R.C.; NOYOTNY, E.H.; PEREIRA FILHO, I.A.; SANTANA, D.P.; PEREIRA, F.T.F.; HERNANI, L.C. **Rotação de culturas**. In: Sistema de Produção: Milho. 2002, Disponível em: <http://www.embrapa.br> acesso em 30 de jan. 2005.

DE MARIA, I.C., CASTRO, O.M., SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, p.703 – 709, 1999.

DERPSCH, R., NIKOLAS, S., HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.7, p.761-773, 1985.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2005**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste: Fundação Meridional, 2004. 239p.

FERNANDES, L.A., VSCONSCELOS, C.A., FURTINI NETO, A.E., ROSCOE, R., GUEDES, G.A.A. Preparo do solo e adubação nitrogenada na produção de grãos e matéria seca e acúmulo de nutrientes pelo milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.9, p.1691 – 1698, 1999.

FONTANELI, R.S.; SANTOS, H.P.; VOSS, M.; AMBROSI, I. Rendimento e nodulação de soja em diferentes rotações de espécies anuais de inverno sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.35, n.2, p. 349-355, 2000.

GAUDÊNCIO, C.A.; YORINORI, J.T.; GARCIA, A.; QUEIROZ, E.F. **Rotação de culturas com a soja no norte do Estado do Paraná**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1986. 10p. (Embrapa-CNPSO, Pesquisa em Andamento, 10)

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

HEINZMANN, F.X., Resíduos culturais de inverno e assimilação de nitrogênio por culturas de verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.20, n.9, p.1021-1030, 1985.

KICHEL, A.N. & MACEDO, M.C. **Milheto**. Campo Grande: EMBRAPA/CNPGC, 1994. 2p. (EMBRAPA/CNPGC, v.17, n.2)

KOCHHANN, R.A.; SELLES, F. O solo e sistemas de manejo conservacionistas. In: FERNANDES, J.M. et al. (coord.) **Manual de manejo conservacionista do solo para os estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1991. p. 43-51 (Documentos, 1).

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

MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T.; COSTA, A.B.; ROSA, F.V.; COSTA, V.F. **Efeito residual de leguminosas sobre o rendimento físico e econômico da cana-planta**. Campinas: IAC, 1994. (Boletim Científico nº 32).



MASCARENHAS, H.A.A. et al.. **Efeito do nitrogênio residual da soja na produção do milho**. 2 ed. Campinas: IAC, 1986. 24p. (Boletim Técnico 58)

MELLO, L.M.M. **Integração agricultura – pecuária em plantio direto: atributos físicos e cobertura residual do solo, produção de forragem e desempenho econômico**. Ilha Solteira, 2001. 72p. Tese (Livre – Docência) – Faculdade de Engenharia – Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho".

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

PAIVA, P.J.R. et al. Acidificação de um latossolo roxo do Estado do Paraná sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Campinas, v.20, n.3, p. 71-75, 1996.

PANTANO, A.C. **Semeadura de braquiária em consórcio com milho em diferentes espaçamentos na integração agricultura – pecuária em plantio direto**. Ilha Solteira, 2003. 60p. Dissertação (Mestrado) UNESP – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de Concentração: Sistemas de Produção.

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

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H., QUAGGIO, J.A. (Eds.) **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agronômico, 1996. 285p. (Boletim Técnico, 100).

SÁ, J.C. de M. **Manejo da fertilidade do solo no sistema de plantio direto**. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). Plantio direto no

Brasil. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT/ FUNDACEP-FECOTRIGO/ Fundação ABC, 1993. p. 37-60.

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

SALET, R.L. **Toxidez de alumínio no sistema plantio direto.** 1998. 109 p. Tese (Doutorado em Solos) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.

SALTON, J.C. & KICHEL, A.N. Milheto: uma alternativa para cobertura do solo e alimentação animal. **Plantio Direto**, Passo Fundo, p.41 – 43, 1998.

SANTOS, H.P., IGNACZACK, J.C., LHAMBY, J.C., BAIER, A.C. Conversão e balanço energético de sistemas de rotação de culturas para triticales, sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.1, p.43 – 48, 2000.

SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M.; DERPSCH, **Rotação de culturas.** In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo (Passo Fundo, RS). Plantio direto no Brasil. Passo Fundo: Embrapa-CNPT/FUNDACEP FECOTRIGO/ Fundação ABC, 1993. p.85-103.

SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O.; SPERA, S.T. Efeito de sistemas de produção mistos sob plantio direto sobre fertilidade do solo após oito anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p.545-552, 2003.

SILVA, A.R.B. **Comportamento de variedades/híbridos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes tipos de preparo do solo.** Botucatu, 2000. 95 p. Dissertação (Mestrado) UNESP –Faculdade de Ciências Agrônômicas. Área de Concentração: Energia na Agricultura.

SILVA, T.R.B. **Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em Sistema Plantio Direto**. Ilha Solteira: 2002, 56p. Dissertação (Mestrado) UNESP – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de Concentração: Sistemas de Produção.

SILVA, R.H.; ROSOLEM, C.A. Crescimento radicular de soja em razão da sucessão de cultivos e da compactação do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 6, p. 855-860, 2002.

SANTOS, H.P. dos; REIS, E.M. Efeitos de culturas de inverno sobre o rendimento de grãos e sobre a estatura de plantas da soja. **Pesquisa agropecuária Brasileira**. Brasília, v.26, n.5, p.729-735, 1991.

SANTOS, H.P. dos; TOMM, G.O.; LHAMBY, J.C.B. Plantio direto *versus* convencional: efeito na fertilidade do solo e no rendimento de grãos de culturas em rotação com cevada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.3, p.449-454, 1995.

SPEHAR, C.R.; LANDERS, J.N. Características, limitações e futuro do plantio direto nos cerrados. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo : Embrapa-CNPT, 1997. p.127-131.

TISDALE, S.L. et al. **Soil fertility and fertilizers**. 4 ed.. New York, Mc Millan, 1985. 754p.

VENTURA, W.; WATANABE, I. Green manure production of *Azolla microphylla* and *Sesbania rostrata* and their long-term effects on rice yields and soil fertility. **Biology and Fertility of Soils**, New York, v.15, n.4, p.241-248, 1993.

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

YANO, E.H. **Sistemas integrados de produção: manejo do solo, culturas de inverno e verão**. Ilha Solteira, 2002. 103p. Dissertação (Mestrado) UNESP – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de Concentração: Sistemas de Produção.

## 7. APÊNDICE

1. Precipitação diária registrada no posto meteorológico da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão. Selvíria – MS, 2005/06.

Dia	2005				2006			
	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Março	Abril
1	0,00	1,27	0,00	21,08	0,50	0,00	0,00	0,00
2	33,53	0,00	0,00	31,24	3,60	0,00	0,00	0,00
3	0,00	0,00	0,00	14,73	32,50	0,00	0,00	0,00
4	6,86	0,00	6,10	0,25	19,30	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,25	0,00	22,35	17,50	28,00	33,53	0,00
6	0,00	0,00	0,00	51,05	0,50	0,00	20,57	0,25
7	0,00	0,00	0,00	3,56	14,00	0,00	11,94	13,21
8	0,00	0,00	0,00	5,08	1,80	0,00	24,64	2,03
9	0,00	0,00	0,00	0,00	24,60	35,40	7,87	0,00
10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	23,00	0,00	0,00
11	0,00	0,00	0,00	16,26	8,60	0,00	0,00	0,00
12	0,00	0,00	0,00	6,10	0,00	0,00	0,00	0,00
13	0,25	0,00	0,00	0,00	0,00	30,20	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,60	8,89	0,00
15	0,25	19,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,00	0,00	0,00
17	0,00	2,29	0,00	37,59	0,00	14,40	0,254	0,00
18	0,00	32,00	48,26	9,91	0,00	0,00	4,00	0,00
19	0,25	0,76	7,87	42,67	0,00	0,00	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,51	2,54	33,00	49,80	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	2,29	0,30	13,40	0,00	0,00
22	0,00	17,53	0,00	0,00	0,00	54,40	0,00	0,00
23	10,16	3,81	8,64	0,00	0,00	27,30	9,65	0,00
24	6,86	3,56	34,54	0,00	0,00	33,50	0,00	0,00
25	9,40	0,00	37,34	0,00	0,00	27,40	0,00	0,00
26	9,65	0,00	13,46	0,00	0,00	29,80	1,27	0,00
27	0,00	7,11	0,25	0,00	1,50	29,60	14,73	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00	16,00	32,50	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,25	0,00	26,70		0,00	0,00
30	0,00	7,87	1,02	0,00	8,60		7,00	0,00
31		2,03		0,00	0,00		0,25	

2. Temperatura máxima diária registrada no posto meteorológico da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão. Selvíria – MS, 2005/06.

Dia	2005				2006			
	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Março	Abril
1	34,80	34,30	29,00	26,00	32,40	32,40	33,00	31,60
2	25,10	28,30	27,90	30,50	32,60	33,90	33,00	31,90
3	19,70	33,10	31,00	29,20	31,30	32,30	34,20	31,40
4	27,50	34,00	32,90	28,10	30,80	33,21	34,50	31,60
5	34,30	38,00	30,40	32,10	28,40	34,83	35,10	30,90
6	32,30	30,90	33,40	30,20	26,40	34,54	30,90	26,20
7	31,60	31,40	35,70	24,20	30,50	34,85	32,00	30,60
8	32,30	35,30	35,70	25,00	31,10	32,18	30,80	30,60
9	31,60	37,80	33,10	27,60	33,30	31,40	31,60	29,70
10	35,80	35,60	32,60	29,60	30,50	30,31	33,00	31,50
11	36,10	36,90	28,80	32,70	33,30	28,72	33,60	31,20
12	35,20	37,90	32,70	30,90	32,70	30,85	32,50	30,60
13	23,20	37,00	32,10	30,50	32,50	31,42	31,70	31,70
14	18,60	37,90	33,80	31,50	33,40	33,30	31,00	32,40
15	25,00	38,00	34,70	32,10	34,10	33,65	30,80	33,60
16	31,70	34,50	35,50	32,00	34,90	29,20	31,60	32,40
17	30,40	35,00	37,60	31,70	35,10	31,20	31,90	31,10
18	27,10	35,20	36,30	31,70	36,90	31,42	29,20	27,80
19	32,00	27,30	33,90	33,30	33,90	31,13	32,10	28,10
20	28,90	23,90	30,40	25,30	33,20	31,97	33,00	30,30
21	30,10	30,80	34,00	32,40	33,40	33,25	32,70	30,60
22	29,20	35,20	34,20	31,20	35,00	33,24	32,90	33,80
23	26,00	26,80	32,90	32,90	35,60	27,30	32,80	33,60
24	22,60	31,90	33,10	33,60	34,70	33,50	30,50	33,00
25	24,20	33,70	31,60	32,50	37,10	27,40	33,20	34,40
26	22,40	34,70	31,20	31,70	36,30	29,80	29,60	33,60
27	25,90	33,30	28,40	32,30	34,20	29,60	30,10	33,10
28	26,80	34,40		32,70	32,30	32,50	30,50	33,10
29	28,70	36,70	30,00	33,10	32,20		33,00	30,90
30	31,80	25,90	31,50	32,70	27,60		32,20	30,70
31		28,50		32,70	31,60		31,5	

3. Temperatura mínima diária registrada no posto meteorológico da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão. Selvíria – MS, 2005/06.

Dia	2005				2006			
	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Jan.	Fev.	Março	Abril
1	18,14	19,64	18,58	20,97	22,08	22,47	21,1	21,44
2	11,00	18,41	17,46	20,83	22,32	21,37	21,78	21,61
3	9,52	20,22	20,32	20,46	21,07	22,57	22,02	22,89
4	17,71	22,02	19,71	21,47	22,05	24,23	23,05	21,10
5	19,92	22,35	18,41	21,37	20,32	26,42	21,06	21,20
6	19,36	21,54	19,92	19,68	20,86	23,18	21,10	21,41
7	19,88	20,76	20,32	20,15	21,51	22,20	21,13	20,97
8	18,58	22,27	21,00	20,15	21,95	24,21	20,80	20,63
9	19,19	21,78	19,92	21,34	20,20	21,93	21,27	19,80
10	21,44	22,02	21,20	22,96	20,82	22,19	21,85	18,75
11	21,91	21,81	20,22	21,91	19,12	21,72	21,41	19,12
12	17,33	21,61	21,85	21,03	21,47	21,54	20,69	18,95
13	13,86	24,16	21,49	22,18	21,74	21,86	22,89	19,33
14	13,60	23,01	20,59	21,51	19,12	21,65	21,10	19,93
15	16,06	21,24	19,46	20,36	19,96	22,46	21,81	22,52
16	17,33	22,49	20,32	19,46	19,89	21,72	20,66	21,51
17	16,93	21,24	24,66	19,65	22,89	21,58	22,42	21,68
18	18,74	19,95	21,76	20,42	23,27	22,47	22,66	18,04
19	17,46	20,05	22,81	18,48	21,71	22,48	21,85	18,92
20	13,79	18,85	22,59	18,85	20,36	20,74	21,10	18,41
21	16,91	20,83	22,08	20,69	20,66	21,27	21,20	18,06
22	19,64	19,95	21,51	20,60	22,02	20,66	22,25	20,90
23	17,87	19,07	20,02	20,19	19,88	20,22	21,13	19,70
24	18,14	20,59	21,45	20,69	22,37	20,42	21,57	18,45
25	19,05	20,29	21,49	20,97	23,55	19,41	22,41	18,02
26	18,75	21,30	20,86	22,22	22,05	21,03	21,64	17,04
27	17,10	22,40	19,29	20,46	22,05	21,47	20,32	17,71
28	15,79	22,05		22,08	21,24	20,03	21,17	14,89
29	18,40	22,91	22,79	22,52	20,83		21,54	15,89
30	18,68	18,89	22,22	21,61	20,19		20,23	15,15
31	17,40	19,64		22,39	20,02		21,68	