

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE ENGENHARIA

CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

***SUCCESSÃO DE CULTURAS E PREPARO DO SOLO NO DESENVOLVIMENTO E  
PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO CULTIVADO NO PERÍODO DE INVERNO***

**MATHEUS GUSTAVO DA SILVA**

Engenheiro Agrônomo

**Prof. Dr. ORIVALDO ARF**

Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Ilha Solteira – UNESP, para obtenção do título de Mestre em Agronomia: Área de Concentração em Sistemas de Produção.

Ilha Solteira  
São Paulo - Brasil  
Janeiro de 2005

## DEDICO

*Aos meus pais CLORISVALDO e MARIA INEZ, exemplos de honestidade e dignidade, pelo sacrifício, amor e dedicação durante toda a minha vida. Que cada uma das minhas conquistas seja a realização de seus próprios sonhos.*

*Aos meus irmãos EDUARDO E ANA CLÁUDIA pela ajuda direta e indireta em todos os aspectos da minha vida.*

*À minha namorada ANA LUISA FERRARI, pelo amor, apoio e compreensão em todos os momentos.*

## AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela vida e pelas oportunidades.

Ao Prof. Dr. Orivaldo Arf, pela orientação e incentivo, não só na vida profissional como também pessoal e, especialmente pela amizade.

À Capes e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro, concedido através de bolsa de estudo e subvenção do trabalho de pesquisa.

Aos Professores Drs. Marco Eustáquio de Sá, Edson Lazarini, Morel Passos e Carvalho, Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues, Marlene Cristina Alves, Salatiér Buzetti, Enes Furlani Jr., Walter Veriano Valério Filho, pela paciência e auxílio nas diversas análises realizadas neste trabalho.

Aos amigos da República Tcheca, Fernando Miquelleti, Carlos Eduardo Antunes, Eduardo Felipini Vitro e Rômulo Velasco de Andrade, pelos anos de boa convivência desde os tempos da graduação e por toda ajuda e amizade.

Ao Técnico de Laboratório Valdivino dos Santos, pelo auxílio nas avaliações de campo.

Aos demais técnicos e funcionários da Biblioteca, Fazenda de Ensino e Pesquisa e Laboratórios.

Em especial aos amigos Faber Cristiano Portilho, Fernando Tobal, Fabiano Barbieri Brassioli, Clarice Backes, Pablo Flozi, Afrânio Filho, Fernando Pinheiro e Fagner Mazzeto.

Aos colegas do curso de pós-graduação Nádia, Rienni, Marcelo Romero, Cid, Germison, Hélio Percin, Geraldo, Martha Nascimento, demais amigos e amigas do alojamento estudantil, repúblicas e nativos de Ilha Solteira, que apesar de não mencionados, nunca serão esquecidos.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

## ÍNDICE

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>VI</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>1</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>3</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>5</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>7</b>
2.1. Preparo do solo.....	7
2.2. Culturas de verão.....	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
3.1. Localização do trabalho de pesquisa e características do local .....	18
3.2. Delineamento experimental e tratamentos utilizados.....	18
3.3. Instalação e condução do experimento.....	19
3.3.1. Culturas de verão .....	19
3.3.2. Cultura do feijão .....	22
3.4. Obtenção dos dados e avaliações .....	24
3.4.1. Culturas de verão .....	24
3.3.2. Cultura do feijão .....	26
3.5. Análise estatística.....	27
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
4.1. Culturas de verão.....	28
4.2. Física do solo .....	33
4.3. Cultura do feijão.....	51
4.4. Análise Econômica.....	59

<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>65</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>67</b>
<b>7. ANEXOS .....</b>	<b>77</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Características químicas do solo avaliadas de 0 – 0,20 m de profundidade. ....	19
<b>Tabela 2</b> – Produção de matéria seca pelas culturas de verão em diferentes preparos do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	31
<b>Tabela 3</b> – Valores médios referentes à porcentagem de recobrimento do solo pelas culturas de verão sob diferentes preparos do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	32
<b>Tabela 4</b> – Teor de água, resistência à penetração, densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade do solo, cultivado com culturas de verão em diferentes preparos do solo, na camada de 0,00 – 0,10 m. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	39
<b>Tabela 5</b> – Teor de água, resistência à penetração, densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade do solo, cultivado com culturas de verão em diferentes preparos do solo, na camada de 0,10 – 0,20 m. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	40
<b>Tabela 6</b> – Teor de água, resistência à penetração, densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade do solo, cultivado com culturas de verão em diferentes preparos do solo, na camada de 0,20 – 0,30 m. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	41
<b>Tabela 7</b> – Populações inicial e final de plantas no feijoeiro de inverno. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	52
<b>Tabela 8</b> – Teor foliar de macronutrientes nas folhas de feijoeiro cultivado no período de inverno <sup>1</sup> . Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	57
<b>Tabela 9</b> – Produção de matéria seca, componentes de produtividade e produtividades de grãos do feijoeiro de inverno. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	58
<b>Tabela 10</b> – Custos, produtividades, preços e indicadores de lucratividade das Culturas de Verão (LOC) cultivadas após distintos preparos do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	61

<b>Tabela 11</b> – Custos, produtividades, preços e indicadores de lucratividade do Feijoeiro de Inverno (LOF) cultivado após distintos preparos do solo e culturas de verão. Selvíria (MS), safra 2003/04.....	62
<b>Tabela 12</b> – Lucro Operacional Total (LOC + LOF) do feijoeiro de inverno cultivado após distintos preparos do solo e culturas de verão. Selvíria (MS), safra 2003/04.....	63

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Umidade do solo e resistência do solo à penetração na cultura da <i>Crotalaria juncea</i> . ...	43
<b>Figura 2</b> – Umidade do solo e resistência do solo à penetração na cultura do milho. ....	45
<b>Figura 3</b> – Umidade do solo e resistência do solo à penetração no consórcio milho + mucuna preta. ....	46
<b>Figura 4</b> – Umidade do solo e resistência do solo à penetração no consórcio milho + capim braquiária. ....	48
<b>Figura 5</b> – Umidade do solo e resistência do solo à penetração na cultura do arroz. ....	49
<b>Figura 6</b> – Umidade do solo e resistência do solo à penetração na cultura da soja. ....	50
<b>Figura 7</b> – Aspecto visual da cultura do arroz 14 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	77
<b>Figura 8</b> – Aspecto visual da cultura da <i>Crotalaria juncea</i> 14 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	77
<b>Figura 9</b> – Aspecto visual da cultura do milho 14 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	78
<b>Figura 10</b> – Aspecto visual da cultura da soja 14 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	78
<b>Figura 11</b> – Aspecto visual do experimento 14 dias após a semeadura. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	79
<b>Figura 12</b> – Aspecto visual da cultura do arroz 36 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	79
<b>Figura 13</b> – Aspecto visual da cultura da <i>Crotalaria juncea</i> 36 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	80



<b>Figura 14</b> – Aspecto visual da cultura do milho 36 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	80
<b>Figura 15</b> – Aspecto visual da cultura da soja 36 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	81
<b>Figura 16</b> – Aspecto visual do experimento 36 dias após a semeadura. Selvíria (MS), safra 2003/04.....	81
<b>Figura 17</b> – Aspecto visual da cultura do arroz 55 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	82
<b>Figura 18</b> – Aspecto visual da cultura da <i>Crotalaria juncea</i> 55 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.....	82
<b>Figura 19</b> – Aspecto visual da cultura do milho 55 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	83
<b>Figura 20</b> – Aspecto visual da cultura da soja 55 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	83
<b>Figura 21</b> – Aspecto visual do experimento 55 dias após a semeadura. Selvíria (MS), safra 2003/04.....	84
<b>Figura 22</b> – Aspecto visual da cultura da <i>Crotalaria juncea</i> 101 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.....	84
<b>Figura 23</b> – Aspecto visual da cultura do arroz 101 dias após a semeadura nos sistemas. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	85
<b>Figura 24</b> – Aspecto visual do consórcio milho + mucuna preta 101 dias após a semeadura nos sistemas. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	85
<b>Figura 25</b> – Aspecto visual da cultura da soja 101 dias após a semeadura nos sistemas. Selvíria (MS), safra 2003/04. ....	85

<b>Figura 26</b> – Aspecto visual do consórcio milho + capim braquiária 101 dias após a semeadura nos sistemas. Selvíria (MS), safra 2003/04.....	86
<b>Figura 27</b> – Aspecto visual do experimento 101 dias após a semeadura. Selvíria (MS), safra 2003/04.....	86
<b>Figura 28</b> – Aspecto visual da cultura do feijão 42 dias após a semeadura. Selvíria (MS), safra 2003/04.....	87
<b>Figura 29</b> – Aspecto visual da cultura do feijão 83 dias após a semeadura. Selvíria (MS), safra 2003/04.....	88
<b>Figura 30</b> – Aspecto visual da cultura do feijão 91 dias após a semeadura. Selvíria (MS), safra 2003/04.....	89

## RESUMO

A utilização de resíduos vegetais no solo é uma prática cultural antiga, que propicia melhoria nas condições físicas, químicas e biológicas do solo. No entanto, com o passar dos anos, em função da utilização de fertilizantes químicos, esta prática foi perdendo interesse, porém recentemente tem despertado novamente a atenção por parte dos produtores e pesquisadores. Assim, o trabalho foi desenvolvido em área experimental, localizada no município de Selvíria (MS), com o objetivo de verificar o desenvolvimento e a produtividade do feijoeiro de inverno irrigado, cultivado após diferentes culturas de verão (arroz, milho, milho + capim braquiária, milho + mucuna preta, soja e *Crotalaria juncea*), bem como as possíveis interações dessa prática com sistemas de preparo do solo (escarificador + grade niveladora, grade aradora + grade niveladora, e plantio direto) e a influência dos mesmos sobre as características físicas do solo e, a viabilidade econômica. A semeadura das culturas de verão foi realizada nos meses de novembro de 2003 e janeiro de 2004, e a adubação levou em conta as características químicas do solo e as exigências mínimas de cada cultura. A semeadura do feijão foi realizada no mês de maio de 2004, mecanicamente. Tanto as culturas de verão como o feijoeiro foram irrigados por um sistema de irrigação por aspersão convencional. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados dispostos em esquema de faixas, com 4 repetições. Com relação às culturas de verão, foram realizadas avaliações de porcentagem de recobrimento pelas culturas de verão e produção de matéria seca. Para a cultura do feijão, foram realizadas avaliações de florescimento pleno e ciclo, teor de macronutrientes nas folhas, população de plantas inicial e final,

componentes produtivos (número de vagens e de grãos por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos) e produtividade de grãos. Além disso, foram realizadas avaliações físicas do solo (macroporosidade, microporosidade, porosidade total, densidade do solo e resistência à penetração) e também análise econômica para cada um dos tratamentos utilizados. Não houve interação significativa entre as culturas de verão utilizadas e os preparos do solo adotados. As culturas de verão que apresentam maior porcentagem de recobrimento do solo e produção de matéria seca são a *Crotalaria juncea*, milho + mucuna-preta, milho + capim braquiária e milho. O plantio direto proporciona maiores valores de resistência à penetração na camada de 0 – 0,10 m e, densidade do solo, nas camadas de 0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m. Os preparos do solo adotados e as culturas de verão utilizadas não influenciam significativamente os componentes de produtividade do feijoeiro bem como suas produtividades.

**Termos para indexação:** *Phaseolus vulgaris* L., cobertura vegetal, escarificador, grade aradora, plantio direto e rentabilidade.

## **SUMMARY**

The utilization of vegetable residues on soil is an old cultural practice, which propitiates improvement in the physical, chemical and biological soil properties. However, with the years, lost interest, because the results introduced by the mineral fertilization, recently this issue has come back again. This study was carried out in the municipal district of Selvíria, State of Mato Grosso do Sul, aiming to evaluate the development and grain yield of common bean irrigated on winter season, cultivated after different summer crops (corn, rice, corn – braquiaria grass, corn + black velvet bean, soybean and sunnhep), as well as the possible interactions with different systems of soil management (moldboard-plow + leveling disk, disk-plow + leveling disk and, no-tillage) and the influence of the same about soil physical characteristics, as well economic viability. The summer crops sowing were in November/2003 and January/2004, and the fertilization based on soil chemical characteristics. The common bean sowing was in April/2004, mechanically. The summer crops and common bean were irrigated by a conventional water-spraying system. The experimental design was a randomized block design in stripes scheme, with 4 repetitions. To the summer crops, were evaluate the percentage of vegetable recovering and shoot dry matter yields. To common bean crop was evaluated days from seedling emergence to full-flowering, macronutrients content in the leaves, initial and final stand, yield components (number of pods and seeds per plant, number of seeds per pod and 100-seed mass) and grains yield. Moreover, other evaluations were appraised soil physical (macroporosity, microporosity, total porosity, soil density and soil resistance to the penetration) and also an economic analysis

for each one of the used treatments. There was not any interaction among used summer crops and soil management systems. The summer crops that present larger recovering percentage and shoot dry matter production were sunnhep, corn + black velvet bean, corn + braquiaria grass and corn. The no-tillage system provides larger values to the soil resistance penetration in the 0,00 – 0,10 m layer and bulk density, in the 0,00 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m layers. The soil managements and summer crops do influence the common bean yield components as well as its productivity.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris* L., vegetable coverage, moldboard-plow, disk-plow, no-tillage system and rentability.

## 1. INTRODUÇÃO

A agricultura no Brasil responde por cerca de 21,5 % do PIB brasileiro e deste total, no período de 1990 a 2002, o feijão respondeu por cerca de 5,2 % da renda agrícola gerada no Brasil (Ferreira et al., 2002).

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é alimento básico para o brasileiro com consumo médio anual de 18 kg habitante<sup>-1</sup>, podendo ser classificado como indispensável na alimentação da população, por suprir grande parte das necessidades protéicas. A produção de feijão é marcada por oscilações nos preços, não somente no ano, considerando suas três safras, mas também nos preços das últimas décadas. O cultivo do feijão é realizado em três épocas. A primeira é conhecida como safra ‘das águas’ e ocorre de agosto a dezembro, se concentrando nos estados da região Sul, Sudeste e na Bahia; a segunda, conhecida como safra ‘da seca’ ocorre de janeiro a abril abrangendo todos os estados brasileiros e a terceira é conhecida como safra de inverno, ocorrendo de maio a agosto, dependendo do estado (Ferreira et al., 2002; Yokoyama, 2002).

A produção de feijão de inverno tem despertado o interesse dos agricultores pela qualidade do produto colhido e conseqüentemente pelos melhores preços obtidos na sua comercialização, seja como grão ou semente. De acordo com Yokoyama (2002), entre 1984/85 e 1999/00, a produção nesta época cresceu 126% e concomitantemente teve-se aumento de 98 % na produtividade e de 14,4 % na área cultivada. O autor ainda cita que com a expansão da cultura do feijão de inverno nas regiões Centro-Oeste e Sudeste do país, aumentou-se a necessidade de estudar as práticas culturais inerentes à cultura, tais como adubação verde, rotação de culturas,

preparo do solo, plantio direto visando ganho na produtividade com menores custos, e com isso deixando a produção de feijão nesta época menos onerosa, bem como propiciar melhorias nas condições físicas, químicas e biológicas do solo.

Assim, o objetivo do trabalho foi verificar o desenvolvimento e a produtividade do feijoeiro de inverno irrigado cultivado após diferentes culturas de verão, bem como as possíveis interações dessa prática com diferentes preparos do solo, e a influência dos mesmos sobre as características físicas do solo e, viabilidade econômica.



## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Preparo do solo**

O preparo do solo é uma prática cultural tão importante quanto a adubação, uso de sementes certificadas ou controle fitossanitário, sendo fator importante na manutenção das propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, e conseqüentemente, da fertilidade, erosão, lixiviação e desenvolvimento radicular das plantas.

Para a cultura do feijão, quando feito de forma inadequada, principalmente à base de grade aradora, interfere negativamente nas propriedades do solo, facilita a erosão e o desenvolvimento de invasoras, dificulta a infiltração e o armazenamento de água, tornando as plantas mais sensíveis às estiagens (Kluthcouski et al., 1988).

Segundo estes autores, o método de preparo do solo mais adequado à cultura do feijão é o método convencional, no entanto, resta definir com clareza, qual dos métodos convencionais (grade aradora, grade aradora + grade niveladora, aração invertida, no qual a gradagem é realizada anteriormente à aração) seria o mais adequado. Esta afirmação é semelhante às feitas por Zaffaroni et al. (1991), Silveira et al. (1999), Arf et al. (2002) e Kluthcouski & Aidar (2002), que obtiveram os mais diversos resultados, porém sempre com o método convencional (aração + gradagem, grade aradora, arado de aivecas e arado de aivecas, respectivamente) se mostrando superior aos demais preparos do solo.

Existem vantagens e desvantagens do plantio direto em relação ao preparo convencional do solo como um todo. Como vantagens existe a possibilidade de se controlar a erosão e plantas

invasoras, conservar a umidade do solo, melhorar sua estrutura e as condições gerais de fitossanidade das culturas (Muzilli, 1981; Dick, 1983), bem como economizar em adubação e maquinário (Dick, 1983). Já as desvantagens do plantio direto estão ligadas à necessidade de adaptação ou compra de máquinas apropriadas ao plantio direto, além de possível compactação do solo, altos gastos com herbicidas e maior incidência de pragas e doenças quando manejado incorretamente (Lazarini & Mello, 1998).

Com a compactação do solo, os atributos físicos do solo são fortemente influenciados, notadamente a densidade do solo, embora não exista consenso na literatura quanto ao nível crítico da densidade do solo (valor acima do qual o solo é considerado compactado). Camargo & Alleoni (1997) consideram crítico o valor de  $1,6 \text{ kg dm}^{-3}$  em solos franco-argilosos a argilosos. Já De Maria et al. (1999) constataram que acima de  $1,2 \text{ kg dm}^{-3}$ , em Latossolo Roxo, ocorre restrição ao desenvolvimento de raízes quando o solo estiver na capacidade de campo, o que caracteriza um estado de compactação do solo.

Trabalhando com os sistemas de preparo mínimo, convencional e plantio direto, Tormena et al. (2002) verificaram aumento da densidade do solo e redução da macroporosidade na camada de 0,00 – 0,10 m no plantio direto e no preparo mínimo. Os autores ainda citam que, independente da umidade do solo, a resistência à penetração não diferiu em nenhum dos preparos adotados, e que o preparo mínimo e o convencional, em condições de igualdade, propiciaram condições menos restritivas ao crescimento das plantas quando comparadas as proporcionadas pelo plantio direto, e que os menores valores para porosidade total do solo foram obtidos na camada de 0,00 – 0,10 m no sistema de plantio direto.

Prado et al. (2002), trabalhando com os sistemas de preparo do solo realizado com grade aradora e enxada rotativa, constataram que os sistemas de preparo do solo afetaram a resistência do solo à penetração bem como a densidade do solo, onde a utilização de grade proporcionou os

maiores valores. Segundo os autores a resistência à penetração aumentou quando submetido a longos períodos de pousio, independente do sistema de preparo do solo praticado anteriormente.

Seguindo a mesma linha de trabalho, Silva et al. (2000) verificaram que na camada superficial (0,00 – 0,05m), a menor resistência à penetração foi obtida no sistema de plantio direto; isto pode estar relacionado com seu teor elevado de matéria orgânica e com o material vegetal em decomposição na superfície do solo. Os mesmos autores observaram valores críticos de resistência à penetração no cultivo convencional e plantio direto na camada de 0,05 – 0,20 m. Da mesma forma, Souza & Alves (2003) concluíram que o sistema de cultivo mínimo (escarificador + grade niveladora) apresentou os melhores resultados, tais como maiores valores de condutividade hidráulica, infiltração do solo e menor resistência à penetração, diferindo significativamente dos métodos convencionais (grade aradora + grade niveladora) e plantio direto.

Trabalhando com cinco tipos de preparos do solo (grade aradora; plantio direto + cobertura morta; arado escarificador; plantio direto e arado de aivecas), Stone & Moreira (2000) concluíram que os preparos do solo aplicados não influenciaram a população final de plantas e a massa de 100 grãos. No entanto, o preparo do solo utilizando plantio direto + cobertura morta proporcionou maior número de vagens por planta em relação aos demais preparos, em função da maior disponibilidade de água proporcionada por este sistema.

Através dos resultados obtidos na avaliação de seis sistemas de preparo do solo, Silva et al. (2001) verificaram que as maiores produtividades do feijoeiro foram obtidas quando da adoção do sistema de plantio direto, onde em função da maior preservação de umidade sob a palhada, o crescimento radicular teria sido estimulado. A utilização da grade intermediária proporcionou as menores produtividades e o plantio direto proporcionou maiores valores de densidade na camada superficial do solo.

Face aos inúmeros trabalhos realizados, com o propósito de se estudar o comportamento do feijoeiro quanto ao tipo de preparo do solo, Castro et al. (1986) concluíram que o preparo do solo com escarificador mostrou produtividade superior ao dos sistemas convencionais em solos podzólicos, concordando com os resultados apresentados por Silva et al. (2002b), onde o preparo realizado com escarificador + grade niveladora proporcionou melhores produtividades que o realizado com grade aradora + grade niveladora e plantio direto. No entanto, estes resultados diferem dos apresentados por Kluthcouski & Aidar (2002), que obtiveram melhores produtividades quando o preparo do solo foi realizado com arado de aivecas, em função de um melhor estabelecimento inicial de plantas.

Estudos desenvolvidos por Silva et al. (1999) mostraram que o feijoeiro demandou mais nitrogênio no sistema de plantio direto em relação ao preparo do solo com arado de aiveca + grade aradora, arado de aiveca, e grade aradora. Os sistemas que envolveram menor movimentação de solo beneficiaram a cultura e possibilitaram maior produtividade de grãos. Em outro estudo relatado por Aidar et al. (2002) citam que o preparo do solo realizado com grade aradora + grade niveladora apresentou menores produtividades, e estes podem ser creditados à mobilização do nitrogênio.

Trabalhando com feijoeiro de inverno, Silva et al. (2002a) constataram que o plantio direto e o preparo com grade aradora não afetaram o estande final, número de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade de grãos. A explicação para isto foi de que os efeitos dos preparos do solo poderiam ser melhor detectados em situações adversas à cultura, tais como solos de baixa fertilidade ou déficit hídrico. No entanto, embora estes componentes não sofressem influência do tipo de preparo do solo, ambos obtiveram produtividades superiores a  $2200 \text{ kg ha}^{-1}$ .

Após dois anos de experimentação, Silva et al. (2002b) concluíram que no feijoeiro de inverno as maiores produtividades foram obtidas quando se têm o preparo do solo feito com

escarificador + grade niveladora, quando comparado aos preparos realizados com grade aradora + grade niveladora e plantio direto, devido ao revolvimento do solo mais profundamente, o que possibilitou melhor aproveitamento do solo pelo sistema radicular do feijoeiro.

Trabalhando com quatro sistemas de preparo do solo (grade aradora, escarificador, arado de aivecas e plantio direto), Kluthcouski & Aidar (2002) concluíram que a utilização do arado de aivecas proporcionou melhor produtividade de grãos do feijoeiro que os outros sistemas utilizados, diferindo dos demais (plantio direto, escarificação e grade aradora), concordando com Arf et al. (2002), que obtiveram resultados semelhantes em condições iguais.

Estudando três sistemas de preparo do solo (grade de discos; arado de aiveca e plantio direto) na cultura do feijoeiro cultivado em sucessão ao milho e ao arroz, Santos et al. (1997) verificaram que os preparos do solo adotados não interferiram no número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos do feijoeiro. O número de vagens por planta foi favorecido pelo preparo com grade de discos. Segundo os autores, a sucessão milho – feijão foi melhor no que diz respeito à produtividade do feijoeiro.

Em Goiás, Silveira et al. (1999) constataram que o plantio direto em relação ao preparo do solo feito com arado e também ao feito com grade foi mais eficiente, em relação à produtividade do feijoeiro, devido à continuidade do sistema de plantio direto e à compactação proporcionada pelo arado e pela grade concordando com os resultados obtidos por Carvalho et al. (1999) que concluíram que o plantio direto foi superior à semeadura convencional, e ainda que semeando o feijão sobre restos de cultura de soja, o agricultor terá resultados mais satisfatórios que se semear sobre restos de algodão e milho.

Trabalhando com várias culturas (arroz, feijão, milho, soja, trigo e calopogônio) dentro de sistemas de rotação sobre diferentes sistemas de preparo do solo (arado de aivecas; arado de aivecas contínuo; grade aradora contínua e plantio direto), Silveira et al (2001) verificaram que o

feijoeiro produziu mais quando se utilizou no preparo do solo a combinação de arado de aiveca no cultivo de verão e grade aradora no inverno. As maiores produtividades foram obtidas na rotação arroz – feijão e as menores na rotação milho - feijão. Os autores também citam que quando utilizado de forma contínua, o plantio direto reduziu a produtividade do feijoeiro.

As condições físicas, químicas e biológicas dos solos não estão somente relacionadas com o tipo de preparo a ser empregado. Muitos são os fatores que influenciam estas condições, tais como tipo de solo, condições edafoclimáticas e cultivo adotado anteriormente e, com isso, a resposta do feijoeiro aos diferentes preparos pode ser diferenciada, o que pode ser observado com frequência na literatura abordada.

## **2.2. Culturas de verão**

O cultivo de plantas adaptadas às diferentes regiões agroecológicas, promovendo melhorias aos solos agrícolas constitui-se numa prática muito antiga, que com o advento da adubação química perdeu interesse, mas que nos últimos anos tem despertado novamente interesse por parte dos produtores e pesquisadores. (Tedesco, 1983).

A definição de espécies com elevada produção de fitomassa para cobertura do solo é um dos fatores de sucesso do sistema de plantio direto. No entanto, a produção de palhada para plantio direto no cerrado brasileiro está sujeita às condições de umidade e temperatura elevadas em boa parte do ano, que causam a rápida decomposição da fitomassa depositada sobre o solo (Calegari et al., 1993).

A manutenção desta palhada na superfície do solo em sistemas de produção agrícola com semeadura direta, além de proteger o solo da radiação solar, dissipa a energia de impacto das gotas de chuva, reduz a evaporação de água e ajuda no controle de plantas daninhas (Gassen & Gassen, 1996), consistindo ainda em reserva de nutrientes considerável, cuja disponibilização

pode ser rápida e intensa, dependendo principalmente da espécie utilizada e das condições climáticas da região. Da mesma forma, estes restos podem ser provenientes de culturas de verão e inverno comerciais, como soja, milho, feijão, trigo ou arroz, de cultivos direcionados para manutenção do aporte necessário para a sustentabilidade do sistema de plantio direto, como o milheto cultivado na primavera, ou até mesmo os adubos verdes, que podem ser cultivados em qualquer época do ano. Por esta razão, resíduos com maior relação C/N, como os de culturas comerciais, ou de plantas de cobertura, devem ser mais utilizados em plantio direto, pois quanto maior essa relação, mais lenta a decomposição dos resíduos (Calegari et al., 1993).

Na adubação verde, a utilização de diferentes plantas de cobertura tem sido mais realizada com leguminosas, por apresentarem em geral sistema radicular profundo e ramificado, com capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico, embora possuam baixa relação C/N. Estas características possibilitam às leguminosas a extração de elementos menos solúveis e a mobilização de nutrientes das camadas mais profundas do solo, tornando-os disponíveis às culturas subseqüentes, após sua decomposição (Miyasaka, 1983; Inforzato, 1947; Franco & Souto, 1984). Além disso, a manutenção de resíduos vegetais de leguminosas não incorporadas contribui para a economia de água por meio da evaporação diretamente da superfície do solo (Wutke et al., 2002).

Espécies utilizadas como adubo verde, principalmente leguminosas, apesar de possuírem menor relação C/N, também podem ser incluídas no plano de rotação de culturas em sistema de plantio direto, pois apresentam vantagens em curto prazo, como a liberação de nutrientes durante a decomposição (Darolt, 1998). Observações semelhantes foram feitas por Alcântra et al. (2000), onde relataram que a incorporação da biomassa acelerou sua decomposição e favoreceu os efeitos benéficos dos adubos verdes. Segundo os mesmos autores, as leguminosas usadas como tal

apresentaram maior capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes em comparação com a pastagem com braquiária graças as maiores concentrações de nutrientes na sua biomassa.

A incorporação dos chamados adubos verdes promove, ao longo dos anos, aumento no conteúdo de matéria orgânica do solo, cuja magnitude varia com a quantidade e com a qualidade dos mesmos, condições edafoclimáticas e práticas culturais utilizadas (Ventura & Watanabe, 1993).

A adubação verde pode provocar incrementos na produção de culturas subseqüentes em até 65% em relação a cultivos contínuos (Miyasaka et al., 1965; Ferraz et al., 1977; Tanaka et al., 1992; Rodrigues Filho et al., 1996). Sob condições de casa de vegetação, a incorporação de mucuna preta ao solo proporcionou nodulação mais eficiente e maior acúmulo de nitrogênio e matéria seca no feijoeiro (Abboud & Duque, 1986).

Segundo Wutke et al. (1998), existe uma tendência de obtenção de resultados benéficos da adubação verde, especialmente da mucuna-preta, sobre a produtividade do feijoeiro e também do milho como sua cultura antecessora. Da mesma forma Arf et al. (1999) constataram os benefícios da mucuna-preta sobre a cultura em questão, pois o tratamento com incorporação de mucuna-preta produziu praticamente o dobro de grãos de feijão em relação ao tratamento com incorporação de palhada de milho.

Trabalhando com quatro coberturas vegetais (crotalária, mucuna preta, guandu e feijão bravo do Ceará), Amabile et al. (1996) observaram que as maiores produções de fitomassa seca foram apresentadas pela crotalária e pelo guandu. Já Pacheco & Marinho (2002) revelaram que o milho sendo utilizado como cobertura morta em plantio direto pode, através da adição de material orgânica, contribuir para a melhoria da saturação de bases e reciclagem de nutrientes, além de aumentar os teores de fósforo e reduzir a acidez do solo.



Aidar et al. (2002) concluíram que o arroz produz grande massa de resíduos e esta, quando incorporada ao solo, constitui-se em um entrave para a cultura subsequente, pois causa fermentação, provocando competição por nitrogênio entre os microorganismos do solo e as plantas. Os autores também destacam que se queimá-la, nutrientes e matéria orgânica serão perdidos. A solução seria efetuar a semeadura direta do feijão (cultura subsequente) sobre os resíduos de arroz, sem incorporá-la.

Lollato et al. (2002a) verificaram que as coberturas vegetais, de modo geral, exercem efeitos sobre o desenvolvimento do feijoeiro, no que diz respeito à altura de plantas (capim marmelada e milheto), número de vagens por planta (soja verde e capim marmelada) e produtividade de grãos (soja verde e capim marmelada seco). Em outro estudo Lollato et al. (2002b) observaram que a produção de grãos no feijoeiro de inverno em plantio direto pode ser incrementada com a utilização de cobertura de palha seca dos capins marmelada e braquiária no plantio direto de feijão.

Experimentos realizados por Silva et al. (2002c) mostraram que a crotalária e a mucuna preta proporcionam melhor cobertura do solo, quando comparadas a arroz, milheto, milho, soja e milho + mucuna. As diferentes coberturas vegetais não influenciaram a produtividade do feijoeiro cultivado no período de inverno. Por outro lado, experimentos conduzidos por Oliveira et al. (2002a), constataram que a produção de grãos do feijoeiro irrigado em plantio direto foi maior quando da utilização de milho + capim braquiária como cobertura vegetal, o que pode ser explicada pela alta produção de resíduos vegetais, além do controle que o capim braquiária exerce sobre várias doenças do feijão (Kluthcouski et al., 1999). Os autores também verificaram que a soja, braquiária, sorgo e arroz são ótimas coberturas mortas, proporcionando altas produtividades ao feijoeiro (maiores que  $3000 \text{ kg ha}^{-1}$ , com exceção do arroz).

Trabalhando com adubação nitrogenada e culturas de verão no feijoeiro, Oliveira et al. (2002b) não obtiveram diferenças significativas entre as doses de nitrogênio aplicadas em cobertura (45, 90, 135 e 180 kg ha<sup>-1</sup>), mas entre as culturas de verão (arroz, soja, sorgo, braquiária e milho + braquiária) foi observado que o feijoeiro conseguiu atingir altas produtividades em todas as culturas de verão utilizadas (maiores que 3000 kg ha<sup>-1</sup>), com exceção do arroz (2486 kg ha<sup>-1</sup>), o que segundo os autores pode ser explicado devido ao baixo volume de massa produzida, baixa qualidade dos resíduos do arroz e ao baixo controle da umidade do solo. As maiores massas de resíduos secos foram obtidas quando da utilização de milho, sorgo, braquiária, arroz e soja respectivamente.

Trabalhando com milheto, sorgo, milho, mucuna preta e feijão de porco, bem como o consórcio entre as gramíneas e leguminosas citadas, Oliveira et al (2002c) verificaram que a produtividade de grãos do feijoeiro em plantio direto foi influenciado pelas diferentes palhadas das plantas de cobertura, sendo mais afetado pelas espécies produtoras, que pela sua forma de cultivo. Os autores ainda observaram que as plantas de cobertura não afetaram o estande final de plantas, número de vagens por planta e grãos por vagem. No entanto, diferiram quanto a massa de 100 grãos, que apresentou maiores valores, quando cultivado após milheto e feijão de porco.

Os benefícios proporcionados pela utilização dos adubos verdes nem sempre trazem melhorias visíveis ou lucro imediato ao produtor. No entanto, a sua utilização quando de forma racional e, se possível inserida dentro de um sistema de rotação ou sucessão de culturas, pode trazer inúmeros benefícios às culturas subseqüentes como também ao próprio solo, por meio de melhorias nas suas condições físicas, químicas e biológicas.

Como prática cultural, a sucessão de culturas deve ser continuamente estudada, visando detectar os efeitos proporcionados pelas culturas, bem como os efeitos proporcionados

posteriormente pelo manejo de sua palhada sobre as características físicas, químicas e biológicas do solo.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Localização do trabalho de pesquisa e características do local**

O trabalho foi instalado em área experimental pertencente à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP, localizada no município de Selvíria (MS), apresentando como coordenadas geográficas 51° 22' de longitude Oeste de Greenwich e 20° 22' de latitude Sul, com altitude de 335 metros, durante o ano agrícola de 2003/2004.

O solo do local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico argiloso, A moderado, hipodistrófico, álico, caulínítico, férrico, compactado, muito profundo, moderadamente ácido (EMBRAPA, 1999). A precipitação média anual é de 1370 mm, a temperatura média anual é de 23°C e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80 % (média anual).

A sucessão de culturas arroz – feijão foi adotada nos últimos cinco anos, com exceção do ano de 2003 em que a seqüência foi braquiária – trigo.

#### **3.2. Delineamento experimental e tratamentos utilizados**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, dispostos em esquema de faixas, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de culturas de verão (arroz, milho, milho + capim braquiária, milho + mucuna preta, soja e *Crotalaria juncea*) e sistemas de preparos do solo (grade aradora + grade niveladora, escarificador + grade niveladora e plantio direto). As dimensões das parcelas foram de 4 x 7m,

desprezando-se 0,50 m em ambas as extremidades de cada linha e para as avaliações as linhas mais externas foram desconsideradas.

### 3.3. Instalação e condução do experimento

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da área experimental e realizadas análises químicas, segundo metodologia proposta por Raij & Quaggio (1983), cujos resultados estão contidos na Tabela 1.

**Tabela 1** – Características químicas do solo avaliadas de 0 – 0,20 m de profundidade.

<b>P resina</b>	<b>M.O.</b>	<b>pH</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>H + Al</b>	<b>Al</b>	<b>S.B.</b>	<b>V</b>
mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>						%
15	33	5,3	1,8	29	17	36	1	48	57

**Fonte:** Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da FEIS-UNESP

#### 3.3.1. Culturas de verão

Antes da instalação das culturas de verão, que serviram posteriormente como fornecedoras de resíduo vegetal, o preparo do solo foi realizado com escarificador + grade niveladora, grade aradora + grade niveladora e plantio direto, os quais já vinham sendo conduzidos neste manejo há 7 anos.

Apesar de cada cultura de verão ter exigência específica em nutrientes, no que se refere ao fósforo e potássio foi utilizada uma adubação média que, em função das características químicas do solo, atendeu as exigências mínimas de cada cultura de verão. Após a implantação das mesmas foram realizados todos os tratos culturais específicos para cada cultura, até o final de seu ciclo. Com base nos resultados das análises de solo e na produtividade esperada, foram aplicados

na semeadura das culturas de verão, 200 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 08 – 28 – 16, sendo o adubo aplicado mecanicamente em linhas espaçadas de 0,50 m.

As irrigações foram realizadas por um sistema fixo de irrigação convencional por aspersão, sendo a vazão dos aspersores de 3,3 mm hora<sup>-1</sup>.

As culturas de verão instaladas antes do feijoeiro foram:

- **Milho (*Zea mays* L.)**

A cultura foi implantada no dia 12.11.2003, utilizando-se espaçamento de 0,80 m entrelinhas e sementes necessárias para se obter 5 – 6 plantas emergidas por metro, utilizando-se o híbrido Semeali XB7012. No controle de plantas invasoras foram realizadas capinas manuais e aplicação de herbicidas, com a utilização de bentazon + atrazina (600 + 1500 g do i.a. ha<sup>-1</sup>), em jato dirigido.

- **Milho + mucuna preta (*Mucuna aterrima* Piper & Tracy)**

A implantação do milho foi semelhante ao cultivo solteiro (12.11.2003). Já a mucuna-preta foi semeada nas entrelinhas do milho 60 dias após a emergência da cultura do milho (12.01.2004), utilizando 6 – 7 sementes por metro, utilizando-se de matracas. No controle de plantas invasoras foram realizadas capinas manuais e aplicação de herbicidas, com a utilização de bentazon + atrazina (600 + 1500 g do i.a. ha<sup>-1</sup>), em jato dirigido.

- **Milho + capim braquiária (*Brachiaria decumbens*)**

A implantação do milho foi semelhante ao cultivo solteiro (12.11.2003). O capim braquiária foi implantado no dia 27.12.2003 (45 dias após a emergência do milho). A densidade foi de 10 kg ha<sup>-1</sup> para o valor cultural de 25% com o objetivo de semear 2,5 kg de sementes puras viáveis (Kluthcouski et al., 2000). As sementes foram depositadas em duas linhas nas entrelinhas do milho, com auxílio de matracas. No controle de plantas invasoras foram realizadas capinas

manuais e aplicação de herbicidas, com a utilização de bentazon + atrazina (600 + 1500 g do i.a. ha<sup>-1</sup>), em jato dirigido.

- **Soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**

A cultura foi implantada no dia 12.11.2003, utilizando-se espaçamento de 0,40 m entrelinhas e sementes necessárias para se obter 16 – 20 plantas emergidas por metro, utilizando-se o cultivar IAC 24. No controle de plantas invasoras foram realizadas capinas manuais e aplicação de herbicida, com a utilização de bentazon (600 g do ia ha<sup>-1</sup>) em área total.

- **Arroz (*Oryza sativa* L.)**

A cultura foi implantada no dia 12.11.2003, utilizando-se espaçamento de 0,40 m entrelinhas e com sementes necessárias para se obter 120 plantas por metro quadrado, utilizando-se o cultivar IAC 202. No controle de plantas invasoras foram realizadas capinas manuais e aplicação de herbicida, com a utilização de bentazon (600 g do ia ha<sup>-1</sup>) em área total.

- **Crotalária juncea (*Crotalaria juncea* L.)**

A cultura foi implantada no mês de novembro de 2003, com espaçamento de 0,40 m entrelinhas e com sementes necessárias para se obter 25 – 30 plantas emergidas por metro linear, utilizando-se o cultivar IAC 1. Não foi necessário realizar controle de plantas invasoras nas parcelas em que esta cultura foi cultivada.

- **Tratos culturais**

Foi realizado tratamento de sementes para as culturas do milho, arroz e soja, com inseticidas recomendados às culturas. A emergência das culturas ocorreu em média 7 dias após a semeadura, atingindo a densidade recomendada para cada cultura.

No dia 19.12.2003, foi realizada adubação de cobertura em todas as culturas de verão, sendo de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N para as culturas da soja e do arroz, e de 70 kg ha<sup>-1</sup> de N para a cultura

do milho e os consórcios milho + mucuna preta e milho + capim braquiária, utilizando-se uréia (45% de N). A adubação nitrogenada na cultura da soja foi realizada em função da mesma ter apresentado sintoma típico de deficiência deste nutriente.

A colheita das culturas de verão foi realizada manualmente, no dia 12.04.2004. No caso da cultura do milho e dos consórcios milho + capim braquiária e milho + mucuna preta, as espigas foram retiradas das plantas de milho, sendo trilhadas em trilhadora estacionária, com os restos vegetais (sabugo + palha) sendo devolvidos às suas respectivas parcelas de forma homogênea. Para a cultura da soja, as plantas foram arrancadas e trilhadas também em trilhadora estacionária, com seus restos (restos de plantas, cascas das vagens e raízes) sendo devolvidos de forma semelhante aos da cultura do milho e consórcios. Já para a cultura do arroz, as plantas tiveram suas panículas cortadas de forma que o restante da planta permanecesse na área. Estas panículas foram trilhadas e devido ao volume irrisório de resíduos produzidos (apenas a casca do arroz) não houve necessidade de redistribuição destes resíduos na área. Na cultura da *Crotalaria juncea* não houve colheita, visto que a mesma estava em fase de enchimento de grãos, sendo apenas manejada com desintegrador mecânico tipo Triton.

No dia 13.04.2004, houve o rebaixamento das culturas de verão com desintegrador mecânico, visando a distribuição dos restos vegetais remanescentes na área de maneira uniforme. Todas as culturas de verão completaram seu ciclo dentro do esperado, com exceção da *Crotalaria juncea* e da mucuna preta, que por possuir um ciclo mais longo que as demais foi manejada ainda durante a fase de enchimento de grãos.

### **3.3.2. Cultura do feijão**

Antes da implantação da cultura do feijão, a área recebeu aplicação de herbicida (glyphosate – 1560 g do i.a. ha<sup>-1</sup>), objetivando a dessecação de todas as plantas existentes,



obtendo assim os resíduos vegetais para a implantação das parcelas em que o feijoeiro foi conduzido sob plantio direto. Nas parcelas onde o preparo do solo foi realizado com grade aradora + grade niveladora ou escarificador + grade niveladora, estes resíduos acabaram sendo incorporados.

A adubação básica nos sulcos de semeadura foi realizada levando-se em consideração os resultados da caracterização química do solo (camada de 0 – 0,20 m) e as recomendações de Ambrosano et al. (1996), sendo efetuada simultaneamente com a semeadura, utilizando-se 250 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 08 – 28 – 16.

A semeadura do feijoeiro foi realizada mecanicamente, no dia 03.05.2004, utilizando-se o cultivar Pérola, com plantas do tipo III, de crescimento semiprostrado, que possui resistência à ferrugem e ao mosaico comum, sendo proveniente de seleção no cultivar Aporé. Foi utilizado espaçamento de 0,50 m entrelinhas e sementes necessárias para se obter 12 – 13 plantas por metro. As sementes foram tratadas com carboxim + thiram (200 + 200 g do i.a. / 100 kg de sementes). Logo após a semeadura procedeu-se a aplicação do herbicida dicloreto de paraquat (300 g do i.a. ha<sup>-1</sup>), visando o controle de invasoras remanescentes. A emergência do feijoeiro se deu uniformemente 7 dias após a semeadura (10.05.2004).

A adubação de cobertura foi realizada 22 dias após a emergência da cultura do feijão (01.06.2004), utilizando-se 40 kg ha<sup>-1</sup> de N e tendo como fonte o sulfato de amônio (20 % de N).

O controle de plantas invasoras foi realizado utilizando-se herbicida seletivo recomendado para a cultura do feijão, aplicado em pós-emergência (fluazifop-p-butil + fomesafen na dose de 200 + 250 g do i.a. ha<sup>-1</sup>), com o objetivo de eliminar plantas invasoras monocotiledôneas (folha estreita) e dicotiledôneas (folha larga) nas linhas e entrelinhas do feijoeiro.

Foram utilizados inseticidas (methamidophos – 300 g do i.a. ha<sup>-1</sup>; monocrotofós – 180 g do i.a. ha<sup>-1</sup>; deltametrina + triazofós – 10 + 200 g do i.a. ha<sup>-1</sup>) e fungicida (mancozeb – 1600 g do

i.a.  $\text{ha}^{-1}$ ), devido ao ataque de mosca branca (*Bemisia tabaci*) e também de lagarta – das – vagens (*Thecla jebus*) ocorrido na área, e também pela ocorrência de mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), que incidiu na fase de enchimento dos grãos (fase final do ciclo do feijoeiro) de forma rápida e agressiva. Como medida urgente de controle, para evitar a rápida disseminação, a irrigação foi suspensa.

As irrigações foram realizadas por um sistema fixo de irrigação convencional por aspersão. A vazão dos aspersores é de  $3,3 \text{ mm hora}^{-1}$  e as precipitações das chuvas foram determinadas, por meio de um pluviômetro Ville de Paris, instalado na área experimental.

A evaporação de água (ECA) foi obtida diariamente do tanque Classe A instalado no Posto Meteorológico da Fazenda de Ensino e Pesquisa distante aproximadamente 500 m da área experimental. O coeficiente do tanque classe A ( $K_p$ ) utilizado foi o proposto por Doorenbos & Pruitt (1976), o qual é função da área circundante, velocidade do vento e umidade relativa do ar.

No manejo de água durante o desenvolvimento da cultura foram utilizados valores de  $K_c$  semelhantes aos recomendados por Doorenbos & Kassan (1988), ou seja, para as fases de  $V_0 - V_1$  ( $K_c = 0,30$ ), de  $V_3 - V_4$  ( $K_c = 0,70$ ), de  $R_5 - R_7$  ( $K_c = 1,05$ ),  $R_8$  (0,75) e  $R_9$  (0,25).

Os demais tratamentos culturais e fitossanitários foram os normalmente recomendados à cultura do feijão de inverno para a região.

### **3.4. Obtenção dos dados e avaliações**

#### **3.4.1. Culturas de verão**

Durante a condução do experimento foram realizadas as seguintes avaliações:

- **Produção de massa vegetal das culturas de verão**

Por ocasião do rebaixamento das culturas de verão com desintegrador mecânico do tipo Triton (13.04.2004), foram coletadas duas amostras de  $0,5 \text{ m}^2$  em cada tratamento, sendo estas

amostras acondicionadas em saco de papel e levadas ao laboratório para secagem em estufa de ventilação forçada a temperatura média de 60 – 70 °C, até atingir massa em equilíbrio.

#### • **Porcentagem de recobrimento do solo pelas culturas de verão**

O período de avaliação foi de 35 dias, a partir do rebaixamento das culturas de verão. A porcentagem de recobrimento do solo pelas culturas de verão foi determinada utilizando metodologia proposta por Lafen et al. (1981), que consiste na colocação de uma barra de 3m, com marcações a cada 0,05 m, na superfície do solo. Ela foi posicionada transversalmente na parcela e depois se contou o número de vezes que a palhada coincidiu com o ponto marcado na régua. Por meio da relação do número de pontos coincidentes pela palhada e número total de pontos marcados na régua, multiplicado por 100, obteve-se a porcentagem de recobrimento do solo pelas culturas de verão.

#### • **Atributos físicos do solo**

Após a colheita das culturas de verão, foram determinados para as camadas de 0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m, os seguintes atributos físicos:

##### **Densidade do solo**

Foi obtida utilizando-se anel volumétrico (EMBRAPA, 1997), nos dias 12 e 13.04.2004;

##### **Macroporosidade, microporosidade e porosidade total**

Foram determinadas pelo método da mesa de tensão, com o emprego de amostras com estrutura não deformada (EMBRAPA, 1997), nos dias 12 e 13.04.2004.

##### **Resistência do solo à penetração e umidade**

Foi avaliada a resistência à penetração utilizando-se o penetrógrafo Penetrographer<sup>pat</sup> SC – 60, no dia 16.04.2004, sendo a umidade a base de massa avaliada no mesmo dia da resistência à penetração, sendo que o método empregado foi o da umidade gravimétrica (EMBRAPA, 1997).

### 3.3.2. Cultura do feijão

Durante a condução da cultura do feijão foram realizadas as seguintes avaliações:

- **Florescimento pleno e ciclo**

Foi determinado o número de dias transcorridos entre a emergência e o florescimento pleno, ou seja, quando 50 % das plantas apresentavam a primeira flor aberta, com o objetivo de determinar o momento de avaliar a produção de matéria seca de plantas e teor de macronutrientes nas folhas.

- **Produção de matéria seca do feijoeiro**

Por ocasião do florescimento pleno das plantas, foram coletadas em local pré-determinado na área útil de cada parcela, 10 plantas que foram acondicionadas em saco de papel e levadas ao laboratório para secagem em estufa de ventilação forçada a temperatura média de 60 – 70 °C, até atingir massa em equilíbrio.

- **Teor de macronutrientes nas folhas**

O teor de macronutrientes nas folhas (N, P, K, Ca, Mg e S) foi determinado por meio da coleta de folhas no florescimento pleno da cultura, seguindo metodologia de Malavolta et al. (1989).

- **População de plantas**

Respectivamente na fase inicial de desenvolvimento e por ocasião da colheita, foram avaliadas as populações inicial e final de plantas de feijão por meio da contagem das plantas em duas linhas de 5m na área útil das parcelas.

- **Componentes produtivos**

Por ocasião da colheita, foram coletadas 10 plantas em local pré-determinado, na área útil de cada parcela e levadas para o laboratório para determinação de: **a) Número de vagens por**

**planta:** obtido através da relação número total de vagens / número total de plantas; **b) Número de grãos por planta:** obtido através da relação número total de grãos / número total de plantas; **c) Número de grãos por vagem:** obtido através da relação número total de grãos / número total de vagens; **d) Massa de 100 grãos:** obtida através da coleta ao acaso e pesagem de 2 amostras de 100 grãos por parcela.

- **Produtividade de grãos**

Foi determinado por meio da coleta de duas linhas de cinco metros, dentro da área útil de cada parcela. Estas foram arrancadas e deixadas para secagem a pleno sol e depois foram submetidas a trilhagem mecânica, sendo os grãos pesados e os dados transformados em  $\text{kg ha}^{-1}$  (13 % base úmida).

- **Custo de produção dos tratamentos**

A metodologia para o cálculo do custo foi baseada no custo operacional total (COT), desenvolvida pelo Instituto de Economia Rural (IEA) (considerações adicionais podem ser vistas em Matsunaga, 1976).

Para estimar a lucratividade dos tratamentos, foi estimada a receita bruta como o produto da produção pelo preço de venda; o lucro operacional pela diferença entre a renda bruta e o custo operacional total e o índice de lucratividade igual à proporção da receita bruta que se constitui em recursos disponíveis (Martin, 1997).

### **3.5. Análise estatística**

Os dados obtidos foram submetidos à análise comparativa de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Culturas de verão

Não houve interação significativa entre os preparos do solo adotados e as culturas de verão, para as características porcentagem de recobrimento do solo e produção de matéria seca.

As médias obtidas para produção de matéria seca pelas culturas de verão estão apresentadas na Tabela 2, onde pode ser constatado que os preparos do solo utilizados não influenciaram as médias obtidas para produção de matéria seca pelas culturas de verão.

As maiores produções de matéria seca foram obtidas nos tratamentos com *Crotalaria juncea* e consórcio milho + mucuna preta respectivamente, atingindo as médias de 8116 e 7079 kg ha<sup>-1</sup>. Ressalta-se ainda que o consórcio citado, além de proporcionar ao produtor a colheita do milho, pode beneficiá-lo com as melhorias causadas pelo cultivo da mucuna-preta. Resultados semelhantes foram obtidos por Amabile et al. (2000), que estudando o comportamento de alguns adubos verdes, quanto à época de semeadura e espaçamentos, verificaram que a *Crotalaria juncea* proporcionou as maiores produtividades de fitomassa seca e verde, quando comparados aos obtidos para guandu, mucuna preta e *Crotalaria ochroleuca*. Os tratamentos com soja e arroz foram os que apresentaram menores médias para esta avaliação, com médias aproximadas de 4000 e 1500 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Vale ressaltar que dos consórcios estudados, o que trouxe incremento na produção de matéria seca foi o consórcio milho + mucuna preta que proporcionou incremento superior a 2300 kg ha<sup>-1</sup> de matéria seca, quando comparado ao monocultivo do milho. Com relação à porcentagem de recobrimento do solo, notou-se que praticamente durante todo o

período de avaliação este consórcio apresentou superioridade em relação ao monocultivo do milho, fato este visível após 21 DAR (dias após a roçagem), e explicado pela maior produção de matéria seca pelo consórcio milho + mucuna preta, em função da presença da mucuna preta.

O desempenho do consórcio milho + capim braquiária foi inferior ao esperado, devido ao retardamento apresentado pela forrageira no seu desenvolvimento, sendo os valores obtidos para produção de matéria seca iguais aos obtidos no monocultivo do milho. O que causou este retardamento foi a presença do milho, que influenciou negativamente o desenvolvimento inicial do capim braquiária, influenciando principalmente na quantidade de luz recebida pela forrageira. Resultados semelhantes foram apresentados por Portes et al. (2000), que verificaram que a presença de cereais afeta severamente o crescimento do capim braquiária. No entanto, citam que após a colheita destes, a recuperação da forrageira ocorre de forma rápida, o que não ocorreu neste experimento.

As culturas de verão apresentaram excelente desenvolvimento conforme mostram as Figuras de 7 a 27 (Anexos) em todos os sistemas de preparo do solo. Outro aspecto foi o desenvolvimento mais vigoroso de todas as culturas no plantio direto (Figuras 7, 8, 9 e 10).

Notou-se que nos sistemas convencionais (grade aradora e escarificador) a presença de plantas invasoras foi superior em relação ao plantio direto, porém estas foram controladas adequadamente impedindo influência negativa no desenvolvimento das culturas de verão.

A cultura do milho inicialmente (14 DAS) se desenvolveu melhor nas parcelas conduzidas sob plantio direto, porém depois (37 DAS) notou-se que as plantas de milho na sua maioria apresentavam maior porte nas parcelas de cultivo convencional (grade aradora) e mínimo (escarificador) que no plantio direto.

A cultura da soja apresentou-se melhor nas parcelas em plantio direto que nos outros dois sistemas de preparo. A mesma também apresentou amarelecimento evidente, causado devido à

não inoculação das sementes na semeadura, e que foi sanado pela adubação de cobertura realizada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de N).

As culturas do arroz e da *Crotalaria juncea* se apresentaram com melhor estabelecimento nas parcelas em plantio direto, inclusive com estande mais favorável para o arroz. Posteriormente (37 DAS), estas culturas não apresentavam diferenças visíveis entre os sistemas de preparo do solo adotados. No dia 13.04.2004, houve o rebaixamento das culturas de verão com desintegrador mecânico do tipo Triton, visando a distribuição dos restos vegetais na área de maneira uniforme.

As culturas do arroz e da soja apresentaram, respectivamente, as piores porcentagens de recobrimento do solo diferenciando-se das demais durante todo o período de avaliação, devido a menor produção de matéria seca. A *Crotalaria juncea* apesar de ser uma planta de baixa relação C/N, após o primeiro mês de avaliação, demonstrou superioridade em relação às demais, com cerca de 80 % de recobrimento do solo, talvez devido à mesma ser uma planta muito fibrosa e, devido a esta característica, esta permaneceu recobrimdo o solo após as avaliações realizadas, sendo encontrada em boa quantidade até o fechamento da cultura do feijoeiro. Os dados de porcentagem de recobrimento do solo estão apresentados na Tabela 3. Até 21 DAR (dias após a roçagem), os preparos do solo não influenciaram a porcentagem de recobrimento do solo pelas culturas de verão, porém após 21 DAR (dias após a roçagem), em função do preparo do solo com grade aradora e com escarificador, em suas respectivas parcelas, observou-se que os resíduos das culturas de verão foram totalmente incorporados, sendo, portanto passível de avaliação somente o tratamento sobre plantio direto.

Com relação à porcentagem de recobrimento do solo pelas culturas de verão em si, notou-se que as culturas da *Crotalaria juncea*, milho e consórcios milho + mucuna preta e milho + capim braquiária apresentaram o mesmo desempenho até praticamente 21 DAR (dias após a



roçagem), ou seja, praticamente 1 mês após o rebaixamento das culturas, apresentando valores próximos ou superiores a 80% de recobrimento do solo. (Tabela 3)

**Tabela 2** – Produção de matéria seca pelas culturas de verão em diferentes preparos do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.

TRATAMENTOS	Produção de matéria seca (kg ha <sup>-1</sup> )
<b>Preparo do Solo (PS)</b>	
Plantio Direto	4690,0 a
Escarificador	5233,1 a
Grade Aradora	4886,8 a
<b>D.M.S.</b>	1517,6
<b>C.V. (%)</b>	14,17
<b>Culturas de Verão (CV)</b>	
<i>Crotalaria juncea</i>	8115,5 a
Milho	4749,3 bc
Milho + Mucuna Preta	7078,7 ab
Milho + Capim Braquiária	4264,5 c
Arroz	1485,8 d
Soja	3926,0 d
<b>D.M.S.</b>	2559,2
<b>C.V. (%)</b>	34,63

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

**Tabela 3** – Valores médios referentes à porcentagem de recobrimento do solo pelas culturas de verão sob diferentes preparos do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>0 DAR<sup>2</sup></b>	<b>7 DAR</b>	<b>14 DAR</b>	<b>21 DAR</b>	<b>28 DAR</b>	<b>35 DAR</b>
<b>Preparo do Solo (PS)</b>						
Plantio Direto	93,7 a	87,3 a	84,5 a	74,7 a	66,3 a	57,6 a
Escarificador	93,7 a	84,3 a	80,3 b	0,0 b	0,0 b	0,0 b
Grade Aradora	92,3 a	85,4 a	82,5 ab	0,0 b	0,0 b	0,0 b
<b>D.M.S.</b>	4,1	4,2	2,4	2,7	5,5	7,1
<b>C.V. (%)</b>	2,12	2,24	1,31	5,06	11,53	17,06
<b>Culturas de Verão (CV)</b>						
<i>Crotalaria juncea</i>	100,0 a	96,4 a	93,7 a	90,5 a	84,3 a	81,0 a
Milho	100,0 a	94,7 a	87,3 a	78,5 b	71,5 c	63,8 b
Milho + Mucuna Preta	100,0 a	93,5 a	92,3 a	87,8 a	82,0 ab	63,8 b
Milho + Capim Braquiária	99,3 a	92,1 a	93,3 a	85,3 ab	73,0 bc	66,0 b
Arroz	81,2 b	70,8 b	65,6 b	55,3 c	46,8 d	36,8 c
Soja	78,9 b	66,4 b	62,4 b	51,0 c	40,5 d	34,5 c
<b>D.M.S.</b>	5,8	11,7	9,3	8,2	9,5	10,3
<b>C.V. (%)</b>	5,12	8,59	7,58	15,62	20,37	25,50

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

<sup>1</sup> A partir de 03 de maio de 2004, os preparos do solo com escarificador e com grade aradora foram aplicados na área.

<sup>2</sup> DAR = Dias após o rebaixamento das culturas de verão

## 4.2. Física do solo

Para as características físicas estudadas, não houve interação entre os preparos do solo adotados e as culturas de verão utilizadas.

As médias obtidas nas avaliações de umidade, resistência à penetração, densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo estão apresentadas nas Tabelas 4, 5 e 6, respectivamente para as camadas de 0,00 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m.

A umidade do solo não foi influenciada pelos preparos do solo em nenhuma das três camadas estudadas. (Tabelas 4, 5 e 6)

Uma das premissas do sistema de plantio direto é a manutenção da umidade do solo (Muzilli, 1981; Dick, 1983; Gassen & Gassen, 1996; Silva et al., 2001), porém não foi o que se observou, devido à camada compactada presente no sistema de plantio direto e que pode ser explicada pelos maiores valores de resistência do solo à penetração na camada de 0,00 – 0,10 m, e densidade do solo até os 0,20 m. Esta camada compactada pode ter se estabelecido devido a inúmeros fatores, como a própria acomodação natural do solo, trânsito de máquinas e implementos, aporte deficitário de resíduos vegetais no solo, visto que o experimento foi conduzido em uma região de temperaturas altas, onde a manutenção de resíduos sobre o solo ocorre por período mais curto, quando comparada a outras regiões com temperaturas menores.

Apesar de até os 0,10 m iniciais, as culturas de verão não influenciarem a umidade do solo, a partir da camada de 0,10 - 0,20 m, é notável que a soja antecedendo o cultivo do feijoeiro proporcionou maior umidade do solo, porém não diferindo dos valores obtidos para o milho e para consórcio milho + capim braquiária. Comportamento semelhante foi observado para a camada de 0,20 – 0,30 m.

A *Crotalaria juncea* e o arroz foram as culturas de verão que proporcionaram as menores umidades do solo nas camadas de 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m. Isto pode ser explicado devido

ao manejo de todas as culturas ter sido realizado já no final do ciclo das mesmas, enquanto que na *Crotalaria juncea* o manejo foi realizado na fase de enchimento de grãos da mesma. Por se tratar de um adubo verde (leguminosa) tem como uma das suas características principais a rusticidade quanto à exigência de água. Acontece que na formação de sementes de adubos verdes, em especial da *Crotalaria juncea*, o suprimento de água pela mesma é elevado, fazendo com que o solo apresente baixos valores de umidade nas parcelas onde a mesma foi conduzida.

Quando analisada isoladamente, a resistência do solo à penetração é um fator que causa a diminuição da massa radicular e de impedimento ao crescimento das raízes, a partir de valores acima de 2 MPa (Tormena & Roloff, 1996). A literatura é bem ampla quanto aos valores que implicam em problemas para o desenvolvimento radicular, sendo encontrados variados valores, tais quais 2,5 MPa (Canarache, 1990) e 3,5 MPa (Merotto Júnior & Mundstock, 1999).

Quanto aos tipos de preparo do solo adotados, percebe-se que o plantio direto devido à compactação superficial apresentou valores de resistência praticamente duas vezes maiores que os outros dois tratamentos (grade e escarificador) na camada superficial até os 0,10 m. Esta diferença inexiste nas camadas de 0,10 – 0,20 m e de 0,20 – 0,30 m. Resultados semelhantes foram obtidos por Tormena et al. (2002), que trabalhando com preparo mínimo, preparo convencional e plantio direto, não relataram diferença entre os valores observados para estes sistemas de preparo, quanto à resistência à penetração do solo, independente da umidade do mesmo. Os resultados obtidos discordam dos observados na mesma área por Souza (2000), que encontrou maiores valores na camada superficial (0,00 – 0,10 m) no sistema de plantio direto, do que no preparo convencional citado. Entretanto nas camadas subsequentes (0,10 – 0,20 m; 0,20 – 0,40 m) os valores de resistência à penetração foram superiores no preparo convencional, tornando-se menores no sistema de plantio direto, o que de fato não ocorreu neste experimento. Já Silva et al. (2000) não observaram valores mais elevados para resistência à penetração no

sistema de plantio direto, especialmente na camada de 0,05 – 0,20 m. Já na camada de 0,00 – 0,05 m, ou autores constataram que devido à matéria orgânica os valores encontrados foram menores no plantio direto.

As culturas de verão não influenciaram a resistência à penetração na camada de 0,00 – 0,10 m. Já na camada de 0,10 – 0,20, notou-se comportamento semelhante, porém com a soja apresentando os menores valores de resistência à penetração, diferindo apenas da *Crotalaria juncea*. Verificou-se que na camada de 0,20 – 0,30 m, a *Crotalaria juncea* e o consórcio milho + mucuna preta proporcionaram os maiores valores para resistência à penetração, devido aos adubos verdes (*Crotalaria juncea* e mucuna preta) estarem em fase de enchimento de grãos. As culturas de verão, tais quais soja, milho e milho + capim braquiária proporcionaram os menores valores para resistência à penetração, talvez devido à maior umidade apresentada em suas parcelas.

Segundo a USDA (1975), a resistência do solo à penetração pode ser classificada em sete classes: extremamente baixa (<0,01 MPa), muito baixa (0,01 – 0,1 MPa), baixa (0,1 – 1 MPa), moderada (1 – 2 MPa), alta (2 – 4 MPa), muito alta (4 – 8 MPa) e extremamente alta (> 8 MPa). Portanto, na camada de 0 – 0,10 m, independente do preparo do solo adotado ou cultura de verão utilizada, a resistência do solo à penetração encaixou-se na classe baixa a moderada de resistência (Tabela 4 e Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6). Já a camada de 0,10 – 0,20 m, nas mesmas condições acima anteriormente citadas, o solo se encontrou com moderada a alta resistência à penetração (Tabela 5 e Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6). Para a camada de 0,20 – 0,30 m, o solo da área tendeu a se enquadrar na classe de resistência do solo alta a muito alta (de 4 a 8 MPa) (Tabela 6 e Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6).

Não existe consenso na literatura, quanto ao nível crítico da densidade do solo (valor acima do qual o solo é considerado compactado). Camargo & Alleoni (1997) consideram crítico

o valor de  $1,60 \text{ kg dm}^{-3}$  em solos franco-argilosos a argilosos. De Maria et al. (1999) constataram que acima de  $1,20 \text{ kg dm}^{-3}$ , em Latossolo Roxo, ocorre restrição ao desenvolvimento de raízes quando o solo estiver na capacidade de campo, o que caracteriza estado de compactação do solo.

Os preparos do solo utilizados influenciaram a densidade do solo com os maiores valores sendo obtidos no preparo do solo com plantio direto nas camadas de  $0,00 - 0,10 \text{ m}$  ( $1,47 \text{ kg m}^{-3}$ ) e  $0,10 - 0,20 \text{ m}$  ( $1,51 \text{ kg dm}^{-3}$ ), diferenciando-se dos demais preparos do solo (grade aradora; escarificador). Já na camada de  $0,20 - 0,30 \text{ m}$ , a diferença não foi significativa em relação aos demais preparos do solo. Estes valores elevados de densidade do solo no sistema de plantio direto estão diretamente relacionados à acomodação natural do solo presente neste sistema e acusada pelos valores de resistência à penetração. Resultados semelhantes foram obtidos por Tormena et al. (2002) e Silva et al. (2001), que observaram maiores valores para densidade do solo no sistema de plantio direto. Portanto, conforme Camargo & Alleoni (1997), os valores encontrados neste experimento para densidade do solo estão próximos dos valores considerados críticos.

As culturas de verão influenciaram a densidade do solo somente na camada superficial ( $0,00 - 0,10 \text{ m}$ ) (Tabela 4). Nesta camada, nenhum dos tratamentos diferenciou-se entre si, apenas o consórcio milho + capim braquiária apresentou diferença significativa em relação à soja, que apresentou o menor valor de densidade do solo na camada, possivelmente devido a maior umidade encontrada nesse tratamento. É possível que as culturas de verão só tenham influenciado a densidade do solo na camada inicial em razão desta camada ( $0,00 - 0,10 \text{ m}$ ) concentrar a maioria dos sistemas radiculares estudados.

Nas demais camadas ( $0,10 - 0,20 \text{ m}$ ;  $0,20 - 0,30 \text{ m}$ ), as culturas de verão não proporcionaram alteração na densidade do solo (Tabelas 5 e 6). Há de se destacar que a densidade do solo apresentou sempre valores inferiores a  $1,44 \text{ kg dm}^{-3}$ .

A literatura preconiza como sendo o solo ideal aquele que apresente valores de 0,10 a 0,16  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  para macroporosidade, de até 0,33  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  para microporosidade e aproximadamente 0,50  $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$  para porosidade total do solo (Baver, 1972; Kiehl, 1979).

De acordo com as Tabelas 5 e 6, pode-se inferir que as culturas de verão não proporcionaram alteração significativa na porosidade total, macroporosidade e microporosidade do solo nas camadas de 0,10 – 0,20 m e 0,20 - 0,30 m. Já na camada superficial (0,00 – 0,10 m), notou-se que onde foram cultivadas culturas leguminosas (*Crotalaria juncea*, soja) e o consórcio milho + mucuna preta os valores obtidos para macroporosidade e porosidade total foram mais elevados (Tabela 4).

Quanto aos preparos do solo adotados, pode-se destacar que a microporosidade não foi influenciada pelos mesmos, não apresentando modificação nos seus valores, independente da camada estudada. De acordo com Baver (1972) e Kiehl (1979), os valores de microporosidade obtidos neste trabalho, praticamente em todas as camadas estudadas, estão dentro das condições ideais de um solo considerado como tendo porosidade ideal.

Já com relação a macroporosidade, esta foi influenciada pelos preparos do solo apenas na camada superficial (0,00 – 0,10 m), onde a utilização de escarificador e grade aradora proporcionaram os maiores valores diferenciando-se dos valores obtidos em plantio direto. Estes resultados confrontam com os dados obtidos por Tormena et al (2002), que verificaram redução da macroporosidade no preparo convencional e mínimo, na mesma camada estudada. A mesma apresentou decréscimos nos seus valores da camada superficial (0,00 – 0,10 m) para a camada de 0,10 – 0,20 m e desta para a de 0,20 – 0,30 m.

A porosidade total foi influenciada significativamente nas camadas de 0,00 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m. Na camada mais superficial o plantio direto apresentou o menor valor para porosidade total, diferenciando-se dos demais preparos do solo (Tabela 4). Já na camada de 0,10

– 0,20 m, o plantio direto novamente apresentou o menor valor para porosidade total do solo, porém só diferenciando-se do valor obtido pela utilização de escarificador (Tabela 5).

As alterações proporcionadas na microporosidade pelas culturas de verão na camada de 0,00 – 0,10 m influenciaram a porosidade total do solo nesta camada, com esta apresentando comportamento semelhante, ou seja, apresentando maiores valores onde houve cultivo anterior com leguminosas, incluso o consórcio que teve cultivo anterior com leguminosas, no caso a mucuna preta.



**Tabela 4** – Teor de água, resistência à penetração, densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade do solo, cultivado com culturas de verão em diferentes preparos do solo, na camada de 0,00 – 0,10 m. Selvíria (MS), safra 2003/04.

TRATAMENTOS	Umidade kg kg <sup>-1</sup>	Resistência penetração (MPa)	Densidade do solo (kg dm <sup>-3</sup> )	Porosidade		
				Macro m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Micro m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	total m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>
<b>Preparo do Solo (PS)</b>						
Plantio Direto	0,19 a	1,49 a	1,47 a	0,13 b	0,32 a	0,45 b
Escarificador	0,19 a	0,74 b	1,30 b	0,19 a	0,32 a	0,51 a
Grade Aradora	0,19 a	0,65 b	1,30 b	0,21 a	0,30 a	0,51 a
<b>D.M.S.</b>	0,01	0,62	0,10	0,05	0,04	0,04
<b>C.V. (%)</b>	3,2	29,8	3,3	12,8	5,8	3,4
<b>Culturas de Verão (CV)</b>						
<i>Crotalaria juncea</i>	0,18 a	0,92 a	1,35 ab	0,19 a	0,31 a	0,50 a
Milho	0,19 a	0,78 a	1,39 ab	0,14 bc	0,33 a	0,47 bc
Milho + Mucuna Preta	0,19 a	1,39 a	1,32 ab	0,19 ab	0,31 a	0,50 ab
Milho + Capim Braquiária	0,18 a	0,75 a	1,42 a	0,14 c	0,33 a	0,46 c
Arroz	0,18 a	1,02 a	1,37 ab	0,18 abc	0,31 a	0,49 abc
Soja	0,20 a	0,92 a	1,30 b	0,20 a	0,30 a	0,50 a
<b>D.M.S.</b>	0,03	1,09	0,11	0,05	0,04	0,03
<b>C.V. (%)</b>	8,8	92,4	4,8	22,7	6,5	5,5

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

**Tabela 5** – Teor de água, resistência à penetração, densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade do solo, cultivado com culturas de verão em diferentes preparos do solo, na camada de 0,10 – 0,20 m. Selvíria (MS), safra 2003/04.

TRATAMENTOS	Umidade kg kg <sup>-1</sup>	Resistência penetração (MPa)	Densidade do solo (kg cm <sup>-3</sup> )	Porosidade		
				Macro m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Micro m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	total m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>
<b>Preparo do Solo (PS)</b>						
Plantio Direto	0,17 a	3,35 a	1,51 a	0,10 a	0,32 a	0,43 b
Escarificador	0,18 a	2,92 a	1,33 b	0,18 a	0,31 a	0,49 a
Grade Aradora	0,17 a	2,21 a	1,36 b	0,17 a	0,31 a	0,48 ab
<b>D.M.S.</b>	0,02	1,60	0,12	0,08	0,04	0,06
<b>C.V. (%)</b>	5,4	26,1	3,9	24,6	6,3	5,5
<b>Culturas de Verão (CV)</b>						
<i>Crotalaria juncea</i>	0,15 d	4,28 a	1,41 a	0,16 a	0,31 a	0,47 a
Milho	0,19 ab	2,47 ab	1,37 a	0,16 a	0,31 a	0,47 a
Milho + Mucuna Preta	0,18 bc	2,87 ab	1,39 a	0,15 a	0,33 a	0,47 a
Milho + Capim Braquiária	0,18 abc	2,52 ab	1,41 a	0,15 a	0,31 a	0,46 a
Arroz	0,16 cd	3,20 ab	1,41 a	0,15 a	0,32 a	0,47 a
Soja	0,20 a	1,62 b	1,40 a	0,14 a	0,32 a	0,46 a
<b>D.M.S.</b>	0,02	2,01	0,10	0,05	0,02	0,04
<b>C.V. (%)</b>	11,9	48,5	6,0	26,8	5,0	6,7

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

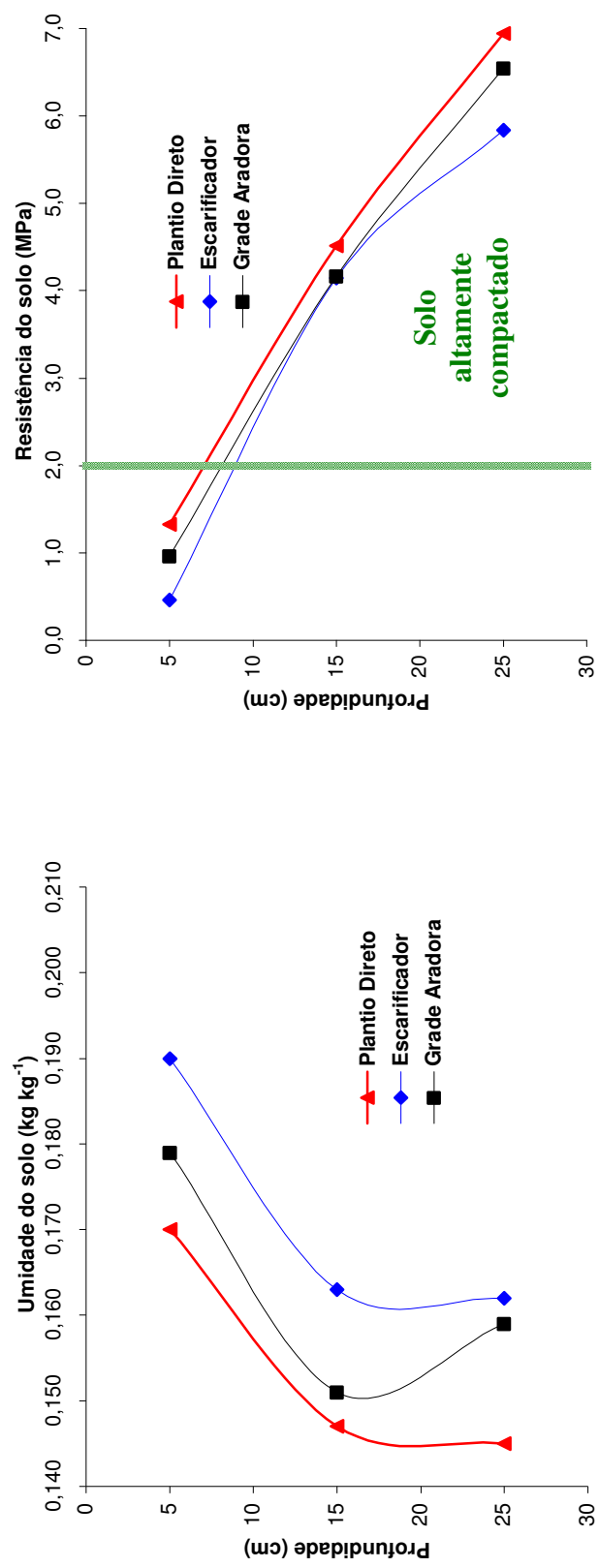
**Tabela 6** – Teor de água, resistência à penetração, densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade do solo, cultivado com culturas de verão em diferentes preparos do solo, na camada de 0,20 – 0,30 m. Selvíria (MS), safra 2003/04.

TRATAMENTOS	Umidade kg kg <sup>-1</sup>	Resistência penetração (MPa)	Densidade do solo (g cm <sup>-3</sup> )	Porosidade		
				Macro m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	Micro m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>	total m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup>
<b>Preparo do Solo (PS)</b>						
Plantio Direto	0,17 a	5,10 a	1,42 a	0,11 a	0,34 a	0,45 a
Escarificador	0,18 a	3,65 a	1,39 a	0,12 a	0,34 a	0,46 a
Grade Aradora	0,18 a	4,22 a	1,41 a	0,12 a	0,34 a	0,46 a
<b>D.M.S.</b>	0,03	1,59	0,12	0,03	0,02	0,02
<b>C.V. (%)</b>	6,7	17,0	3,9	13,3	2,7	2,2
<b>Culturas de Verão (CV)</b>						
<i>Crotalaria juncea</i>	0,16 d	6,44 a	1,40 a	0,13 a	0,33 a	0,47 a
Milho	0,18 abc	3,66 cd	1,39 a	0,13 a	0,33 a	0,45 a
Milho + Mucuna Preta	0,17 bcd	5,32 ab	1,42 a	0,10 a	0,35 a	0,45 a
Milho + Capim Braquiária	0,19 ab	3,69 cd	1,43 a	0,11 a	0,34 a	0,45 a
Arroz	0,16 cd	4,62 bc	1,40 a	0,11 a	0,34 a	0,45 a
Soja	0,19 a	2,21 d	1,40 a	0,11 a	0,35 a	0,46 a
<b>D.M.S.</b>	0,02	1,50	0,112	0,050	0,032	0,040
<b>C.V. (%)</b>	13,6	32,7	5,8	25,3	5,4	5,4

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

Na Figura 1, estão apresentadas as curvas de resistência à penetração e de umidade do solo, para as 3 camadas estudadas, tendo a *Crotalaria juncea* como cultura antecessora em diferentes preparos do solo. Verificou-se que realmente não houve diferenças entre os preparos do solo adotados quanto à umidade e a resistência do solo à penetração quando da utilização da *Crotalaria juncea* como cultura antecessora ao cultivo do feijão, com exceção à camada de 0,00 – 0,10 m, onde o plantio direto propiciou maiores valores para a característica estudada. Embora tenham sido obtidas essas curvas para as características, quanto maior a umidade menor foi a resistência do solo à penetração, onde se pode notar que o sistema de plantio direto proporcionou os menores valores de umidade do solo, visto que é um sistema onde uma das vantagens é o aumento da capacidade de retenção de umidade.

Até os 0,10 m iniciais, todos os preparos do solo adotados apresentaram valores abaixo dos quais a Soil Survey Staff sugere para solos altamente compactados. Já após os 0,10 m iniciais, verificou-se que independente dos preparos do solo utilizados, todos os valores obtidos caracterizaram o solo da área como altamente compactado. Este fato pode ser ressaltado pela maior absorção de água na fase de enchimento de grãos pela cultura da *Crotalaria juncea*, fase na qual a mesma foi manejada (Figura 1)

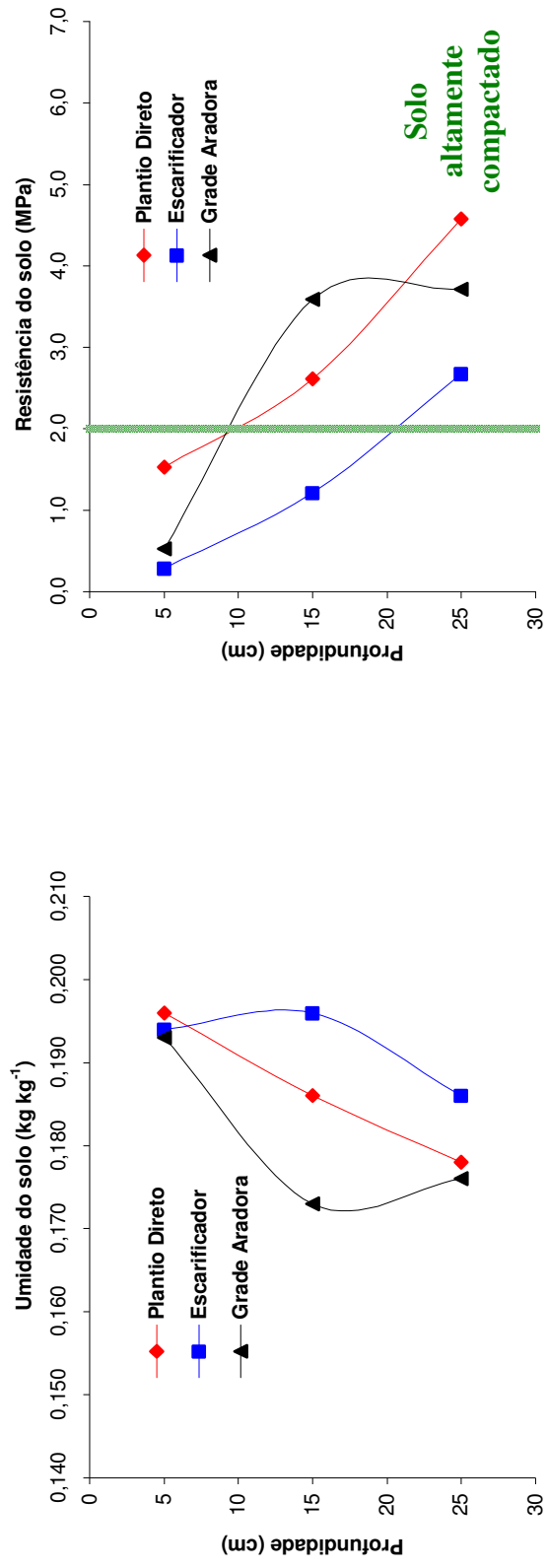


**Figura 1** – Umidade do solo e resistência do solo à penetração na cultura da *Crotalaria juncea*.

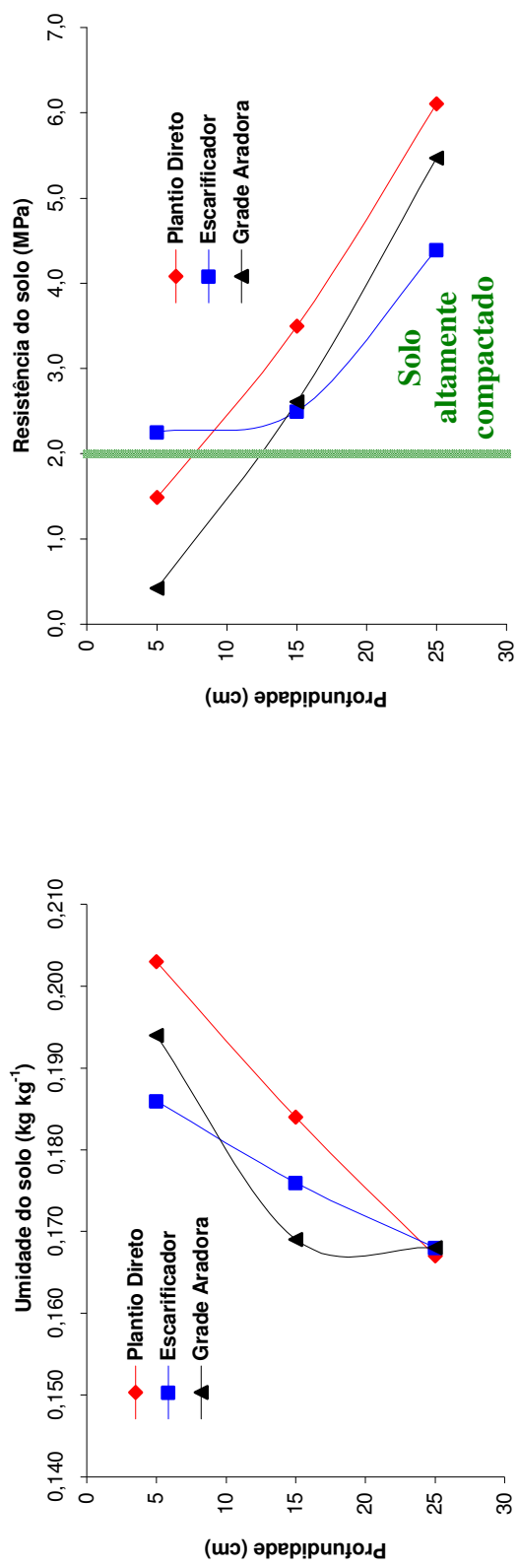
Na Figura 2, estão apresentadas as curvas de resistência à penetração e de umidade do solo, para as 3 camadas estudadas, tendo o milho como cultura antecessora em diferentes preparos do solo. Pode-se observar o mesmo comportamento das curvas quanto à interação umidade do solo x resistência do solo à penetração, quando da utilização da cultura do milho como cultura antecessora ao cultivo do feijoeiro de inverno, ou seja, quanto maior a umidade do solo, menor os valores obtidos para resistência à penetração.

O preparo com escarificador na cultura do milho proporcionou valores abaixo dos considerados para um solo altamente compactado, em praticamente todas camadas estudadas (0,00 – 0,10 m; 0,10 – 0,20 m) (Figura 2).

Na Figura 3, estão apresentadas as curvas de resistência à penetração e de umidade do solo, para as 3 camadas estudadas, tendo o consórcio milho + mucuna preta como cultivo anterior em diferentes preparos do solo. No consórcio milho + mucuna preta, observou-se que o sistema de plantio direto obteve os maiores valores para umidade do solo nas camadas de 0,00 – 0,10 m e 0,10 – 0,20, e conseqüentemente, os menores valores para resistência do solo à penetração, o que pode ter ocorrido devido à alta produção de matéria seca pelo consórcio.



**Figura 2** – Umidade do solo e resistência do solo à penetração na cultura do milho.



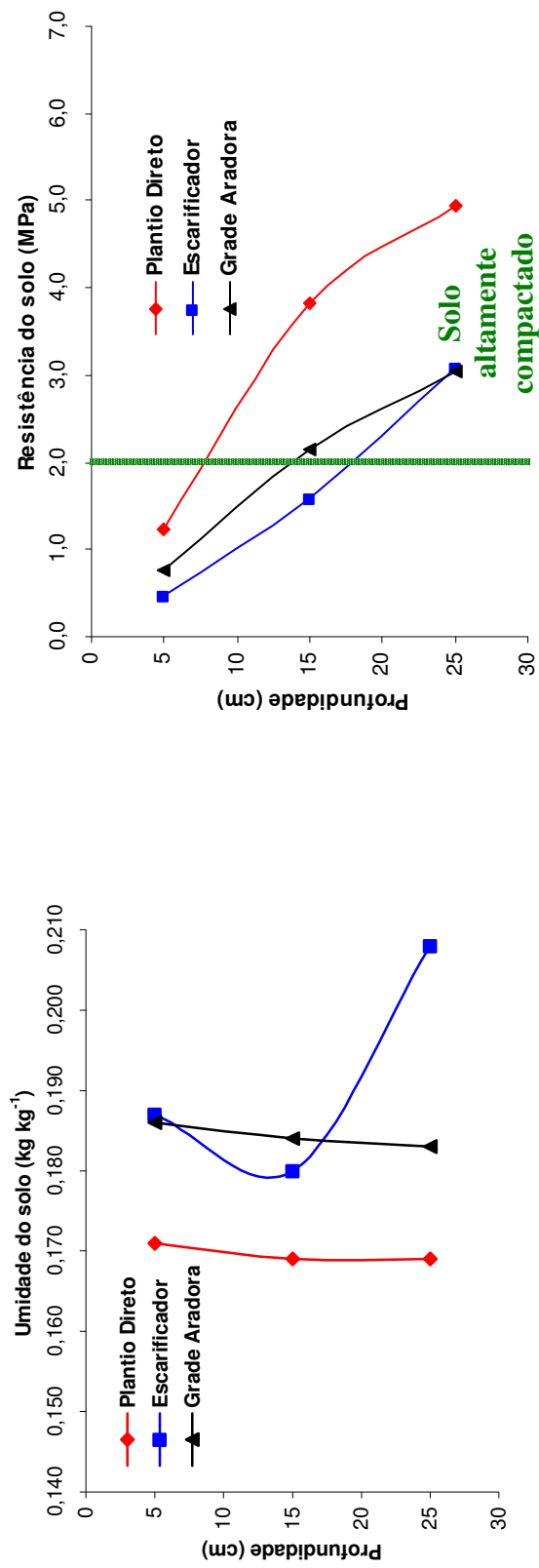
**Figura 3** – Umidade do solo e resistência do solo à penetração no consórcio milho + mucuna preta.



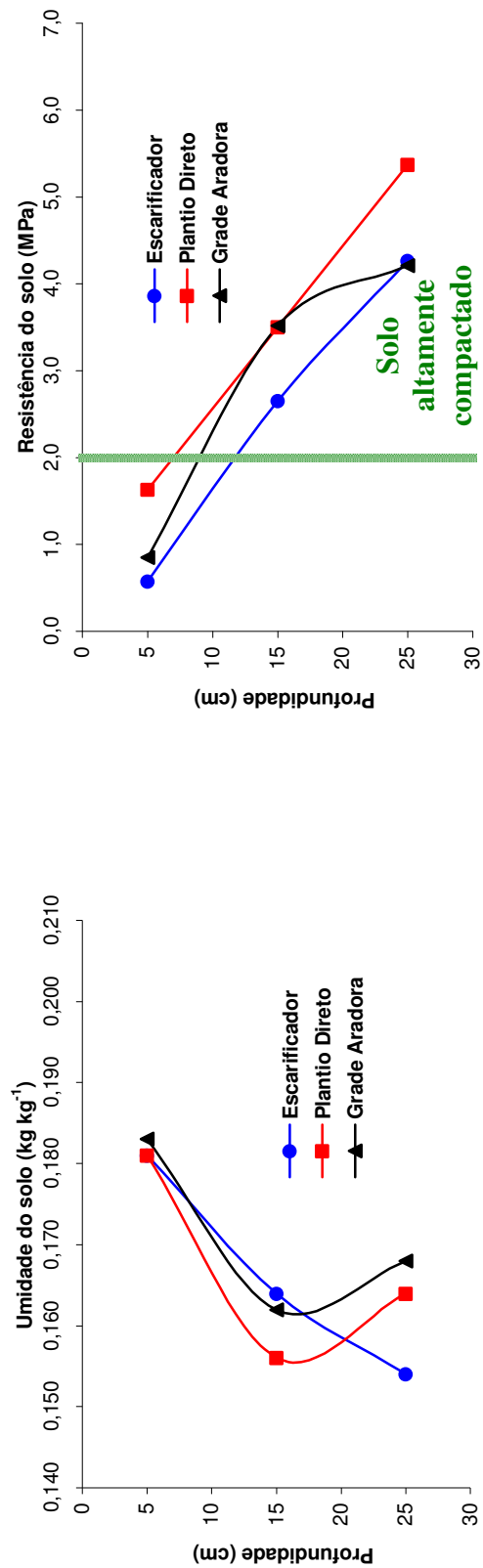
Na Figura 4, estão apresentadas as curvas de resistência à penetração e de umidade do solo, para as 3 camadas estudadas, tendo o consórcio milho + capim braquiária como cultivo anterior em diferentes preparos do solo. Dentro do consórcio milho + capim braquiária, os maiores valores para resistência à penetração foram obtidos quando da adoção do sistema de plantio direto, onde foram obtidos os menores valores para umidade do solo, que praticamente não apresentaram diferenças ao longo de todas as camadas estudadas. O preparo com escarificador apresentou os menores valores para resistência do solo à penetração, apresentando valores abaixo dos considerados para um solo altamente compactado em praticamente todas as camadas, com exceção da camada de 0,20 – 0,30 m.

Na Figura 5, estão apresentadas as curvas de resistência à penetração e de umidade do solo, para as 3 camadas estudadas, tendo o arroz como cultura antecessora em diferentes preparos do solo. O plantio direto na cultura do arroz proporcionou os maiores valores de resistência do solo à penetração em consequência dos menores valores obtidos para umidade do solo. Os baixos valores de umidade na cultura se justificam pela reduzida produção de matéria seca. A utilização de escarificador proporcionou os menores valores para resistência à penetração, embora após os 0,15 m iniciais, não tenha apresentado os maiores valores de umidade do solo.

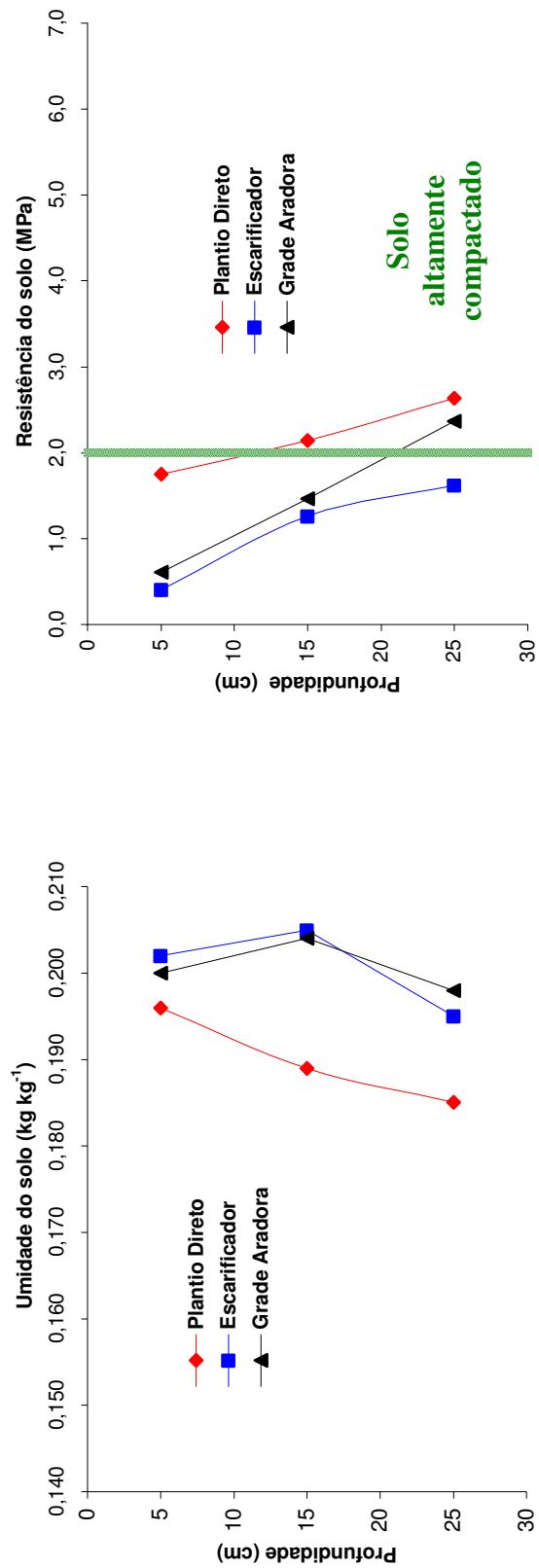
Na Figura 6, estão apresentadas as curvas de resistência à penetração e de umidade do solo, para as 3 camadas estudadas, tendo a soja como cultura antecessora em diferentes preparos do solo. Em função da alta umidade nas parcelas onde se cultivou a soja anteriormente ao cultivo do feijão, a resistência do solo à penetração foi reduzida a ponto dos valores obtidos para todos os preparos adotados praticamente apresentarem-se abaixo dos que caracterizam um solo altamente compactado, até a profundidade de 0,20 m.



**Figura 4** – Umidade do solo e resistência do solo à penetração no consórcio milho + capim braquiária.



**Figura 5** – Umidade do solo e resistência do solo à penetração na cultura do arroz.



**Figura 6** – Umidade do solo e resistência do solo à penetração na cultura da soja.

### 4.3. Cultura do feijão

O florescimento pleno e a colheita ocorreram aos 41 e 92 dias após a semeadura. Não houve interação entre os preparos do solo adotados e as culturas de verão utilizadas, para as avaliações realizadas na cultura do feijão.

Tanto a população inicial como a população final de plantas foram influenciadas pelos tipos de preparo do solo, onde as parcelas em plantio direto estabeleceram as maiores populações de plantas diferindo dos demais preparo do solo (grade aradora; escarificador) (Tabela 7). Há de se destacar que em todos os preparos praticados, a população de plantas esteve dentro do ideal, ou seja, mais que 10 plantas por metro. Estes resultados divergem dos obtidos por Silva et al. (2002a) e Stone & Moreira (2000), que não encontraram diferenças no estande final de plantas quando o feijoeiro foi cultivado sobre diferentes preparos do solo (plantio direto, grade aradora, escarificador, arado de aivecas, entre outros). Por outro lado foram concordantes com os dados obtidos por Binotti (2004), que observou que o estande de plantas é superior no sistema de plantio direto em relação aos sistemas convencionais de preparo do solo.

As culturas de verão não influenciaram as populações inicial e final de plantas do feijoeiro, demonstrando que a utilização de adubos verdes, como no caso da *Crotalaria juncea*, bem como de consórcios (milho + mucuna preta; milho + capim braquiária) ou leguminosas (soja) não proporcionam benefício no que diz respeito à germinação inicial do feijoeiro bem como o estabelecimento das plântulas, estando de acordo com os resultados obtidos por Arf et al. (1999), Carvalho (2000) e Oliveira et al (2002c), que verificaram que adubos verdes não proporcionam alteração no estande inicial e final de plantas.

**Tabela 7** – Populações inicial e final de plantas no feijoeiro de inverno. Selvíria (MS), safra 2003/04.

<b>TRATAMENTOS</b>	<b>População Inicial de plantas (plantas ha<sup>-1</sup>)</b>	<b>População Final de plantas (plantas ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>Preparo do Solo (PS)</b>		
Plantio Direto	243.500 <b>a</b>	220.916 <b>a</b>
Escarificador	218.667 <b>b</b>	191.917 <b>b</b>
Grade Aradora	211.333 <b>b</b>	190.083 <b>b</b>
<b>D.M.S.</b>	16,0	25,7
<b>C.V. (%)</b>	3,3	5,9
<b>Culturas de Verão (CV)</b>		
<i>Crotalaria juncea</i>	226.333 <b>a</b>	206.833 <b>a</b>
Milho	227.667 <b>a</b>	199.000 <b>a</b>
Milho + Mucuna Preta	215.000 <b>a</b>	199.167 <b>a</b>
Milho + Capim Braquiária	223.667 <b>a</b>	196.167 <b>a</b>
Arroz	226.000 <b>a</b>	203.667 <b>a</b>
Soja	228.333 <b>a</b>	201.000 <b>a</b>
<b>D.M.S.</b>	21,7	23,4
<b>C.V. (%)</b>	8,1	7,8

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

De modo geral, os preparos do solo adotados não influenciaram os teores de N, P, K, Ca, Mg e S presentes nas folhas do feijoeiro. O mesmo ocorreu com as culturas de verão utilizadas, onde praticamente não houve diferença nos teores foliares destes nutrientes, com exceção do Ca, que apresentou maior valor, quando da utilização de soja antes do cultivo do feijoeiro, porém só diferenciando-se dos valores obtidos tendo a *Crotalaria juncea* como cultura anterior. É importante ressaltar que, independente dos preparos do solo ou culturas de verão utilizadas, à exceção do K, os teores de N, P, Ca, Mg e S estão dentro da faixa ideal para a cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) citada por Malavolta (1989) (Tabela 8).

A produção de matéria seca não foi influenciada pelos preparos do solo adotados (Tabela 9). Na literatura, existem informações de que o sistema de plantio direto proporciona maior produção de matéria seca (Urchei et al., 2000). Comportamento semelhante foi proporcionado pelas culturas de verão utilizadas anteriormente ao cultivo do feijoeiro de inverno, onde a produção de matéria seca não foi influenciada pelas culturas de verão utilizadas, apresentado resultados semelhantes aos obtidos por Arf et al. (1999) e Carvalho (2000). Já em experimentos conduzidos por Abboud & Duque (1986), obteve-se incremento na produção de matéria seca do feijoeiro com a simples incorporação da mucuna preta ao solo.

O número médio de vagens por planta apresentou os maiores valores quando da utilização de escarificador e de grade respectivamente, diferindo do plantio direto. Experimentos conduzidos por Santos et al. (1997) confirmaram esta tendência do preparo com grade proporcionar maior número médio de vagens por planta. No entanto, Silva et al (2002a) afirmaram que o preparo com grade ou mesmo o plantio direto não influenciam diretamente esta característica. No entanto, informações da literatura demonstram que na maioria das vezes não ocorre influência de sistemas de preparo do solo sobre o número médio de vagens por planta, conforme pode ser observado nos resultados apresentados por Arf et al (1999), Carvalho (2000) e

Oliveira et al. (2002c). As culturas de verão, com exceção da *Crotalaria juncea*, que apresentou os maiores valores para a característica, diferindo apenas dos valores obtidos para a cultura do milho, não proporcionaram efeito sobre a característica. Já Lollato et al. (2002a) citam também a soja verde e o capim marmelada como coberturas que proporcionaram incremento nos valores desta característica.

O sistema de plantio direto proporcionou maior número de grãos por vagem, não diferindo do preparo com grade aradora, apenas do preparo com escarificador. Na característica estudada, não foi detectado efeito das culturas de verão utilizadas.

Os maiores valores para a característica número médio de grãos por planta foram obtidos quando da utilização de escarificador ou grade aradora, sendo que o primeiro apresentou diferença significativa em relação aos valores obtidos no sistema de plantio direto. As culturas de verão utilizadas não influenciaram a característica acima citada.

Os preparos do solo e as culturas de verão utilizadas não influenciaram significamente a massa de 100 grãos do feijoeiro de inverno (Tabela 9). A massa de 100 grãos, conforme citado na literatura, não é influenciada de forma significativa por diferentes preparos do solo, conforme dados apresentados por Santos et al. (1997), Stone & Moreira (2000) e Silva et al (2002a). Trabalhando com adubação verde, Arf et al. (1999) e Carvalho (2000), não constataram influência dos tratamentos utilizados sobre a massa de 100 grãos. Na cultura do feijão, as características agronômicas número de grãos por vagem e massa de 100 grãos são características de alta herdabilidade, normalmente se relacionando mais com o cultivar utilizado do que com as práticas culturais adotadas, tais quais preparo do solo e sucessão de culturas e, talvez devido a isso, não tenha sido detectada influência dos mesmos sobre a característica agronômica estudada.

As produtividades de grãos não apresentaram influência dos preparos do solo utilizados (plantio direto, grade aradora ou escarificador). Estes resultados confirmam os obtidos por



Zaffaroni et al. (1991) e Santos et al. (1997), os quais não verificaram influência de diferentes preparos do solo sobre a produtividade da cultura do feijão. A literatura sobre a influência de diferentes preparos do solo sobre a produtividade de grãos do feijoeiro é muito variada. O plantio direto pode proporcionar incrementos na produtividade do feijoeiro, em relação aos demais preparos convencionais do solo, conforme foi observado por Silveira et al. (1999), Carvalho et al. (1999) e Silva et al. (1999). Porém, dentre as várias modalidades de preparo convencional (que envolvem movimentação do solo), pode-se inferir que quando comparado ao sistema de plantio direto, estas podem proporcionar maiores produtividades, conforme observaram Zaffaroni et al. (1991), Arf et al. (2002), Kluthcouski & Aidar (2002) e Silva et al. (2002b). As culturas de verão utilizadas não apresentaram influência sobre a produtividade de grãos do feijoeiro de inverno (Tabela 9). Resultados semelhantes foram observados por Arf et al. (1999), Carvalho (2000) e Silva et al. (2002c). No entanto, usualmente têm-se obtido resultados positivos utilizando-se diferentes plantas de cobertura, proporcionando aumento da produtividade do feijoeiro, tais quais a soja verde e capim marmelada seco (Lollato et al., 2002a), capim marmelada (Lollato et al., 2002b), capim braquiária (Oliveira et al., 2002c; Lollato et al., 2002b) e mucuna preta (Wutke et al., 1998; Arf et al., 1999).

Notou-se que independente do preparo do solo adotado, como da cultura antecessora utilizada, a produtividade do feijoeiro de inverno foi bem inferior ao esperado.

Em áreas experimentais próximas ao experimento, houve cultivo de soja e algodão, fazendo com que a população de mosca branca (*Bemisia tabaci*) se elevasse. Com a colheita destas culturas ao final do verão, a praga tendeu a migrar para outras culturas, no caso o feijoeiro, provocando danos irreversíveis, não só neste experimento como em vários conduzidos próximos à área experimental.

Outro problema é o histórico da área com relação a doenças fúngicas, mais especificamente o mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum*). Este foi sem dúvida um dos fatores para estas baixas produtividades obtidos. O ataque foi mais severo na fase de enchimento dos grãos do feijoeiro (estádios fenológicos R7 – R8), fazendo com que o fornecimento de água via irrigação fosse interrompido imediatamente, como uma das formas de controle. Como esta fase é uma das fases em que a exigência do feijoeiro por água é elevada, esta interrupção na irrigação proporcionou um enchimento de grãos não ideal, bem como interferiu na formação das vagens.

**Tabela 8** – Teor foliar de macronutrientes nas folhas de feijoeiro cultivado no período de inverno <sup>1</sup>. Selvíria (MS), safra 2003/04.

TRATAMENTOS	N	P	K	Ca	Mg	S
<b>Preparo do Solo (PS)</b>						
Plantio Direto	42,68 a	2,85 a	18,58 a	16,48 a	5,71 a	1,04 a
Escarificador	45,66 a	2,27 a	18,43 a	18,89 a	6,05 a	1,15 a
Grade Aradora	44,15 a	2,36 a	19,59 a	17,15 a	5,16 a	1,11 a
<b>D.M.S.</b>	0,25	0,24	0,17	0,31	0,21	0,10
<b>C.V. (%)</b>	1,8	6,5	1,8	3,4	3,9	3,6
<b>Culturas de Verão (CV)</b>						
<i>Crotalaria juncea</i>	44,20 a	2,56 a	19,27 a	16,31 b	5,74 a	1,15 a
Milho	41,71 a	2,31 a	17,69 a	17,29 ab	5,78 a	1,00 a
Milho + Mucuna Preta	44,26 a	2,47 a	18,87 a	17,10 ab	5,54 a	1,15 a
Milho + Capim Braquiária	43,60 a	2,47 a	19,25 a	16,87 ab	5,28 a	1,15 a
Arroz	44,36 a	2,48 a	19,51 a	17,34 ab	5,45 a	1,15 a
Soja	46,86 a	2,64 a	18,61 a	20,18 a	6,03 a	1,00 a
<b>D.M.S.</b>	0,43	0,16	0,47	0,40	0,34	0,12
<b>C.V. (%)</b>	5,0	7,9	5,7	8,4	8,8	9,0

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

<sup>1</sup> Dados transformados para  $\sqrt{x + 0,5}$ .

**Tabela 9** – Produção de matéria seca, componentes de produtividade e produtividade de grãos do feijoeiro de inverno, Selvíria (MS), safra 2003/04.

TRATAMENTOS	Produção de matéria seca (g planta <sup>-1</sup> )	Vagens planta <sup>-1</sup>	Grãos vagem <sup>-1</sup>	Grãos planta <sup>-1</sup>	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha <sup>-1</sup> )
<b>Preparo do Solo (PS)</b>						
Plantio Direto	7,75 a	7,44 b	4,17 a	33,67 b	22,95 a	1062 a
Escarificador	7,67 a	10,23 a	3,92 b	44,13 a	23,07 a	1171 a
Grade Aradora	7,00 a	9,40 a	3,96 ab	41,46 ab	23,25 a	1103 a
<b>D.M.S.</b>	1,59	1,90	0,25	8,87	0,88	195
<b>C.V. (%)</b>	9,8	9,7	2,9	10,3	1,8	8,1
<b>Culturas de Verão (CV)</b>						
<i>Crotalaria juncea</i>	7,92 a	10,46 a	4,00 a	47,08 a	22,06 a	1135 a
Milho	8,00 a	7,99 b	4,17 a	35,50 a	23,38 a	1039 a
Milho + Mucuna Preta	7,25 a	8,98 ab	4,17 a	39,92 a	22,54 a	1077 a
Milho + Capim Braquiária	7,75 a	8,58 ab	3,92 a	37,25 a	23,06 a	1171 a
Arroz	6,58 a	8,73 ab	3,83 a	36,67 a	23,35 a	1089 a
Soja	7,33 a	9,41 ab	4,00 a	42,08 a	23,17 a	1160 a
<b>D.M.S.</b>	2,08	1,91	0,72	12,34	1,35	179
<b>C.V. (%)</b>	29,0	21,5	11,6	25,7	3,7	15,1

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%.

#### 4.4. Análise Econômica

Os custos, as produtividades, preços e indicadores de lucratividade das culturas de verão, do feijoeiro de inverno, bem como o lucro operacional total por hectare, estão apresentados nas Tabelas 10, 11 e 12, respectivamente.

As produtividades das culturas de verão foram estimadas, considerando médias alcançadas utilizando-se tecnologia semelhante, e foram de 8000 kg ha<sup>-1</sup> para o milho e seus consórcios, 1500 kg ha<sup>-1</sup> para a *Crotalaria juncea*, 3500 kg ha<sup>-1</sup> para a soja e 4500 kg ha<sup>-1</sup> para o arroz.

Para as culturas de verão (Tabela 10), o maior lucro operacional foi observado na cultura do arroz em preparo com escarificador (R\$1468,42 ha<sup>-1</sup>), seguido da *Crotalaria juncea*, soja, milho, milho + capim braquiária e milho + mucuna preta (estes considerando os três sistemas de preparo do solo). Isto ocorreu devido aos altos preços de comercialização que o arroz alcançou no último mês (outubro de 2004 – R\$30,00 a 36,00), o que proporcionou esta alta lucratividade para a cultura.

O menor lucro operacional foi obtido no consórcio milho + mucuna preta utilizando plantio direto (R\$733,68 ha<sup>-1</sup>). O que aumentou o custo deste tratamento foi o preço da semente da mucuna preta, bem como as pulverizações para a dessecação e controle em pós-emergência.

Em todos os tratamentos foi observado que o escarificador, proporcionou os maiores lucros operacionais, seguido do preparo com grade aradora e plantio direto. Isto ocorreu em virtude do menor número de aplicações de agroquímicos, nos preparos com escarificador e grade aradora e, portanto, não houve gastos com herbicidas (glyphosate e gramoxone).

O lucro operacional do feijoeiro de inverno (Tabela 11), ficou muito aquém do já obtido na mesma área, em sistema de plantio direto, por Rapassi et al. (2002a; 2002b), que obtiveram

valores de até R\$981,00 ha<sup>-1</sup>. Há de se destacar que os custos operacionais, segundo os autores não superaram R\$1106,00 ha<sup>-1</sup>.

Os custos operacionais totais por hectare para a cultura do feijão (Tabela 11) foram de 1516,21 ha<sup>-1</sup> (escarificador), 1526,86 ha<sup>-1</sup> (grade aradora) e 1621,18 ha<sup>-1</sup> (plantio direto).

Os valores negativos, em todos os tratamentos, podem ser explicados devido a baixa produtividade alcançado no experimento, o que foi função de ataque severo de mosca branca, mofo branco e suspensão da irrigação em períodos considerados de extrema importância na formação dos grãos de feijão (R5 – R7), onde a falta de água afeta severamente o “pegamento” de flores, bem como o enchimento de vagens. Os valores obtidos para lucratividade operacional do feijoeiro de inverno variaram somente em função da produtividade da cultura em cada tratamento adotado.

Quando se trata de lucratividade operacional total (Tabela 12), ou seja, considerando-se os lucros obtidos com as culturas de verão e com o feijoeiro de inverno irrigado, notou-se que houve resultados positivos.

**Tabela 10** – Custos, produtividades, preços e indicadores de lucratividade das Culturas de Verão (LOC) cultivadas após distintos preparos do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.

Culturas de Verão	Preparos do Solo	COT (R\$)	Produtividade Estimada (kg ha <sup>-1</sup> )	Preço Médio (R\$ kg <sup>-1</sup> )	Receita Bruta (R\$)	Lucro Operacional (R\$)	Lucro Operacional (US\$)
<i>Crotalaria juncea</i>	Escarificador	623,55	1500,00	1,33	1995,00	1371,45	472,91
	Grade Aradora	634,21	1500,00	1,33	1995,00	1360,79	469,24
Milho	Plantio Direto	728,53	1500,00	1,33	1995,00	1266,47	436,71
	Escarificador	849,30	8000,00	0,23	1864,00	1014,70	349,90
Milho + Mucuna-preta	Grade Aradora	859,96	8000,00	0,23	1864,00	1004,04	346,22
	Plantio Direto	954,28	8000,00	0,23	1864,00	909,72	313,70
Milho + Capim Braquiária	Escarificador	988,95	8000,00	0,23	1864,00	875,05	301,74
	Grade Aradora	999,61	8000,00	0,23	1864,00	864,39	298,07
Arroz	Plantio Direto	1086,05	8000,00	0,23	1864,00	777,95	268,26
	Escarificador	855,18	8000,00	0,23	1864,00	1008,82	347,87
Soja	Grade Aradora	865,84	8000,00	0,23	1864,00	998,16	344,19
	Plantio Direto	952,28	8000,00	0,23	1864,00	911,72	314,39
Arroz	Escarificador	781,58	4500,00	0,50	2250,00	1468,42	506,35
	Grade Aradora	792,23	4500,00	0,50	2250,00	1457,77	502,68
Soja	Plantio Direto	863,98	4500,00	0,50	2250,00	1386,02	477,94
	Escarificador	721,96	3500,00	0,56	1960,00	1238,04	426,91
Arroz	Grade Aradora	732,61	3500,00	0,56	1960,00	1227,39	423,24
	Plantio Direto	826,93	3500,00	0,56	1960,00	1133,07	390,71

Valor atual do dólar americano (média de outubro de 2004) = R\$ 2,90

**Tabela 11** – Custos, produtividades, preços e indicadores de lucratividade do Feijoeiro de Inverno (LOF) cultivado após distintos preparos do solo e culturas de verão. Selvíria (MS), safra 2003/04.

Culturas de Verão	Preparos do Solo	COT (R\$)	Produtividade Estimada (kg ha <sup>-1</sup> )	Preço Médio (R\$ kg <sup>-1</sup> )	Receita Bruta (R\$)	Lucro Operacional (R\$)	Lucro Operacional (US\$)
<i>Crotalaria juncea</i>	Escarificador	1516,21	1242,50	1,17	1453,73	-62,49	-21,55
	Grade Aradora	1526,86	1127,00	1,17	1318,59	-208,27	-71,82
Milho	Plantio Direto	1621,18	1036,00	1,17	1212,12	-409,06	-141,06
	Escarificador	1516,21	1065,30	1,17	1246,40	-269,81	-93,04
Milho + Mucuna-preta	Grade Aradora	1526,86	1022,50	1,17	1196,33	-330,54	-113,98
	Plantio Direto	1621,18	1026,50	1,17	1201,01	-420,18	-144,89
Milho + Capim Braquiária	Escarificador	1516,21	1116,50	1,17	1306,31	-209,91	-72,38
	Grade Aradora	1526,86	1087,80	1,17	1272,73	-254,13	-87,63
Arroz	Plantio Direto	1621,18	1028,00	1,17	1202,76	-418,42	-144,28
	Escarificador	1516,21	1138,00	1,17	1331,46	-184,75	-63,71
Soja	Grade Aradora	1526,86	1226,50	1,17	1435,01	-91,86	-31,67
	Plantio Direto	1621,18	1148,00	1,17	1343,16	-278,02	-95,87
Arroz	Escarificador	1516,21	1156,80	1,17	1353,46	-162,75	-56,12
	Grade Aradora	1526,86	1040,00	1,17	1216,80	-310,06	-106,92
Soja	Plantio Direto	1621,18	1070,80	1,17	1252,84	-368,34	-127,02
	Escarificador	1516,21	1303,80	1,17	1525,45	9,24	3,18
Arroz	Grade Aradora	1526,86	1114,00	1,17	1303,38	-223,48	-77,06
	Plantio Direto	1621,18	1063,30	1,17	1244,06	-377,12	-130,04

Valor atual do dólar americano (média de outubro de 2004) = R\$ 2,90



**Tabela 12** – Lucro Operacional Total (LOC + LOF) do feijoeiro de inverno cultivado após distintos preparos do solo e culturas de verão. Selvíria (MS), safra 2003/04.

Culturas de Verão	Preparos do Solo	Lucro Operacional das Culturas de Verão (LOC) (R\$ ha <sup>-1</sup> )	Lucro Operacional do Feijoeiro (LOF) (R\$ ha <sup>-1</sup> )	LOC + LOF (R\$ ha <sup>-1</sup> )	LOC + LOF (US\$ ha <sup>-1</sup> )
<i>Crotalaria juncea</i>	Escarificador	1371,45	-62,49	1308,97	451,37
	Grade Aradora	1360,79	-208,27	1152,52	397,42
	Plantio Direto	1266,47	-409,06	857,41	295,66
Milho	Escarificador	1014,70	-269,81	744,89	256,86
	Grade Aradora	1004,04	-330,54	673,51	232,24
	Plantio Direto	909,72	-420,18	489,55	168,81
Milho + Mucuna-preta	Escarificador	875,05	-209,91	665,15	229,36
	Grade Aradora	864,39	-254,13	610,26	210,43
	Plantio Direto	777,95	-418,42	359,53	123,98
Milho + Capim Braquiária	Escarificador	1008,82	-184,75	824,07	284,16
	Grade Aradora	998,16	-91,86	906,31	312,52
	Plantio Direto	911,72	-278,02	633,70	218,52
Arroz	Escarificador	1468,42	-162,75	1305,67	450,23
	Grade Aradora	1457,77	-310,06	1147,71	395,76
	Plantio Direto	1386,02	-368,34	1017,68	350,92
Soja	Escarificador	1238,04	9,24	1247,28	430,10
	Grade Aradora	1227,39	-223,48	1003,91	346,18
	Plantio Direto	1133,07	-377,12	755,95	260,67

Valor atual do dólar americano (média de outubro de 2004) = R\$ 2,90

Como os valores de lucratividade obtidos isoladamente, para a cultura do arroz manejado com escarificador, foram os maiores, era de se esperar que a sucessão arroz – feijão de inverno (em cultivo mínimo – escarificador) apresentasse os maiores valores de lucratividade operacional chegando à R\$1305,67 ha<sup>-1</sup>. Já a sucessão milho + mucuna preta – feijão, em plantio direto, apresentou os piores resultados, com seus valores não superando R\$359,53 ha<sup>-1</sup>.

De modo geral, os valores de custo foram maiores no sistema de plantio direto, pois no mesmo os gastos com herbicidas foram maiores, apesar de não se ter a utilização de grade aradora, escarificador ou grade niveladora como nos demais sistemas de preparo. Conseqüentemente, em razão destes fatores, a lucratividade foi superior no preparo com escarificador, seguido da grade aradora e do plantio direto.

Através dos valores obtidos para lucratividade operacional total (Tabela 12), pode-se afirmar que, antes de se instalar uma sucessão de culturas, como foi o caso deste experimento, devem ser observados certos critérios relevantes para o sucesso da mesma, tais quais, culturas que serão utilizadas, histórico da área quanto a pragas e doenças e perspectivas de mercado para as culturas a serem escolhidas para o cultivo.

## 5. RESULTADOS

- O cultivo de *Crotalaria juncea*, milho + mucuna preta, milho + capim braquiária e milho proporciona recobrimento do solo superior a 70% após 28 dias de seu manejo.
- A produção de matéria seca pelas culturas de verão não é influenciada pelos preparos do solo. A *Crotalaria juncea* e o consórcio milho + mucuna preta são as culturas de verão que proporcionam maior produção de matéria seca, com valores próximos de 8 e 7 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente.
- O plantio direto proporciona maiores valores para resistência à penetração, bem como maiores valores de densidade do solo, quando comparado ao preparo do solo realizado com escarificador + grade niveladora ou grade aradora + grade niveladora. As características umidade, macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo não são influenciadas pelos sistemas de preparo do solo.
- Os componentes de produção e a produtividade do feijoeiro não são influenciados pelos sistemas de preparos do solo ou pelas culturas de verão utilizadas não influenciam a produção de matéria seca, bem como
- O preparo do solo com escarificador + grade niveladora apresenta em todos os tratamentos o menor custo operacional, independente da cultura de verão utilizada. Proporciona no feijoeiro de inverno as maiores receitas brutas e, conseqüentemente, a maior lucratividade operacional, em virtude das maiores produtividades médias

alcançadas, independente da cultura de verão utilizada anteriormente. A sucessão arroz – feijão, em função do alto preço de comercialização do arroz, é a mais lucrativa. A menos lucrativa, do ponto de vista econômico, é a sucessão milho + mucuna preta – feijão.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS <sup>1</sup>

ABBOUD, A.C.S.; DUQUE, F.F. Efeitos de matéria orgânica e vermiculita sobre a seqüência feijão – milho – feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, D.F., v.21, n.3, p.227 – 236, 1986.

AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; THUNG, M.; OLIVEIRA, I.P.; SANTOS, A.A. Manejo da palhada do arroz, para o cultivo do feijão – comum, em várzeas tropicais irrigadas por subirrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos...**Viçosa: UFV, 2002. p.593 – 595.

ALCÂNTRA, F.A.; FURTINI NETO, A.E.; PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A.; MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação de um Latossolo Vermelho Escuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.2, p.277 – 288, 2000.

AMABILE, R.F.; CARVALHO, A.M.; DUARTE, J.B.; FANCELLI, A.L. Efeito de épocas de semeadura na fisiologia e produção de fitomassa de leguminosa nos cerrados da região do matogrosso de Goiás. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.53, p.296 – 303, 1996.

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

<sup>1</sup> Normas da ABNT, NBR 6023

AMBROSANO, E.J.; WUTKE, E.B.; BULISANI, E.A.; CANTARELLA, H. Feijão. In: RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ªed. Campinas: IAC, p.194 – 195, 1996 (Boletim Técnico 100).

ARF, O.; SILVA, L.S. DA; BUZETTI, S.; ALVES, M.C.; SÁ, M.E. DE; RODRIGUES, R.A.; HERNANDEZ, F.B.T. Efeito da rotação de culturas, adubação verde e nitrogenada sobre o rendimento do feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.11, p.2029 – 2036, 1999.

ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; NASCIMENTO, V. Manejo do solo, adubação nitrogenada em cobertura e lamina de águas em feijoeiro cultivado no período de inverno. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos...**Viçosa: UFV, 2002. p.619 – 622.

BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. **Soil physics**. 4.ed. New York: J. Wiley, 1972. 529p.

BINOTTI, F.F.S. **Preparo do solo, plantio direto e época de aplicação de nitrogênio na cultura do feijão**. 2004. 60p. Trabalho (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; COSTA, M. B. B. DA; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. **Aspectos gerais da adubação verde**. In: COSTA, M. B. B. (Coord.). **adubação verde no sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: assessoria e serviços a projetos em agricultura alternativa, 1993. p. 1 – 56.

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L. R. F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 32 p.

CANARACHE, A. PENETR – a generalized semi-empirical model estimating soil resistance to penetration. **Soil Till. Res.**, Amsterdam, v.16, p.51 – 70, 1990.

CARVALHO, M.A.C.; ATHAYDE, M.L.F.; ARF, O; SÁ, M.E. Cultura do feijoeiro de “inverno” em sucessão a milho, soja e algodão, em semeadura direta e convencional com adubação verde. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, 1999, Salvador. **Anais...** Goiânia:Embrapa-CNPAP, 1999. v.1. p.642 – 645.

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

CASTRO, O.M.; NETO LOMBARDA, F.; VIEIRA, S.R.; DECHEN, S.C.F. Sistemas convencionais e reduzidos de preparo do solo e as perdas por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, p.167 – 171, 1986.

DAROLT, M. R. **Princípios para implantação e manutenção do sistema.** In: DAROLT, M.R. Plantio direto: pequena propriedade sustentável. Londrina: IAPAR, 1998.p. 16 – 45 (circular, 101).

DE MARIA, I. C. DE; CASTRO, O. M.; DIAS, H. S. 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**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 703 – 709, 1999.

DICK, W.A. Organic carbon, nitrogen and phosphorus concentrations and pH in soil profiles as affected by tillage intensity. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.47, p.102 – 107, 1983.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Las necesidades de agua de los cultivos.** Roma: FAO, 1976. 194p. (Estudio FAO. Riego y Drenaje, 124).

DOORENBOS, J.; KASSAN, A.H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos.**

Roma: FAO, 1988. 212p. (Estudio FAO. Riego y Drenaje, 33)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análises de solo.** 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPSO, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro: EMBRAPA/CNPSO, 1999. 412p.

FERRAZ, C.A.M.; CIA, E.; SABINO, N.P. Efeito da mucuna e amendoim em rotação com algodoeiro. **Bragantia**, Campinas, v.36, p.1 – 9, 1977.

FERREIRA, C.M.; DEL PELOSO, M.J.; FARIA, L.C. **Feijão na economia nacional.** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA Arroz e Feijão, 2002. 47p. (Documentos EMBRAPA Arroz e Feijão)

FRANCO, A.A.; SOUTO, S.M. Contribuição da fixação biológica de N<sub>2</sub> na adubação verde. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Adubação verde no Brasil.** Campinas: Fundação Cargill, 1984. p.199 – 215.

GASSEN, D.N.; GASSEN, F.R. **Plantio direto.** Passo Fundo, Aldeia Sul, 1996. 207p.

INFORZATO, R. Estudo do sistema radicular de *Tephrosia candida* D.C. **Bragantia**, Campinas, v.7, p.49 – 54, 1947

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia:** relações solo – planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.

KLUTHCOUSKI, J.; BOUZINAC, S.; SEGUY, L. Preparo do solo. In: ZIMMERMANN, M.J.O. **Cultura do feijoeiro:** fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafós, 1988. p.249 – 259.

KLUTHCOUSKI, J.; OLIVEIRA, I.P.; FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D.; SANTOS, R.M.S. Componentes bióticos de um campo de pesquisa sob quatro sistemas de manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.29. p.33 – 41, 1999.



KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P.; COSTA, J.L.S.; SILVA, J.G.; VILELA, L. BARCELLOS, A.O.; MAGNABOSCO, C.U.

**Sistema Santa Fé** – Tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional. Santo Antonio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Efeito do manejo do solo e da adubação sobre o rendimento do feijoeiro. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos...**Viçosa: UFV, 2002. p.721 – 723.

LAFEN, J.M.; AMEMIYA, A.; HINTZ, E.A. Measuring crop residues cover. **Soil Wafer Conservation**, v.36, p.341 – 343, 1981.

LAZARINI, E.; MELLO, L.M.M. **Curso de capacitação para técnicos através do convênio entre ITESP/FUNDUNESP**. Ilha Solteira: UNESP/FEIS, 1998.

LOLLATO, M.A.; PARRA, M.S.; SHIOGA, P.S. Desenvolvimento do feijoeiro cultivado com diferentes coberturas do solo. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos...**Viçosa: UFV, 2002a. p.607 – 609.

LOLLATO, M.A.; PARRA, M.S.; SHIOGA, P.S. Efeitos de coberturas do solo com capins marmelada e braquiária sobre o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos...**Viçosa: UFV, 2002b. p.610 – 611.

MALAVOLTA, E. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e Fosfato, 1989. 201p.

MARTIN, N.B.; SERRA, R.; OLIVEIRA, M.D.M.; ÂNGELO, J.A.; OKAWA, H. **Sistema “CUSTAGRI”**: sistema integrado de custos agropecuários. São Paulo: IEA/SAA, 1997. 75p.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F.; TOLEDO, P.N.E.; DULLEY, R.D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I.A. Metodologia de custo de produção utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v.23, n.1, p.123 – 139, 1976.

MEROTTO JR, A.; MUNDSTOCK, C.M. Wheat root growth as affected by soil strength. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.23, n.2, p.197 – 202, 1999.

MIYASAKA, S.; FREIRE, E.S.; MASCARENHAS, H.A.A.; IGUE, T. Adubação verde, calagem e adubação mineral do feijoeiro em solo sob vegetação de cerrado. **Bragantia**, Campinas, v.24, p.321 – 338, 1965.

MIYASAKA, S. **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas do Estado de São Paulo**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 138p.

MUZILLI, O. Desenvolvimento e produtividade das culturas. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Plantio direto no Paraná**. Londrina: IAPAR, 1981. p.43 – 57. (Circular IAPAR 23)

OLIVEIRA, I.P.; OLIVEIRA, R.M.; AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; THUNG, M.; FARIA, C.D. Variações no pH do solo e produtividade do feijão-comum em plantio direto irrigado, sobre várias coberturas mortas. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos...**Viçosa:UFV, 2002a. p.712 – 714.

OLIVEIRA, I.P.; OLIVEIRA, R.M.; AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; THUNG, M. Produção do feijoeiro em plantio direto sobre diferentes resíduos e sua resposta à aplicação de nitrogênio. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002b, Viçosa. **Resumos...**Viçosa: UFV, 2002b. p.715 – 717.

OLIVEIRA, T.K.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1079 – 1087, 2002c.

PACHECO, E.P.; MARINHO, J.T.S. Plantio direto de feijão em sucessão ao milho no estado do Acre. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos...**Viçosa: UFV, 2002. p.579 – 581.

PORTES, T.A.; CARVALHO, S.I.C.; OLIVEIRA, I.P.; KLUTHCOUSKI, J. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n. 7, p.1349 – 1358, 2000.

PRADO, R.M.; ROQUE, C.G.; SOUZA, Z.M. Sistemas de preparo e resistência à penetração e densidade de um Latossolo Vermelho eutrófico em cultivo intensivo e pousio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.37, n.12, Brasília, 2002

RAIJ, B. VAN; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: IAC, 1983. 31p. (Boletim técnico, 81).

RAPASSI, R.M.A.; TARSITANO, M.A.A.; SÁ, M.E.; GOMES JUNIOR, F.G. Custos e lucratividade da cultura do feijoeiro de inverno em função da aplicação de doses de nitrogênio e ou molibdênio. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos...**Viçosa: UFV, 2002a. p.661 – 662.

RAPASSI, R.M.A.; TARSITANO, M.A.A.; SÁ, M.E. Análise econômica do feijão de inverno considerando combinações de doses de nitrogênio e molibdênio. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos...**Viçosa: UFV, 2002b. p.658 – 660.

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

SANTOS, A.B.; SILVA, O.F.; FERREIRA, E. Avaliação de práticas culturais em um sistema agrícola irrigado por aspersão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.32, p.317 – 327, 1997.

- SILVA, C.C.; SILVEIRA, P.M.; ZIMMERMANN, F.J.P.; STONE, L.F. Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, 1999b. Salvador. **Resumos...** Salvador: EMBRAPA, 1999. p.823 – 826 .
- SILVA, M.L.N.; CURI, N.; BLANCANEUX, P. Sistemas de manejo e qualidade estrutural de Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p.2485 – 2492, 2000
- SILVA, V.A.; ANDRADE, M.J.B.; RAMALHO, M.A.P.; SALVADOR, N.; KIKUTI, H. Efeitos de métodos de preparo do solo e doses de adubação NPK sobre o feijão da "seca" em seqüência à cultura do milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n.2, p.454 – 461, 2001.
- SILVA, C.S.W.; FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C.M.; FAGUNDES, J.L.; SILVA, A.A.; SEDIYAMA, S. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo sobre a cultura do feijão. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos...**Viçosa: UFV, 2002a. p.564 – 565.
- SILVA, M.G.; ARF, O.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S; SORATTO, R.P.; SILVA, T.R.B. Manejo do solo e adubação nitrogenada em cobertura em feijoeiro de inverno. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos...**Viçosa: UFV, 2002b. p.612 – 614.
- SILVA, T.R.B.; ARF, O.; SORATTO, R.P. Adubação nitrogenada e resíduos vegetais no desenvolvimento do feijoeiro em sistema de plantio direto. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos...**Viçosa: UFV, 2002c. p.637 – 640.
- SILVEIRA, P.M.; SILVA, S.C.; ZIMMERMANN, F.J.P.; CUNHA, A.A. Amostragem e variabilidade espacial da produtividade do feijoeiro em uma área experimental submetida a diferentes sistemas de preparo do solo. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, 1999, Salvador. **Anais...**Goiânia: Embrapa-CNPAF, 1999. p. 613 – 616.

SILVEIRA, P.M.; SILVA, O.F.; STONE, L.F.; SILVA, J.G. Efeitos do preparo do solo, plantio direto e de rotações de culturas sobre o rendimento e a economicidade do feijoeiro irrigado.

**Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, D.F., v.36, n.2, p.257 – 263, 2001.

SOUZA, Z.M. **Propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho – Escuro de Selvíria (MS) sob diferentes usos e manejos**. Ilha Solteira, 2000. 127p. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

SOUZA, Z.M.; ALVES, M.C. Movimento de água e resistência à penetração em um latossolo vermelho distrófico de cerrado, sob diferentes usos e manejos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.7, n.1, p.18 – 23, 2003

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A. Efeito de sistemas de preparo do solo no uso da água e produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.4, p. 835 – 841, 2000.

TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; DIAS, O.S.; CAMPIDELI, C.; BULISANI, E.A. Cultura da soja após a incorporação de adubo verde e orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, D.F., v.27, n.11, p.1477 – 1483, 1992.

TEDESCO, M.J. **Matéria orgânica e nitrogênio**. Porto Alegre: UFRGS, 1983. p.87 – 123.

TORMENA, C.A.; ROLOFF, G. Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.20, n.2, p.333 – 339, 1996.

TORMENA, C.A.; BARBOSA, M.C.; COSTA, A.C.S.; GONÇALVES, C.A. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia Agricola**, v.59, n.4, p.795 – 801, 2002.

URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, D.F., v.35, n.3, p.497 – 506, 2000.

USDA – United States Department of Agriculture. Soil Survey Division. Soil Conservation Service. Soil Survey Staff. **Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys**. Washington, 1975. 754p. (USDA. Agriculture Handbook, 436).

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**, York, p.241 – 248, 1993.

YOKOYAMA, L.P. O feijão no Brasil no período de 1984/85 a 1999/00: aspectos conjunturais. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos...**Viçosa: UFV, 2002. p.654 – 657.

WUTKE, E. B.; FANCELLI, A. L.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; AMBROSANO, G. M. B. Rendimento do feijoeiro irrigado em rotação com culturas graníferas e adubos verdes. **Bragantia**, v 57, n 2, p 325 – 338, 1998.

WUTKE, E.B.; PIRES, R.C.M.; SAKAI, E.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A. Desenvolvimento vegetativo, rendimento e qualidade de sementes de feijoeiro após cultivo de adubos verdes. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, 2002, Viçosa. **Resumos...**Viçosa: UFV, 2002. p.582 – 585.

ZAFFARONI, E.; BARROS, H.H.A.; LÓBREGA, J.A.M.; LACERDA, J.T.; SOUZA JR., V.E. Efeito de métodos de preparo do solo na produtividade e outras características agronômicas de milho e feijão no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.99 – 104, 1991.

## 7. ANEXOS



**Figura 7** – Aspecto visual da cultura do arroz 14 dias após a sementeira nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 8** – Aspecto visual da cultura da *Crotalaria juncea* 14 dias após a sementeira nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 9** – Aspecto visual da cultura do milho 14 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 10** – Aspecto visual da cultura da soja 14 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.





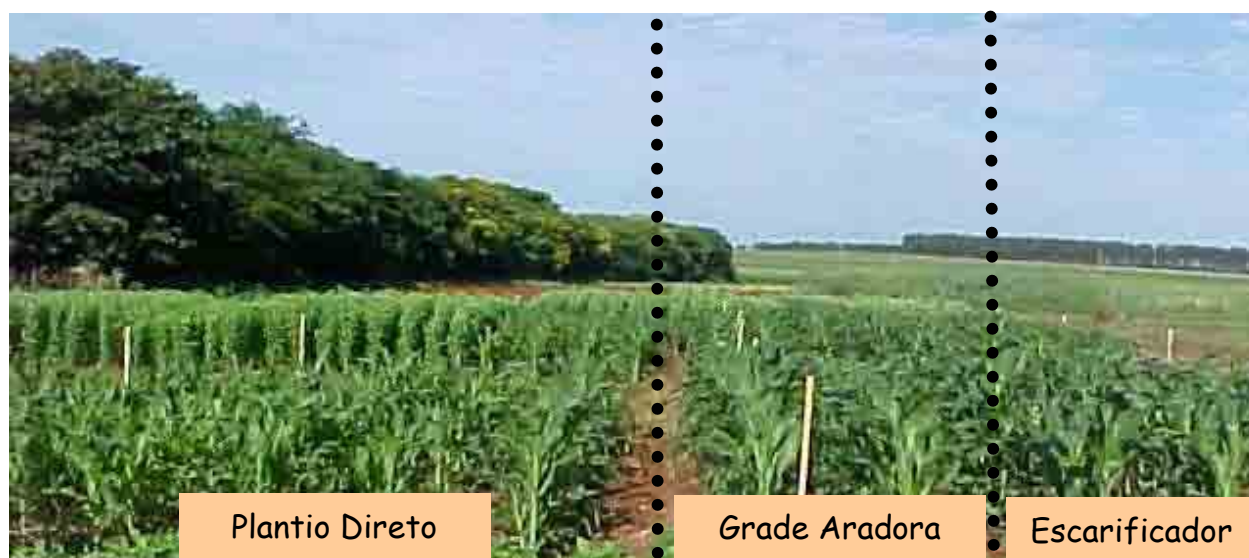
**Figura 11** – Aspecto visual do experimento 14 dias após a semeadura. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 12** – Aspecto visual da cultura do arroz 36 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 13** – Aspecto visual da cultura da *Crotalaria juncea* 36 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 14** – Aspecto visual da cultura do milho 36 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 15** – Aspecto visual da cultura da soja 36 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 16** – Aspecto visual do experimento 36 dias após a semeadura. Selvíria (MS), safra 2003/04.



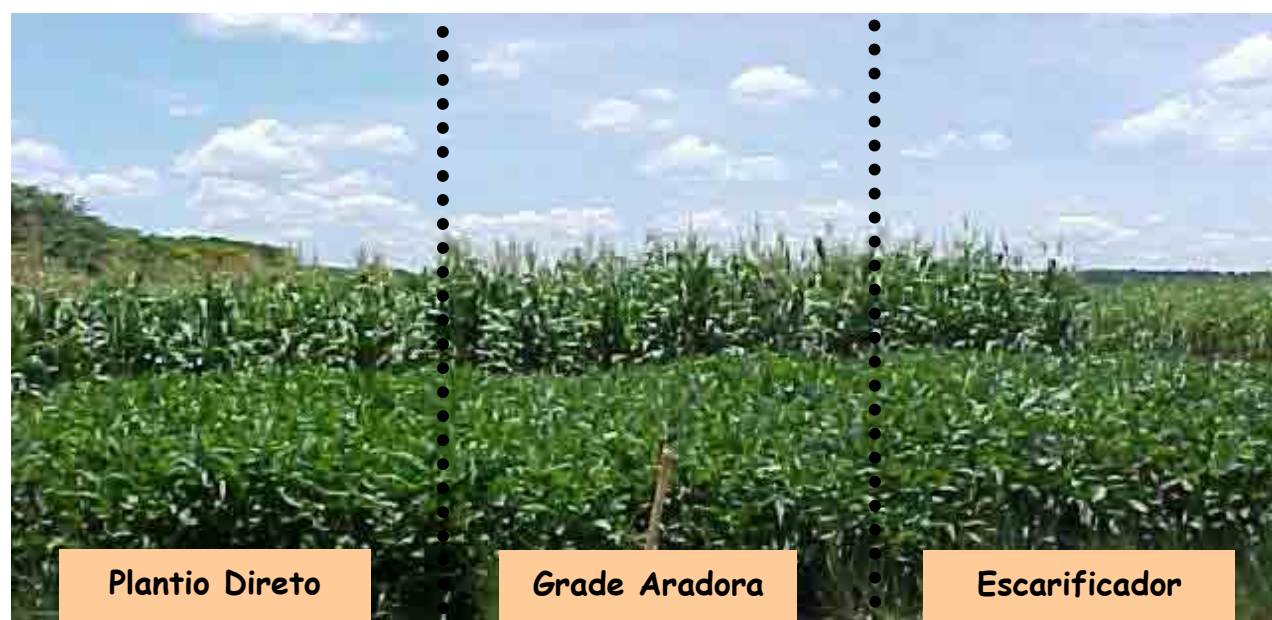
**Figura 17** – Aspecto visual da cultura do arroz 55 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 18** – Aspecto visual da cultura da *Crotalaria juncea* 55 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 19** – Aspecto visual da cultura do milho 55 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 20** – Aspecto visual da cultura da soja 55 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 21** – Aspecto visual do experimento 55 dias após a semeadura. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 22** – Aspecto visual da cultura da *Crotalaria juncea* 101 dias após a semeadura nos sistemas de preparo do solo. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 23** – Aspecto visual da cultura do arroz 101 dias após a sementeira nos sistemas. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 24** – Aspecto visual do consórcio milho + mucuna preta 101 dias após a sementeira nos sistemas. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 25** – Aspecto visual da cultura da soja 101 dias após a sementeira nos sistemas. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 26** – Aspecto visual do consórcio milho + capim braquiária 101 dias após a semeadura nos sistemas. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 27** – Aspecto visual do experimento 101 dias após a semeadura. Selvíria (MS), safra 2003/04.





**Figura 28** – Aspecto visual da cultura do feijão 42 dias após a semeadura. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 29** – Aspecto visual da cultura do feijão 83 dias após a semeadura. Selvíria (MS), safra 2003/04.



**Figura 30** – Aspecto visual da cultura do feijão 91 dias após a semeadura. Selvíria (MS), safra 2003/04.