

**EDSON PEREIRA LIMA**

**EFEITOS DO MANEJO DE RESTOS CULTURAIS DE MILHO (*Zea mays* L.) E  
SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO NA CONDUÇÃO DA CULTURA DO FEIJÃO  
(*Phaseolus vulgaris* L.) IRRIGADO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Engenharia Agrícola, área de concentração em Irrigação e Drenagem, para obtenção do título de "Mestre".

**Orientador**

**Prof. NILSON SALVADOR**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL  
1996**

Ficha Catolgráfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da  
Biblioteca Central da UFLA

Lima, Edson Pereira

Efeitos do manejo de restos culturais de milho (*Zea mays* L.) e sistemas de preparo do solo na condução da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado / Edson Pereira Lima. -- Lavras : UFLA, 1996.

57 p. : il.

Orientador: Nilson Salvador.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Feijão irrigado - Preparo do solo. 2. Milho - Resíduo. 3. Umidade. 4. Produtividade. 5. Retenção de água. 6. Feijão - Irrigação. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.65287

**EDSON PEREIRA LIMA**

**EFEITOS DO MANEJO DE RESTOS CULTURAIS DE MILHO (*Zea mays* L.) E  
SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO NA CONDUÇÃO DA CULTURA DO FEIJÃO  
(*Phaseolus vulgaris* L.) IRRIGADO**

**Dissertação apresentada à Universidade Federal de  
Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado  
em Engenharia Agrícola, área de concentração em  
Irrigação e Drenagem, para obtenção do título de  
“Mestre”.**

**APROVADA em 30 de agosto de 1996**



**Prof. Manoel Alves de Faria**



**Prof. Fábio Moreira da Silva**



**Prof. Nilson Salvador  
(Orientador)**

**Aos meus pais,**

**José Pereira de Lima e**

**Rute de Azevedo Lima**

**A minha irmã,**

**Ediceia Aparecida Lima**

**A minha esposa,**

**Adriana Maria de Souza Furtado Lima**

**OFEREÇO**

**A Deus,**

**AGRADEÇO**

**e**

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras, através do Departamento de Engenharia Agrícola, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela oportunidade e suporte financeiro concedido.

Ao Professor Nilson Salvador, pela amizade, estímulo e capacidade com que orientou este trabalho.

Ao Professor Manoel Alves de Faria, pelas excelentes contribuições para a concretização deste trabalho.

Aos Professores do curso de pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras, pela dedicação e pelos ensinamentos recebidos.

Aos funcionários do galpão de máquinas agrícolas e ao amigo Renildo Luiz Mion, pela importante contribuição na fase de implantação do experimento.

Aos Professores Eduardo Bearzoti e Marcelo Silva de Oliveira, pelas sugestões apresentadas e preciosa colaboração nas análises estatísticas.

Ao Professor Mozart Martins Ferreira, pelas sugestões apresentadas e contribuição relacionada com o trabalho.

Aos funcionários da Biblioteca Central, pelo auxílio nas diversas fases do levantamento bibliográfico.

Aos graduandos em Engenharia Agrícola, Carmello Crisafulli Machado e Crhistiane Coletti, pelo acompanhamento e valioso apoio na execução das etapas experimentais.

Aos colegas do curso de pós-graduação, pela amizade, convivência e espírito de colaboração.

A todos aqueles que, de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

	página
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	vi
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1 Manejo de restos culturais .....	3
2.2 Sistema de preparo do solo .....	4
2.3 Efeito de sistemas de preparo nas propriedades físicas dos solos .....	7
2.4 Efeito de sistemas de preparo do solo sobre a produção .....	9
2.5 Cultura do feijão .....	10
2.5.1 Densidade de plantas .....	11
2.5.2 Produtividade .....	12
2.6 Manejo da irrigação .....	12
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	15
3.1 Localização e características da área experimental .....	15
3.2 Delineamento experimental e tratamentos .....	15
3.3 Caracterização inicial do solo .....	17
3.4 Características avaliadas .....	19
3.4.1 Matéria seca dos restos culturais de milho .....	19
3.4.2 Comprimento médio ponderado dos restos culturais de milho (CMP) .....	19
3.4.3 Incorporação dos restos culturais de milho .....	20
3.4.4 Características agronômicas da cultura do feijão .....	21
3.4.5 Retenção de umidade .....	22
3.5 Manejo da irrigação .....	26
3.6 Procedimentos estatísticos .....	27
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	28
4.1 Matéria seca dos restos culturais de milho .....	28
4.2 Comprimento médio ponderado dos restos culturais de milho (CMP) .....	29
4.3 Distribuição percentual de fragmentos sobre a superfície .....	30
4.4 Parâmetros culturais do feijão .....	32

4.5 Retenção de água no solo .....	35
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>42</b>
<b>6 SUGESTÕES .....</b>	<b>43</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>44</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>53</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA</b>		<b>Página</b>
1	Resultados das análises química e física das amostras de solo utilizadas para caracterização inicial da área experimental, realizadas nos Laboratórios do Departamento de Ciências do Solo da UFLA/Lavras - MG .....	18
2	Dados de umidade volumétrica, módulo do potencial matricial e parâmetros da equação de van Genuchten (1980), para as camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm .....	23
3	Produção de matéria seca de restos culturais de milho sobre a superfície da área experimental .....	28
4	Dados referentes ao comprimento médio ponderado de restos culturais de milho (CMP) manejados por roçadora (R) e grade (G), em cm .....	29
5	Resumo da análise de variância dos dados transformados relativos a distribuição de restos culturais de milho sobre a superfície, após os tratamentos de preparo do solo .....	30
6	Dados de distribuição percentual de restos culturais de milho sobre a superfície da área experimental, em % .....	31
7	Médias de dados transformados, de distribuição de restos culturais de milho sobre a superfície da área experimental, em função de sistemas de preparo do solo e destes, dentro de manejo de restos culturais com roçadora (R) e grade (G) .....	31
8	Resumo das análises de variância dos parâmetros culturais de feijão sob sistemas de preparo do solo (S.P.SOLO) e manejo de restos culturais (MANJ.R.C.) .....	34
9	Componentes da produção e produtividade de grãos para a cultura do feijão .....	35



10	Resumo da análise de variância de dados relativos ao armazenamento de água no solo, na camada de 0 a 40 cm .....	36
11	Precipitações ocorridas em (mm) durante o ciclo da cultura do feijão, determinadas pela estação agrometeorológica da UFLA/Lavras - MG .....	40

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>Página</b>
1	Croquis da distribuição dos tratamentos na área experimental com suas respectivas dimensões (m), e locais .....	18
2	Detalhe de cada subparcela com as linhas de semeadura de feijão.....	18
3	Croquis da área experimental indicando os locais de coleta de restos culturais de milho (1, 2, 3, ... , 10) sobre a superfície para determinação de matéria seca .....	19
4	Curva de retenção ajustada para o Latossolo Vermelho-Escuro distrófico na camada de 0 a 20 cm .....	23
5	Curva de retenção ajustada para o Latossolo Vermelho-Escuro distrófico na camada de 20 a 40 cm .....	24
6	Croquis do esquema da distribuição do sistema de irrigação na área experimental .....	26
7	Distribuição percentual de classes de restos culturais de milho fragmentados, pela roçadora (R) e grade intermediária (G) .....	30
8	Distribuição percentual de restos culturais de milho sobre a superfície do solo, após as operações de manejo de restos culturais e sistemas de preparo .....	32
9	Armazenamento de água no solo na camada de 0 a 40 cm em função do sistema de preparo do solo com o manejo de restos culturais por roçadora .....	38

10	Armazenamento de água no solo na camada de 0 a 40 cm em função do sistema de preparo do solo com o manejo de restos culturais por grade intermediária .....	39
----	---	----

## RESUMO

LIMA, Edson Pereira. **Efeitos do manejo de restos culturais de milho (*Zea mays* L.) e sistemas de preparo do solo na condução da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado.** Lavras: UFLA, 1996. 57p. (Dissertação - Mestrado em Irrigação e Drenagem).

Com objetivo de estudar os efeitos de sistemas de preparo do solo e manejo de restos culturais de milho na retenção de umidade do solo e na produtividade de feijão, foi conduzido um experimento num Latossolo Vermelho-Escuro distrófico em área do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras. O delineamento experimental foi em esquema de faixas, split block, com duas repetições, sendo aplicado nas parcelas cinco sistemas de preparo do solo: SD - semeadura direta; PS - preparo conservacionista com escarificador; PE - preparo excessivo; PC - preparo convencional com arado de disco; AA - aração com aivecas. Já nas subparcelas foram aplicados dois métodos de manejo de restos culturais: R - roçadora e G - grade intermediária de arrasto. A cultivar de feijão utilizada foi a carioca - MG, a qual foi irrigada através de um sistema de aspersão fixo-portátil. Foram analisados antes dos sistemas de preparo do solo: matéria seca de restos culturais de milho sobre a superfície, comprimento médio ponderado dos resíduos manejados e distribuição percentual das classes de comprimento dos fragmentos. Após os sistemas de preparo foram analisados: a incorporação de restos culturais, componentes da produção e rendimento de grãos e retenção de umidade. Foram utilizados dois métodos na determinação da umidade nas camadas de solo de 0 a 40 cm de profundidade. No primeiro, as umidades médias foram obtidas em camadas de 10 cm pelo processo gravimétrico; no segundo, indiretamente por tensiômetros instalados a 15 e a 30 cm de profundidade. Verificou-se que a quantidade de matéria seca produzida pela cultura do milho foi suficiente para cobrir a superfície do solo em mais de cinquenta por cento. O comprimento médio ponderado dos restos culturais resultante da ação de roçadora e de grade foram estatisticamente iguais, proporcionando a mesma eficiência de manejo. Verificou-se também

---

\* Orientador: Nilson Salvador; Membros da Banca: Manoel Alves de Faria, Fábio Moreira da Silva

que as maiores incorporações ocorreram nos tratamentos que sofreram o manejo dos restos culturais com grade, destacando o preparo convencional com arado de disco e o preparo excessivo. Os componentes da produção e rendimento de grãos não foram afetados pelos sistemas de preparo do solo e de manejo de restos culturais, sendo estatisticamente iguais ao nível de cinco por cento de probabilidade. O mesmo ocorreu para o armazenamento de água no solo durante o ciclo da cultura. A produtividade média alcançada de 948 quilos por hectare foi baixa, considerando-se uma cultura irrigada. Isto é consequência das pequenas sementes produzidas e da redução de plantas por hectare, o que refletiu situações de déficit hídrico durante o ciclo da cultura.

## ABSTRACT

### **EFFECTS OF MANAGEMENT OF CORN (*Zea mays* L.) CULTURAL RESIDUES AND SOIL TILLAGE SYSTEMS ON THE CONDUCTION OF THE IRRIGATED (*Phaseolus vulgaris* L.) BEAN CROP.**

With a view to studying the effects of soil tillage systems and corn cultural residue management in soil moisture retention and bean yield an experiment was conducted in a Dark-Red dystrophic Latosol in area of the Department of Agriculture at the Universidade Federal de Lavras. The experimental design was in strip scheme, split block, with two replications. In the plots, five soil tillage systems were applied: SD - direct sowing; PS - conservation tillage with scarifier; PE - excessive tillage; PC - conventional tillage with disk plough; AA - mould-board plowing. And in the sub plots, two methods of cultural residue management were applied: R - law-mower and G - offset disk harrow. The cultivar of bean used was the carioca - MG which was irrigated through a portable-fixed sprinkling system. Before the soil tillage system: dry matter of cultural residues on the surface, weighted average length of the managed residues and percent distribution of the length classes of fragments were analysed. After the tillage system, the following were analysed: cultural residue incorporation, grain yields and production components and moisture retention. Two methods were used in determining moisture in the soil layers from 0 to 40 cm deep. In the former, average moistures were obtained in 10 cm layers by the gravimetric process, in the latter, indirectly by tensiometers installed at 15 and 30 cm deep. It was found that the amount of dry matter produced by the corn crop was enough to cover the soil surface by over fifty percenty. The weighted average length of cultural residues resulting from the action of the law-mower and harrow were statistically equal, providing the same management efficiency. It was also found that the largest incorporations occurred in the treatments which went through the cultural residue management wiht harrow, standing out the conventional tillage with disk plough and excessive tillage. The grain production

and yield components were not affected by the soil tillage systems and cultural residue management, being statistically equal at five percent level of probability. The same occurring to the water storage in the soil throughout the crop cycle. The average yield reached of 948 kilograms per hectare, was low, taking into account an irrigated crop. This is a consequence from both the small seeds produced and reduction of plants per hectare, which reflected water deficit situations over the crop cycle.

## 1 INTRODUÇÃO

Com a crescente evolução das áreas irrigadas no Brasil, torna-se necessário uma rápida transferência de tecnologia aos produtores que estão em busca de produtividades mais lucrativas. Neste contexto, tem-se uma agricultura intensiva, com mais de um cultivo por ano na mesma área, sem tempo adequado para o preparo do solo entre um cultivo e outro, dificultando o manejo de restos culturais. Muitas alternativas têm sido usadas pelos agricultores para que os restos remanescentes de uma cultura não prejudiquem o desenvolvimento da outra subsequente. Dentre as mais usadas estão o fogo, a retirada dos restos culturais da área e o enterrio com seqüência variável de operações como, picagem e incorporação, utilizando roçadora, arados e grade, dentre outros implementos.

A retirada ou queima dos restos culturais da área acarreta grande perdas de compostos lignificados que poderiam melhorar a matéria orgânica do solo, além de facilitar o seu processo erosivo. No entanto, a permanência de restos culturais sobre a superfície do solo contribui para a diminuição do impacto da água da chuva, melhor conservação de umidade do solo e melhoria na taxa de infiltração.

A eficiência do manejo dos restos culturais está ligado diretamente à quantidade, tipo e ao tamanho de corte. Assim, quanto menor for o tamanho de corte, mais fácil se torna o manejo e melhor será as condições para o processo de decomposição. No caso das gramíneas, como o milho (*Zea mays* L.), onde o processo de decomposição é mais lento, geralmente ocorre competição por nitrogênio entre o processo de decomposição dos restos culturais e o desenvolvimento da cultura implantada. Por esta razão, há necessidade de se verificar qual dos implementos agrícolas é mais eficiente para picar os restos culturais do milho.

No entanto, deve-se ressaltar que o manejo da agricultura moderna visando a máxima produtividade, vem cada vez mais se intensificando, desde o preparo do solo até a colheita, o que contribui para aumentar os problemas de conservação do solo. Desta forma, pesquisas estão sendo realizadas procurando substituir ou mesmo eliminar certas operações usadas no cultivo convencional, por outras mais práticas e menos onerosas como ocorrem nos preparos



conservacionistas. Associado ao manejo de restos culturais e sistemas de preparo do solo, nota-se a crescente exploração da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), principalmente por ser a base alimentar da população de baixo poder aquisitivo além de ser rico em proteínas.

Tendo em vista essas considerações, o objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos do manejo de restos culturais de milho e de sistemas de preparo periódico na retenção de umidade do solo, e na produtividade do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) sob irrigação.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Manejo de restos culturais

A manutenção de restos culturais da cultura anterior na superfície vem sendo amplamente utilizada como alternativa para diminuir as variações de temperatura do solo, as perdas por erosão e para reter maior quantidade de água no solo, Bragagnolo e Mielniczuk (1990).

Para Lopes, Cogo e Levien (1987), são vários os benefícios que os restos culturais proporcionam ao solo. Resíduos culturais espalhados uniformemente sobre a superfície do solo recém-preparado, tornam-se bastante eficazes no controle da erosão hídrica. Os autores ainda afirmam que 3000 kg/ha de resíduos culturais são suficientes para cobrir até 50 % da superfície do solo.

No caso específico do milho, o elevado teor de lignina, dificulta o corte dos restos culturais e sua decomposição. Portanto, para se realizar um manejo mais eficaz dessa cultura, o Instituto Agrônomo do Paraná (1993), recomenda o uso de roçadora, segadora, rolo-faca ou grade niveladora fechada.

Analisando o serviço de fragmentação realizado por uma roçadora sobre o capim colômbio (*Panicum maximum* L.), Lino, Peche Filho e Storino (1995) verificaram que o comprimento dos fragmentos, usando metodologia descrita por Boller, Klein e Heissler (1992) e Peche Filho et al. (1994), ficaram uniformizados, satisfazendo as necessidades de picagem do material, seja para sua incorporação ou para servir de cobertura morta.

Lafien, Amemiya e Hintz (1981), compararam três métodos de determinação da cobertura do solo com dez tipos de resíduos culturais em dez campos com preparo conservacionista, usando os métodos: fotográfico, da trena e da régua. Segundo os autores, o método da trena mostrou-se o mais preciso e adequado para uso a campo. Richards, Walter e Muck

(1984) avaliaram a variação da cobertura do solo pelo método da trena, segundo Laflen, Amemiya e Hintz (1981), e concluíram que, para se obter resultados confiáveis, deve-se ter várias medidas.

Lombardi Neto et al. (1988) realizando estudos com restos culturais de milho sobre um Latossolo Roxo distrófico, A moderado, textura argilosa, constataram como Fryrear (1985) e Lopes, Cogo e Levien (1987), que restos culturais picados e espalhados na superfície exercem papel fundamental na conservação da umidade do solo, além de controlar a erosão.

Para mostrar a importância que a cobertura morta apresenta sobre a diminuição das altas temperaturas e da perda de água do solo para cultivos de soja em sucessão ao trigo; Morote, Vidor e Mendes (1990) avaliaram o efeito da cobertura morta (0,0; 3,3 e 6,6 toneladas de palha de trigo por hectare) e da irrigação em um solo aluvial distrófico. Concluíram que as médias semanais das temperaturas tomadas às 09:00 horas a 5 cm de profundidade, não apresentaram diferenças expressivas em função dos tratamentos de cobertura morta, enquanto que as médias tomadas às 15 horas mostraram diminuição de até 8°C, em relação ao solo descoberto, simplesmente pela manutenção da resteva de trigo sobre a superfície do solo. Valores semelhantes foram obtidos por Bragagnolo e Mielniczuk (1990) utilizando-se palha de trigo (0,0; 2,5; 5,0 e 7,5 t/ha) onde observaram a evolução diária da temperatura a 5 cm de profundidade e a umidade volumétrica do solo nas camadas de 0 a 5 e 5 a 10 cm de profundidade. Pela aplicação de 7,5 t/ha de palha, reduziu-se a temperatura máxima do solo em 8,5°C. Neste tratamento verificou-se também, um acréscimo de 10 unidades percentuais de água em relação ao solo descoberto.

## **2.2 Sistema de preparo do solo**

Alvarenga, Cruz e Pacheco (1987), definem o preparo do solo como um conjunto de operações realizadas antes do plantio de uma cultura, deixando o solo em condições de receber as sementes e favorecer o crescimento inicial das plantas. Chamam a atenção para o grau de ação danosa na estrutura do solo se não forem tomados cuidados com essas operações no momento de executá-las. Já Negi et al. (1990) dizem que um dos objetivos do preparo do solo é criar uma estrutura adequada, com tamanho e número de poros apropriados à germinação das sementes, à emergência e crescimento das culturas.

Estes objetivos, segundo Mazuchowski e Derpsch (1984), devem ser atingidos com o menor número possível de operações sobre o terreno, reduzindo o tráfego e consumo de combustível necessários para a implantação da cultura, sempre conservando os solos.

É usualmente utilizado na agricultura brasileira o sistema de preparo do solo convencional, o qual consiste no conjunto de operações caracterizadas, comumente, de uma aração com discos e duas gradagens, visando criar condições favoráveis ao estabelecimento da cultura, Mantovani (1987). Para Mazuchowski e Derpsch (1984) no sistema convencional ocorre mistura do solo com restos culturais e a ruptura das camadas compactadas, localizadas na profundidade de 10 a 20 cm, o que permite a melhoria da infiltração de água. Tais camadas aparecem em certos solos onde ocorre cultivo mecanizado intenso. Ainda segundo estes autores, como a superfície do solo fica bastante livre de restos vegetais, aumenta-se o risco de erosão após o preparo do solo pelo sistema convencional.

Procurando saber qual seria a melhor prática de preparo para cada tipo de solo, clima e cultura, Mckyes et al. (1979), observaram o quanto é complexo o sistema solo-água-planta, sem mencionar a variabilidade de solo e do clima em todo o mundo. No entanto, Sarvasi (1994), relata que os sistemas de preparo do solo tiveram alterações nos últimos anos, face à utilização de implementos maiores e de alto rendimento, tracionados por máquinas de alta potência e pesadas. Desta forma, muitas pesquisas têm sido desenvolvidas para estudar os efeitos das relações solo-máquina-planta, como apontam os trabalhos de Maia e Eltz (1992), Ortolani et al. (1992), Borin e Sartori (1995) e Coan e Arcuri (1995), os quais evidenciam que as culturas assumem comportamentos diferentes quando se alteram as condições do solo e do clima.

Atualmente, as atividades agrícolas praticadas pela moderna agricultura empresarial, com a exploração de duas ou mais safras por ano, aumenta o revolvimento do solo, colocando em risco dentre outros fatores, a sua conservação e limitando, a curto prazo, a produtividade das culturas. Portanto, devido à acentuada erosão do solo e redução de produtividade das lavouras surge o interesse por sistemas alternativos de preparo do solo, conhecidos por sistemas conservacionistas Silva, Bahia e Barroso (1992). Sistemas de preparo conservacionistas são efetivos em reduzir a erosão do solo por aumentar a sua cobertura com restos culturais, reduzindo bastante o escoamento superficial, Laflen e Colvin (1981), Lindstron e Onstad (1984), Stein et al. (1986), Edwards, Norton e Redmond (1988), Dick et al. (1989) e West et al. (1991).

Dentre esses métodos, a semeadura direta tem merecido maior atenção, seja por parte dos pesquisadores, seja pelos produtores. Segundo Derpsch (1984a) a semeadura direta é um sistema de semeadura no qual a semente é colocada diretamente no solo não mobilizado, usando-se máquinas especiais. Neste tipo de plantio abre-se um pequeno sulco no solo, de profundidade e largura suficientes para garantir uma boa cobertura e o contato da semente com solo, que desta forma tem apenas 25 a 30 % da superfície preparada. Antes da semeadura, aplica-se um herbicida, preferencialmente de contato, sobre as invasoras da área, Chagas (1988). Contudo, deve-se ter cuidado quanto a necessidade do uso racional da semeadura direta, já que à primeira vista evita a erosão, por manter a estrutura do solo, mas que com o decorrer dos anos facilita esta mesma erosão devido à compactação superficial, a qual dificulta a infiltração de água, favorecendo o seu escoamento. Comentando sobre a compactação de solos, provenientes do uso de sistemas de plantio direto, Magalhães (1990) ressalta que a semeadura direta tem-se mostrado um método bastante efetivo para amenizar a compactação de solos em regiões onde um processo de descompactação natural é conseguido. No entanto, onde isso não é possível, recomenda-se que esporadicamente o solo tenha que ser preparado da maneira convencional.

Segundo Derpsch (1984b), a semeadura direta é a forma mais eficiente de preparo conservacionista, porém sua maior complexidade no que diz respeito a eliminação de plantas daninhas com produtos químicos, faz com que os agricultores que pretendem sair do preparo convencional com arado de disco, utilizem a escarificação, que é uma técnica largamente utilizada nos Estados Unidos e na Europa com o objetivo de melhor conservar o solo e economizar combustível. Mazuchowski e Derpsch (1984) ainda destacam que na escarificação consegue-se duplicar o rendimento operacional.

Estudando os latossolos sob mecanização intensa, Peche Filho e Coelho (1990) afirmam que estes podem apresentar na profundidade de 20 a 30 cm, uma camada de solo duramente compactada com 5 a 10 cm de espessura, onde recomenda-se o uso do escarificador, que não inverte totalmente o solo, mas sim, torna-o solto quebrando sua estrutura sem alterar seus agregados, deixando que resíduos orgânicos fiquem na superfície, protegendo o solo contra a erosão. Segundo Mazuchowski e Derpsch (1984), o sistema reduzido usando escarificador, diminui sensivelmente os riscos de erosão pela menor desagregação do solo e pelos resíduos que ficam na superfície, bem como pela maior infiltração de água. Ao avaliar a percentagem de cobertura do solo com restos culturais de centeio após o preparo do solo com seis modelos de

escarificadores Klein et al. (1995) concluíram que a superfície do solo ainda ficou coberta com restos culturais com valores em torno de 70 %, o que destaca o escarificador em relação a outros implementos de preparo por promover menor incorporação de restos culturais ao solo.

Ainda como opção de mudança ao preparo convencional com arado de disco tem-se o arado de aivecas que, além de conseguir inverter a leiva de forma perfeita, consegue uma melhor penetração no solo, especialmente em condições adversas, como é o caso de solo seco ou compactado, Mazuchowski e Derpsch (1984). Estes autores ainda caracterizam a aração com aivecas como a inversão da camada superficial do solo, em 20 a 25 cm de profundidade, de tal forma que partes do solo são invertidas em ângulo de aproximadamente 135°, cobrindo a maior parte das plantas ou restos vegetais que se encontram na superfície, ocorrendo nenhuma ou muito pouca mistura do solo.

### **2.3 Efeito de sistemas de preparo nas propriedades físicas dos solos**

Algumas mudanças no solo ocorrem num período curto de tempo ou mesmo em uma simples prática de preparo; outras, somente são visíveis ou mensuráveis com um manejo contínuo. Assim, se as relações de massa e volume de solo na camada arável variam a cada revolvimento, os processos de deterioração da estrutura são mais demorados, Vieira (1981).

Schultz (1987) ressalta que o revolvimento do solo reduz a densidade por ocasião do preparo, mas logo a seguir, nota-se um encrostamento superficial, provocado, principalmente, pelo impacto de chuvas pesadas com posterior reorganização e formação de camadas compactadas logo abaixo da camada revolvida. E, ainda descreve que a desagregação ou quebra das partículas do solo, como consequência do cultivo excessivo, faz com que os pequenos fragmentos entupam os poros, impedindo a infiltração de água. O autor comenta ainda que na semeadura direta a quebra física é reduzida, mantendo a estrutura do solo, pois o impacto da chuva no solo é absorvido pela cobertura morta.

A quantidade e disponibilidade de água no solo para as culturas dependem das características físicas do solo, das condições climáticas e da cobertura vegetal. Razini (1984) confirma estes fatos e diz que um solo com cobertura morta não tem erosão. Não havendo compactação a infiltração de água aumenta, evita-se a evaporação pela menor temperatura na sua superfície e conseqüentemente eleva a disponibilidade de água para as plantas.

Centurion e Demattê (1985) trabalhando em um Latossolo Vermelho-Escuro cultivado com soja, estudaram durante 8 anos a influência do preparo convencional, reduzido, preparo excessivo e semeadura direta sobre algumas de suas propriedades físicas e, constataram que o sistema de semeadura direta propiciou ao solo maior homogeneidade estrutural, resultando em maior disponibilidade de água para as plantas, do que naqueles sistemas onde houve formação de camadas compactadas, e menor taxa de infiltração de água. Já Abrão et al. (1979) ao compararem o efeito de seis métodos de preparo do solo, a partir de um experimento no quarto ano de execução, que incluía desde a semeadura direta até a subsolagem em um Latossolo Roxo distrófico, observaram que não houve diferenças aparentes na retenção de umidade do solo.

Vieira (1981), trabalhando em um Latossolo Roxo Distrófico em sistema de semeadura direta e plantio convencional, observou que nas camadas superficiais as diferenças são maiores em favor da semeadura direta, diminuindo com a profundidade. Entretanto, a somatória das pequenas diferenças em favor da semeadura direta, considerando-se todo o perfil, apresentava valores mais elevados.

Associando os efeitos dos sistemas de cultivo de cana-de-açúcar nas propriedades e características do solo e do meio ambiente na retenção de água e na porosidade, em função da profundidade do solo e do tempo após o cultivo, Corsini, Malheiros e Sacchi (1986) verificaram que independente do valor da tensão da água do solo, os valores de água retidos e de porosidade livre de água, em geral, não apresentaram diferenças significativas no que se refere ao tipo de eliminação de restos culturais e do sistema de cultivo empregado; variando, entretanto, em função do tempo após o cultivo, principalmente nas camadas superficiais. Os efeitos benéficos do tipo de eliminação e do sistema de cultivo mínimo ficam na dependência da quantidade de palha e de seu estado de decomposição e, nos sistemas que utilizam subsolagem e gradagem profunda, tais efeitos ocorrem por curto espaço de tempo, pois alteram em menor proporção a estrutura natural do solo, propiciando em curto período de tempo melhorias nas condições de retenção de água e distribuição da porosidade. Para tempo mais longo, todavia, prejudicaram-nas, pois causaram a degradação da estrutura natural desse solo.

## 2.4 Efeito de sistemas de preparo do solo sobre a produção

No que diz respeito à influência dos sistemas de preparo sobre a produção de culturas, alguns trabalhos mostram divergências nos resultados. Bezerra (1978) e Moura (1981) não observaram diferenças significativas na produção da cultura do milho, ao estudarem os seguintes sistemas de preparo: semeadura direta, gradagem pesada, aração com arado de discos e aração com aivecas. Resultados semelhantes foram obtidos por Guedes, Wiles e Veodato (1979) após dez cultivos sucessivos com rotação trigo e soja por cinco anos em Latossolo Roxo, com os sistemas de semeadura direta, preparo mínimo e preparo convencional. Entretanto Ramos e Dedecek (1979), evidenciaram que os sistemas de preparo que menos mobilizam o solo, tais como a semeadura direta e preparo mínimo, são os que proporcionam maiores rendimentos para as culturas. Galvão, Rodrigues e Puríssimo (1981), também comparando os sistemas de plantio direto e convencional na cultura do feijão da seca, em Viçosa, Minas Gerais, observaram uma superioridade na produtividade no primeiro sistema (24,76 %) em relação ao último, apontando que uma das possíveis causas para a ocorrência desse fato seria a melhor conservação de umidade do solo no sistema de plantio direto, em razão da permanência de cobertura morta e da não movimentação do solo.

Centurion, Fernandes e Nascimento (1982), estudando os efeitos de três sistemas de preparo do solo na cultura da soja em sucessão com trigo e sorgo (preparo convencional, cultivo mínimo e semeadura direta) observaram que, no preparo convencional, o rendimento de grãos de soja foi maior, discordando dos resultados obtidos por diversos autores.

Diante do exposto, verifica-se a existência de divergência entre os dados mostrados pela literatura, podendo-se atribuir o fato às condições em que os experimentos foram realizados e à metodologia utilizada. As diferenças de clima, solo, de culturas e infestações de plantas daninhas, pragas e doenças podem provavelmente, ter alterado os resultados dos experimentos realizados. Entretanto, nota-se que o sistema de preparo do solo exerce função importante sobre as propriedades físicas do solo e conseqüentemente, na produtividade das culturas.



## 2.5 Cultura do feijão

De acordo com Guimarães (1988), a planta de feijão é muito sensível ao déficit hídrico, principalmente devido ao seu sistema radicular pouco desenvolvido e a sua baixa capacidade de recuperação, após a ocorrência de deficiência hídrica.

Há trabalhos que mostram que o déficit hídrico durante a floração é o que provoca as maiores reduções de produtividade, Magalhães, Millar e Choudhury (1979) e Hostalácio e Válio (1984).

No norte de Minas Gerais, Garrido, Purcino e Lima (1979) observaram que, quando ocorria déficit hídrico no final da floração e na formação e crescimento das vagens do feijoeiro, a produção diminuía de 42 e 58 %, respectivamente, em comparação a tratamentos sem deficiência hídrica.

O déficit hídrico está associado a uma redução progressiva da água no solo. Quanto mais severo o déficit, menor será a produção. Portanto, Guimarães (1988) ressalta que a escassez de água é prejudicial ao feijoeiro, sendo no entanto, essencial que não falte água à cultura durante a fase de floração e de enchimento de grãos. No primeiro caso, para não haver aborto e queda de flores, com redução do número de vagens por planta e; no segundo, para não prejudicar a formação das sementes ou reduzir o seu peso. Mateo Box (1961) citado por Vilhordo, Burin e Gandolfi (1988) baseando no peso de 100 sementes, classificou-as em: muito pequena, menor que 20 g; pequena, de 20 a 30 g; média, de 30 a 40 g; normal, de 40 a 50 g e grande, maior que 50 g.

Segundo Azevedo e Caixeta (1987b) a cultura do feijão apresenta algumas fases mais sensíveis, nas quais a falta ou excesso de água no solo, podem comprometer a produtividade da cultura ou mesmo ocasionar a morte das plantas. Silva (1982) observou que nas fases de início de florescimento e início de frutificação, todos os parâmetros de produção foram influenciados pela inundação do sistema radicular durante dois, quatro e seis dias, havendo uma redução, respectivamente, de 48,5; 56,9 e 67,6 % na produção. Concluindo que a cultura não admite nem mesmo dois dias de inundação na zona das raízes, sem que haja perda na produção.

Chagas (1988) relata sobre as épocas de semeadura e, “feijão de terceira época” que é semeado no outono-inverno podendo para este período, em locais de inverno não rigoroso, conseguir rendimentos da ordem de 1800 a 2000 kg/ha. Para Oliveira (1990) as maiores produções de grãos são obtidas quando a lavoura é mantida em boas condições de suprimento de água

durante todo o ciclo. Embora variáveis para as diferentes regiões, as necessidades hídricas do feijoeiro situam-se geralmente na faixa de 3 a 4 mm/dia.

Kramer (1963) considera que o crescimento da planta seja controlado pelo déficit interno de água e turgor celular. O crescimento e a produção estão sempre correlacionados com o conteúdo de água no solo. Durante períodos de alta temperatura e baixo teor de umidade relativa do ar, mesmo aquelas plantas que estão vivendo em solo com teor de água próximo à capacidade de campo, podem estar sujeitas a uma deficiência severa de água. Por outro lado, quando a temperatura é baixa e a umidade do ar é alta, o crescimento das plantas em solos com baixo teor de água pode não estar sujeito à uma severa deficiência hídrica.

### **2.5.1 Densidade de plantas**

Numerosos trabalhos de pesquisa feitos em diferentes regiões produtoras de feijão no Brasil, quase sempre deram resultados semelhantes, no que diz respeito à população de plantas. De acordo com Chagas (1994), os trabalhos de pesquisa realizados no país, geralmente recomendam de 200 a 375 mil sementes por hectare para a semeadura do feijão, onde valores inferiores a 200 mil sementes causam redução na produção e superiores a 375 mil oneram o custo de produção. Faria e Kranz (1982) no Paraná, Almeida et al. (1982) em São Paulo e Lima et al. (1983) em Minas Gerais, estudando variedades de diferentes hábitos de crescimento, testados em diferentes densidades de semeadura, chegaram às mesmas conclusões, recomendando para a cultura o espaçamento de 50 a 60 cm entre linhas de semeadura, com 10 a 15 sementes por metro linear, independente do hábito de crescimento da variedade, que segundo Vilhordo, Burin e Gandolfi (1988) pode ser do tipo I, II, III e IV.

Os estudos de população de plantas de feijão realizados até o momento, geralmente tem apontado os menores espaçamentos e maiores densidades de plantas como favoráveis a maiores produtividades. Pacheco (1993), trabalhando com quatro espaçamentos (30, 40, 50 e 60 cm) entre as linhas de semeadura de feijão no inverno, obteve as maiores produções nos menores espaçamentos. No entanto, tais disposições de semeadura em condições de campo, implicam em dificuldades de ordem prática e predispõe a ocorrência de pragas e doenças. Segundo o exposto, Santa Cecília, Ramalho e Souza (1974) indicam espaçamentos de 40 ou 50 cm, com 10 a 15 sementes/metro linear por facilitar as operações de plantio e tratos culturais.

## 2.5.2 Produtividade

Como o custo de implantação da cultura do feijão de inverno é bastante alto, devido ao uso da irrigação, Almeida et al. (1990) calcularam uma produtividade mínima de 1037 kg/ha para cobrir a produção do feijão irrigado. Segundo Chagas (1994) a produtividade de feijão no inverno em Minas Gerais pode atingir a ordem de 2000 a 2500 kg/ha quando a cultura é submetida a técnicas adequadas de semeadura e de condução. Deve-se no entanto, destacar o trabalho realizado por Silveira (1988) citado por Silveira e Stone (1994), onde após três anos de plantio a produtividade de feijão irrigado foi menor quando semeado após a cultura do milho do que após a cultura do arroz, variando de 1140 a 1713 kg/ha. Menores teores de nutrientes, especialmente nitrogênio, foram verificados em plantas cultivadas após a cultura do milho, devido aos resíduos culturais remanescentes desta cultura, presentes na superfície do solo.

Com o objetivo de estudar os efeitos da rotação de culturas sobre a produtividade de feijão cultivado no inverno, Chagas, Araújo e Oliveira (1992) observaram que semeando feijão sobre resíduos de mucuna preta, soja, milho e feijão houve um aumento respectivo no rendimento da cultura em 39,2 %, 23,6 % e 10,9 %, em relação à semeadura sobre resíduos de feijão.

## 2.6 Manejo da irrigação

O momento da irrigação pode ser definido, segundo Bernardo (1986), tanto pelo sintoma como pela medição da deficiência de água na planta. Também pode ser determinado pela disponibilidade de água no solo, pela evapotranspiração real, pelo turno de rega e pelo balanço de água no solo.

Marouelli, Carvalho e Silva e Silva (1994) trazem informações dirigidas às culturas de hortaliças, no Brasil Central; Azevedo e Caixeta (1987a), para a região do cerrado, e Arruda (1987), em São Paulo, para cereais em geral. Esses autores recomendam os métodos do tanque “classe A” e do tensiômetro para indicar o momento da irrigação.

O tensiômetro, como instrumento de controle indireto da irrigação, é recomendado por diversos autores, Azevedo et al. (1986), Cassel e Klute (1986) e Smajstrla e Koo (1986) entre outros. Apesar disso, a literatura é escassa em trabalhos técnicos que se utilizou do tensiômetro para o controle da irrigação, por ser este um equipamento de leitura pontual, envolvendo grandes

dificuldades no equacionamento da variabilidade espacial do solo.

Villagra et al. (1988), estudando a variabilidade espacial das leituras de potencial mátrico em uma transeção com 30 tensiômetros instalados em Terra Roxa Estruturada, a uma profundidade de 20 cm, com espaçamento de 4 m na cultura do feijão, concluíram que a variância total de dados de potencial matricial é devida, principalmente, à variabilidade do solo podendo o coeficiente de variação chegar a mais de 40 %, com a variação instrumental dos tensiômetros sendo desprezível em relação à do solo. Ainda ressalta que o tempo de resposta dos tensiômetros após a escorva cresce a medida que o potencial matricial do solo fica mais negativo, sendo que para potenciais em torno de (-50 kPa) a volta ao equilíbrio original não ultrapassou oito horas.

Saad (1991) verificando a viabilidade técnica do tensiômetro com manômetro de mercúrio como equipamento e método de controle de irrigação em pivô central, num Latossolo Roxo (Typic Haphortox) com cultura de feijão, considerou a profundidade efetiva do sistema radicular igual a 30 cm e como metodologia para o manejo da irrigação instalou tensiômetros a 15 e a 30 cm de profundidade. Os tensiômetros instalados a 15 cm quantificaram o valor do potencial mátrico no perfil do solo entre 0 e 22,5 cm. Isto é, 75 % do valor da profundidade efetiva do sistema radicular. A camada de 22,5 a 30 cm de profundidade foi considerada domínio dos tensiômetros localizados a 30 cm. Como critério de irrigação, estabeleceu um potencial de (-0,06 MPa) para definir o momento e a quantidade de água a ser aplicada, a partir das informações fornecidas pelo tensiômetro, chegando a uma alta eficiência de armazenagem, viabilizando a metodologia utilizada.

Vários autores relatam o valor máximo que a tensão da água no solo pode atingir, para que não haja redução na produtividade de feijão. Forsythe e Legarda (1978) concluíram que as plantas de feijão devem ser irrigadas quando a tensão atingir 0,06 MPa, a 15 cm; Stone, Moreira e Silva (1988), 0,025 a 0,03 MPa, a 15 cm de profundidade; Mack e Varseveld (1982), 0,06 MPa, a 30 cm.

Silveira e Stone (1994) afirmam que estes diferentes valores de tensão podem ser explicados, em parte pelas diferentes profundidades de instalação e distâncias dos tensiômetros em relação à planta de feijão. E recomendam, para melhor viabilizar os sistemas convencional e autopropelido de irrigação, adotar um valor mais alto de tensão de água no solo (0,04 ou 0,05 MPa) para definir o momento da irrigação. Tensões mais altas (0,06 MPa) também são recomendadas por Azevedo et al. (1986) para promover a irrigação.

Azevedo e Caixeta (1987c) explicam que no início do desenvolvimento das plantas de feijão, em virtude da pequena área foliar determinante do baixo consumo de água, e para evitar perdas significativas de água por evaporação da superfície do solo, as irrigações devem ser feitas com lâminas pequenas, de 20 a 25 mm, aplicadas no momento em que a tensão no solo alcançar 0,06 MPa, a 15 cm de profundidade. Evitando assim perda de nutrientes, principalmente nitrogênio na forma de nitrato, com a água percolada para profundidades abaixo das raízes se a irrigação for excessiva.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização e características da área experimental**

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Lavras - UFLA, em área experimental do Departamento de Agricultura, em um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico, no município de Lavras, MG, a 21°14' de latitude Sul e 45°00' de longitude Oeste de Greenwich com altitude média de 900 m, Castro Neto e Silveira (1981). As médias anuais de temperatura e precipitação pluviométrica são respectivamente, 19,3°C, e superior a 1400 mm, sendo que cerca de 66% da precipitação ocorre no período de novembro a fevereiro assim como, as maiores temperaturas médias mensais, Vilela e Ramalho (1979). Conforme classificação de Koppen, o clima da região é do grupo Cwb, Ometto (1981), caracterizado por temperado com invernos secos e verões brandos.

A área experimental foi inicialmente cultivada com milho para produção de grãos, o qual foi colhido mecanicamente. Desta forma, obteve-se um pré-manejo de restos culturais de milho, onde a colhedora triturou parte das plantas no ato da colheita, proporcionando assim, condições ideais para caracterização inicial da área e uso dos tratamentos estatísticos.

#### **3.2 Delineamento experimental e tratamentos**

Empregou-se o delineamento experimental segundo Banzatto e Kronka (1992), de parcelas subdivididas em esquema de faixas, "Split Block", com 10 tratamentos e 2 repetições. No caso específico do armazenamento de água no solo, o experimento fica caracterizado como em "faixas subdivididas no tempo".

Para a implantação da cultura do feijão, a área experimental foi dividida em 2 blocos casualizados, I e II, cada um com 5 parcelas (faixas) que receberam aleatoriamente os tratamentos

de diferentes sistemas de preparo do solo. Cada parcela foi dividida em 2 subparcelas (unidades) nas quais foram casualizados os tratamentos de manejo de restos culturais. Em cada parcela foram semeadas 6 linhas de feijão, espaçadas entre si de 50 cm, equivalentes a duas passadas com uma semeadora-adubadora de 3 linhas. Dessas linhas, apenas a linha central de cada passada foi utilizada para as avaliações dos parâmetros relativos à cultura, para evitar os prováveis problemas de compactação provenientes da sobreposição da rodagem do trator entre as passagens sucessivas. O espaçamento entre parcelas foi de 0,50 m e entre subparcelas de 6,0 m, isto para permitir a utilização de equipamentos de manejo dos restos culturais. Entre blocos o espaçamento foi de 18,0 m, para facilitar as manobras de cabeceira, bem como para estabilização dos equipamentos no solo. No Bloco I foram instaladas na linha de plantio de feijão baterias de tensiômetros com manômetro de mercúrio, tendo cada bateria um tensiômetro a 15 cm e outro a 30 cm de profundidade totalizando 20 tensiômetro, 2 por subparcela. Para monitorar a lâmina líquida de irrigação aplicada no experimento, foram instalados 24 pluviômetros entre as subparcelas, nos 2 blocos, a 40 cm da superfície do solo.

Os tratamentos foram, *Sistemas de Preparo do Solo*: semeadura direta - SD; preparo conservacionista com escarificador - PS; preparo excessivo - PE; preparo convencional com arado de disco - PC; aração com aivecas - AA; e *Manejo de Restos Culturais*: roçadora - R; grade intermediária - G.

SD: foi realizada utilizando-se uma semeadora-adubadora para sementes graúdas, marca Jumil, modelo 2040, de 3 linhas individuais, dotadas de mecanismo de abertura de sulcos do tipo discos duplos e de roda compactadora de ferro do tipo côncava, equipada com acessórios de semeadura direta.

PS: foi realizado utilizando-se um escarificador de dentes rígidos, sem rolo destorroador, marca Maschietto, dotado de 4 hastes espaçadas de 500 mm em 3 barras porta-hastes, ponteiros reversíveis de 50 mm de largura, acoplado aos 3 pontos do sistema hidráulico do trator com peso aproximando de 446 kgf.

PE: foi realizado com 3 gradagens pesadas e 3 gradagens leves, sendo usados para isso, uma grade intermediária, marca Marchesan, modelo GAPCR tipo off-set, de arrasto, com largura máxima de corte de 2200 mm equipada com 18 discos de 600 mm de diâmetro (24") e de bordas recortadas, com peso aproximado de 1900 kgf. A grade leve foi uma

grade destorroadora-niveladora da marca Massey Ferguson modelo 123 com 22 discos de 450 mm e peso de 519 kgf.

PC: foi realizado com 1 aração e 2 gradagens leves, sendo usado para isso um arado de discos, reversível, marca Santa Isabel, modelo 328, com 3 discos de 700 mm (28”), acoplado aos 3 pontos do sistema hidráulico do trator, com largura de corte máxima de 1000 mm e peso aproximado de 480 kgf e uma grade destorroadora-niveladora da marca Massey Ferguson, modelo 123 de 22 discos de 450 mm e peso de 519 kgf.

AA:foi realizado com uma aração utilizando-se para isso um arado de aivecas, fixo, marca Maschietto, modelo A-3, com 3 corpos, acoplado aos 3 pontos do sistema hidráulico do trator, largura de corte máxima de 1200 mm e peso aproximado de 330 kgf.

R : foi utilizada uma roçadora marca CEMAG, modelo RP16, sendo realizada 1 passagem da mesma em cada subparcela designada a receber o tratamento de manejo de restos culturais.

G : foi utilizada uma grade intermediária, marca Marchesan, modelo GAPCR tipo off-set, de arrasto, com largura máxima de corte de 2200 mm e equipada com 18 discos de bordas recortadas de 600 mm de diâmetro (24”), peso aproximado de 1900 kgf. Sendo realizada 1 passagem da mesma em cada subparcela designada a receber o tratamento de manejo de restos culturais.

Cada tratamento de preparo do solo foi precedido pelo tratamento de manejo dos restos culturais e os croquis da distribuição dos tratamentos na área experimental de 918 m<sup>2</sup>, das subparcelas de 18 m<sup>2</sup> e de cada parcela, são mostrados com detalhes nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

### 3.3 Caracterização inicial do solo

Após demarcação do experimento coletou-se em 3 locais representado na Figura 1 pelo símbolo (●), amostras de solo para a determinação da densidade aparente, nas camadas de 0 a 10 cm, 10 a 20 cm, 20 a 30 cm e 30 a 40 cm, onde obteve-se respectivamente os valores médios de 1,19; 1,21; 1,16 e 1,19 g/cm<sup>3</sup>, utilizando-se para isso o Cilindro de Uhland. Ainda nesses locais, realizou-se uma amostragem composta nas camadas de 0 a 20 e 20 a 40 cm, que serviram para a determinação da fertilidade, matéria orgânica, granulometria e para determinação da curva de retenção de água. Os resultados da análise do solo são apresentados na Tabela 1.



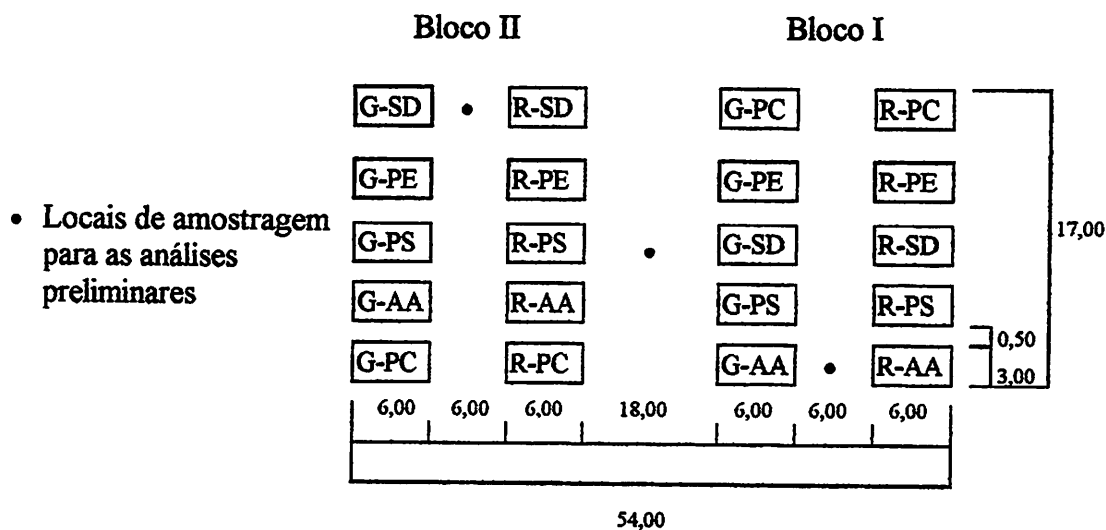


FIGURA 1- Croquis da distribuição dos tratamentos na área experimental com suas respectivas dimensões (m), e locais.

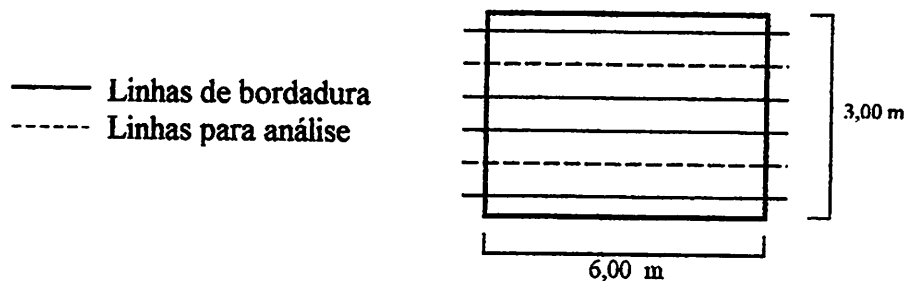


FIGURA 2 - Detalhe de cada subparcela com as linhas de semeadura de feijão.

TABELA 1 - Resultados das análises química e física das amostras de solo utilizadas para caracterização inicial da área experimental, realizadas nos Laboratórios do Departamento de Ciências do Solo da UFLA/Lavras - MG.

<i>Características químicas:</i>									
Camada (cm)	pH	H+Al	Al	Ca	Mg	K	P	M.O.	Sat. Al
	(meq/100 cm <sup>3</sup> )			---			(ppm)	%	
0 - 20	5,6	3,6	0,1	2,3	0,8	33	6	3,1	3
20 - 40	5,1	3,6	0,1	1,6	0,4	14	3	2,0	5
<i>Características físicas:</i>									
Camada (cm)	Areia	Limo	Argila	Classificação Textural					
	%								
0 - 20	20	26	54	Argilosa					
20 - 40	19	20	61	Muito Argilosa					

### 3.4 Características avaliadas

#### 3.4.1 Matéria seca dos restos culturais de milho

Foram coletadas em locais pré-determinados 10 amostras de restos culturais de milho, utilizou-se para demarcar esses locais um quadro de madeira de 1,00 m<sup>2</sup>, onde todos os restos culturais presentes em seu interior foram apanhados e colocados em sacos de papel devidamente identificados. Os locais das coletas estão representados numericamente na Figura 3. Para determinação do peso seco dos restos culturais existentes em cada amostra, o material foi colocado em estufa de aeração forçada à temperatura de 70 °C, até obtenção do peso constante. A partir do peso seco médio das amostras, calculou-se a quantidade de matéria seca por hectare.

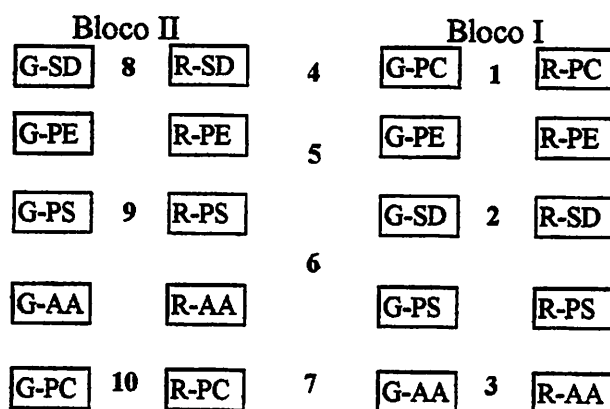


FIGURA 3 - Croquis da área experimental indicando os locais de coleta de restos culturais de milho (1, 2, 3, ... , 10) sobre a superfície para determinação de matéria seca.

#### 3.4.2 Comprimento médio ponderado dos restos culturais de milho (CMP)

Para calcular o comprimento médio ponderado dos restos culturais de milho (CMP), seguiu-se a metodologia utilizada por Boller, Klein e Heisser (1992). Para isso, coletou-se 3 amostras de 0,36 m<sup>2</sup> nas subparcelas submetidas ao manejo com roçadora e com grade de discos. Posteriormente, estas foram secas em estufa com aeração forçada, à 70°C, durante 48 horas. Na seqüência, o material foi separado em classes de comprimento, de acordo com a seguinte escala: 0 a 5 cm, 5 a 10 cm, 10 a 20 cm, 20 a 40 cm e 40 a 80 cm. Os fragmentos de cada classe foram

pesados em balança de precisão e com os pesos obtidos calculou-se o comprimento médio ponderado (CMP) através da equação 1, proposta por Bayer, Gardner e Gardner (1972) citado por Boller, Klein e Heisser (1992):

$$CMP = \frac{\sum (P_i - X_i)}{\sum P_i} \quad (1)$$

Em que:  $P_i$ : peso dos fragmentos em cada classe;

$X_i$ : comprimento médio das frações.

A distribuição percentual das classes de comprimento dos restos culturais de milho, foi obtida pela proporção entre o número de fragmentos de cada classe de comprimento e o total de fragmentos da amostra. Os locais onde foram coletadas as amostras para avaliação da distribuição percentual das classes de comprimento dos restos culturais de milho, e comprimento médio ponderado (CMP), antes dos sistemas de preparo do solo, foram feitas, no bloco I: dentro dos tratamentos G-SD, G-PS e R-SD, no bloco II: dentro dos tratamentos R-SD, R-PS e G-SD.

### 3.4.3 Incorporação dos restos culturais de milho

Com intuito de avaliar qual tratamento que proporcionou a melhor incorporação, modificou-se a metodologia proposta por Laflen, Amemiya e Hintz (1981), conhecida pelo método da trena. Basicamente a metodologia consiste em esticar a trena sobre a superfície do terreno no sentido de uma diagonal do retângulo que representa cada subparcela. Isto foi realizado, porém, em duas diagonais, tirando uma média entre os dois valores percentuais obtidos. A trena para leitura, foi marcada com 100 partes iguais, onde, cada intervalo entre duas marcas corresponde a 1%. Desta forma promoveu-se uma leitura, onde contou-se a presença de resíduos sob os intervalos estabelecidos e assim calculou-se a distribuição percentual dos restos culturais sobre a superfície, após as operações de preparo do solo. Subtraindo-se de 100% o valor encontrado, obteve-se a diferença correspondente ao que foi incorporado.

### 3.4.4 Características agronômicas da cultura do feijão

Foi semeada a cultivar carioca - MG com uma adubação de caráter prático, recomendada pelo Departamento de Agricultura da UFPA, de 500 kg/ha de 4-14-8. Antes porém da semeadura, foi aplicado herbicida Roundp em todas as bordaduras e nas subparcelas que iam receber semeadura direta e preparo conservacionista. Os acessórios de semeadura direta equiparam a semeadora-adubadora somente nas subparcelas que receberam semeadura direta. Nas demais, as regulagens e os procedimentos realizados foram os tradicionais.

A populações inicial e final de plantas foram obtidas através da contagem das plantas existentes na linha central de cada passada da semeadora, em toda a extensão das subparcelas. A partir dos resultados calculou-se o número de plantas por hectare.

Por ocasião da colheita retirou-se aleatoriamente 10 plantas nas duas linhas centrais, de onde obteve-se o número de vagens por planta e o número de grãos/vagem, proporcionando no final os números médios de vagens/planta e grãos/vagem/planta.

O material colhido em cada subparcela foi trilhado, e dele retirado 100 grãos, os quais foram pesados (peso úmido), e deixado por 24 horas a 105°C em estufa com circulação forçada de ar, para obtenção do teor de umidade. Obteve-se assim o peso de 100 grãos, e calculou-se pela equação 2 a produtividade, ambos corrigidos a 13 % de umidade base úmida.

$$PC = \left( Pu - \frac{Pu \cdot (Ui - Uf)}{100 - Uf} \right) \cdot 1666,67 \quad (2)$$

Em que PC: produtividade corrigida para 13 % de umidade, em kg/ha

Pu: peso úmido da amostra, em kg

Ui: umidade da amostra original, determinada pelo método da estufa com circulação de ar a 105°C por 24 horas, em %

Uf: umidade desejada de 13 %, em %

### 3.4.5 Retenção de umidade

Os pontos das curvas de retenção para as camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, foram determinados no Laboratório de Física do Solo da UFLA, a partir de amostras com estrutura deformada. A relação funcional entre a umidade volumétrica ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) e o módulo do potencial matricial (cm.c.a.) foi ajustada conforme o modelo de van Genuchten (1980), equação 3, através de um software desenvolvido na ESALQ - Piracicaba (SP)\*.

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\alpha h)^n\right]^m} \quad (3)$$

Em que:  $\theta$  : umidade volumétrica ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) correspondente ao módulo do potencial matricial da água  $h$  em (cm.c.a);

$\theta_s$  : umidade volumétrica de saturação ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ );

$\theta_r$  : umidade volumétrica residual ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) correspondente a  $h = 15000$  cm.c.a (1,5 MPa);

$h$  : módulo do potencial matricial (cm.c.a.)

$n, m, \alpha$ : parâmetros de ajuste

Os valores de umidade volumétrica, determinados pelo processo gravimétrico, e ajustados pela equação 3, bem como os parâmetros  $\alpha$ ,  $m$ ,  $n$  dessa equação para as profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm, estão relacionados na Tabela 2. Para a camada de 0 a 40 cm, a umidade foi determinada tirando-se a média das umidades ajustadas pela equação 3 nas camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm. Assim, os valores necessários para a análise do armazenamento de água no solo na camada de 0 a 40 cm sob uma tensão de 0,01 MPa ( $0,3725 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ ) e 1,5 MPa ( $0,2681 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ ) proporcionaram os respectivos armazenamentos: 149,00 mm e 107,22 mm. As Figuras 4 e 5 representam as curvas de retenção (umidade volumétrica x potencial matricial) para as camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm respectivamente.

\* Programa GENUCHT - Versão 2.14. Departamento de Agricultura/ESALQ/USP.

TABELA 2 - Dados de umidade volumétrica, módulo do potencial matricial e parâmetros da equação de van Genuchten (1980), para as camadas de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm.

POT. MATRICIAL MPa	$\theta_{0-20}$ (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )		$\theta_{20-40}$ (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	
	DETERMINADA	AJUSTADA	DETERMINADA	AJUSTADA
0,002	0,6406	0,5987	0,6803	0,6573
0,004	0,5021	0,5052	0,6026	0,5766
0,006	0,4024	0,4323	0,4538	0,4900
0,01	0,3634	0,3569	0,3939	0,3881
0,03	0,3191	0,2805	0,3302	0,2931
0,1	0,2948	0,2646	0,3096	0,2788
0,5	0,2766	0,2605	0,2928	0,2762
1,5	0,2598	0,2601	0,2760	0,2760

PROFUNDIDADE (cm)	$\alpha$ (cm <sup>-1</sup> )	m	n	$\theta_r$ (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )	$\theta_s$ (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )
0 - 20	0,026605	0,573171	2,342856	0,2601	0,6410
20 - 40	0,020718	0,621848	2,644439	0,2760	0,6800

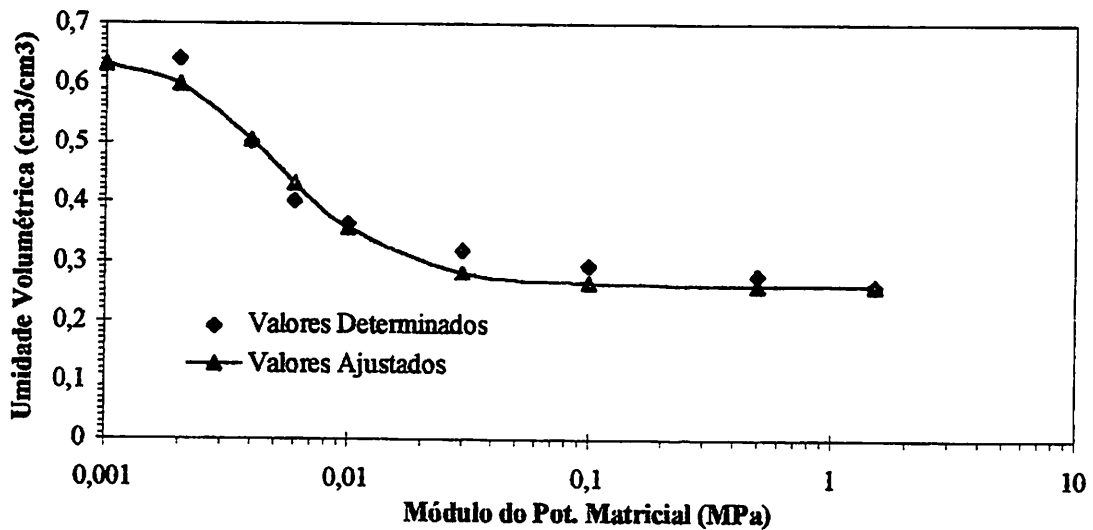


FIGURA 4 - Curva de retenção ajustada para o Latossolo Vermelho-Escuro distrófico na camada de 0 a 20 cm

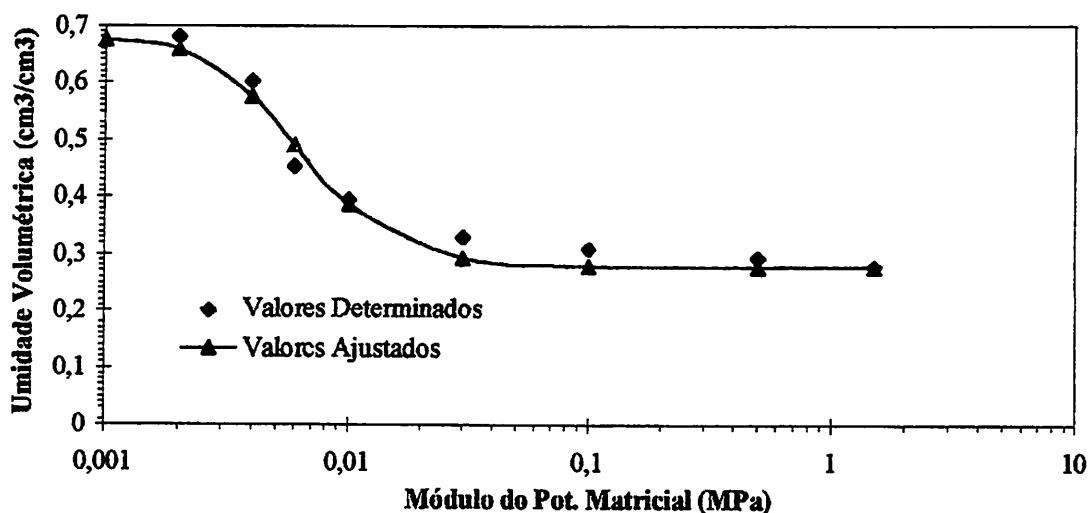


FIGURA 5 - Curva de retenção ajustada para o Latossolo Vermelho-Escuro distrófico na camada de 20 a 40 cm

A umidade média ponderada determinada para a camada de 0 a 40 cm de profundidade no bloco I foi realizada segundo metodologia proposta por Saad (1991) através da equação 4.

$$\theta_{0-40} = \frac{9 \cdot \theta_{15} + 7 \cdot \theta_{30}}{16} \quad (4)$$

Sendo,  $\theta_{0-40}$  a umidade média ponderada de 0 a 40 cm de profundidade, em ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ); 9, o número de camadas de 2,5 cm que representa a faixa de domínio do tensiômetro a 15 cm; 7, o número de camadas de 2,5 cm que representa a faixa de domínio do tensiômetro a 30 cm; 16, o total de camadas de 2,5 cm de 0 a 40 cm.  $\theta_{15}$  e  $\theta_{30}$  são respectivamente as umidades volumétricas ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ) a 15 e a 30 cm de profundidade, estimadas pela equação 3 de umidade em função do módulo do potencial matricial (cm.c.a.). O potencial matricial foi determinado através da equação 5, com base nas leituras dos tensiômetros.

$$\psi_m = -12,6 \cdot h + h_1 + h_2 \quad (5)$$

Em que:  $\Psi_m$  : Potencial matricial (cm.c.a.);

$h$  : Altura de elevação da coluna de mercúrio (cm);

$h_1$ : Altura da superfície do mercúrio no reservatório, em relação à do solo (cm);

$h_2$ : Profundidade de instalação do tensiômetro (cm).

O armazenamento de 0 a 40 cm de profundidade, para o bloco I, foi determinado, usando a metodologia proposta por Saad (1991) por meio da equação 6.

$$ARM_{0-40} = \theta_{15} \cdot 225 + \theta_{30} \cdot 175 \quad (6)$$

Em que:  $ARM_{0-40}$  : lâmina de água armazenada na camada de 0 a 40 cm de profundidade, (mm);

$\theta_{15}$  : umidade a 15 cm de profundidade, ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ );

$\theta_{30}$  : umidade a 30 cm de profundidade, ( $\text{cm}^3/\text{cm}^3$ ).

Os valores 225 e 175 representam respectivamente as faixas de atuação consideradas para os tensiômetros instalados a 15 e a 30 cm de profundidade.

A umidade média do solo na camada de 0 a 40 cm no bloco II, foi determinada pelo processo gravimétrico, através dos valores médios de umidade em camadas de 10 cm. E o armazenamento de água no solo de 0 a 40 cm, pelo somatório dos armazenamentos médios determinados nas mesmas camadas de 10 cm, multiplicando a umidade de cada uma das quatro camadas por 10 cm. A umidade base de peso de cada camada foi transformada em base de volume sendo multiplicada pela densidade aparente média de cada camada correspondente, determinada antes dos sistemas de preparo de solo, nas análises preliminares.

Os dados médios de armazenamento de água na camada de 0 a 40 cm, que foram analisados estatisticamente na área experimental durante o ciclo da cultura, tiveram seus valores no máximo correspondentes ao armazenamento do perfil do solo sob a tensão de 0,01 MPa (149,00 mm). Nas datas em que procederam as irrigações, os armazenamentos para análise foram os de imediatamente antes das irrigações. Isto por melhor caracterizar o armazenamento entre duas datas distintas, já que toda área experimental esteve sob as mesmas condições ambientais neste intervalo.

Para verificar a validade das umidades calculadas pela equação 4, foi realizado um teste comparativo destas com as umidades determinadas pelo processo gravimétrico na camada de 0 a 40 cm no bloco II, aplicando um teste t para dados emparelhados. Este teste também foi utilizado para verificar a viabilidade do uso dos valores de densidade aparente, determinados antes do revolvimento do solo e usados para transformar a umidade base de peso para a umidade em base de volume, determinadas após o revolvimento do solo no bloco II.



### 3.5 Manejo da irrigação

Para promover a irrigação da cultura do feijão foi instalado um sistema de aspersão fixo-portátil, representado na Figura 6, usando aspersores que segundo o fabricante ASBRASIL [198-], submetidos à pressão de serviço de 0,2 MPa proporciona um alcance de 11,9 m, produzindo no espaçamento de 12 x 12 m uma precipitação de 10,04 mm/h.

O momento de irrigar a área experimental foi determinado com base nos dados do bloco I, onde foram instaladas as baterias tensiômetros. O critério de irrigação estabelecido foi observado para as duas metades do ciclo da cultura. Na primeira, foi tomada a tensão média dos 10 tensiômetros a 15 cm de profundidade, promovendo a irrigação quando esta aproximava ou igualava a 0,05 MPa .

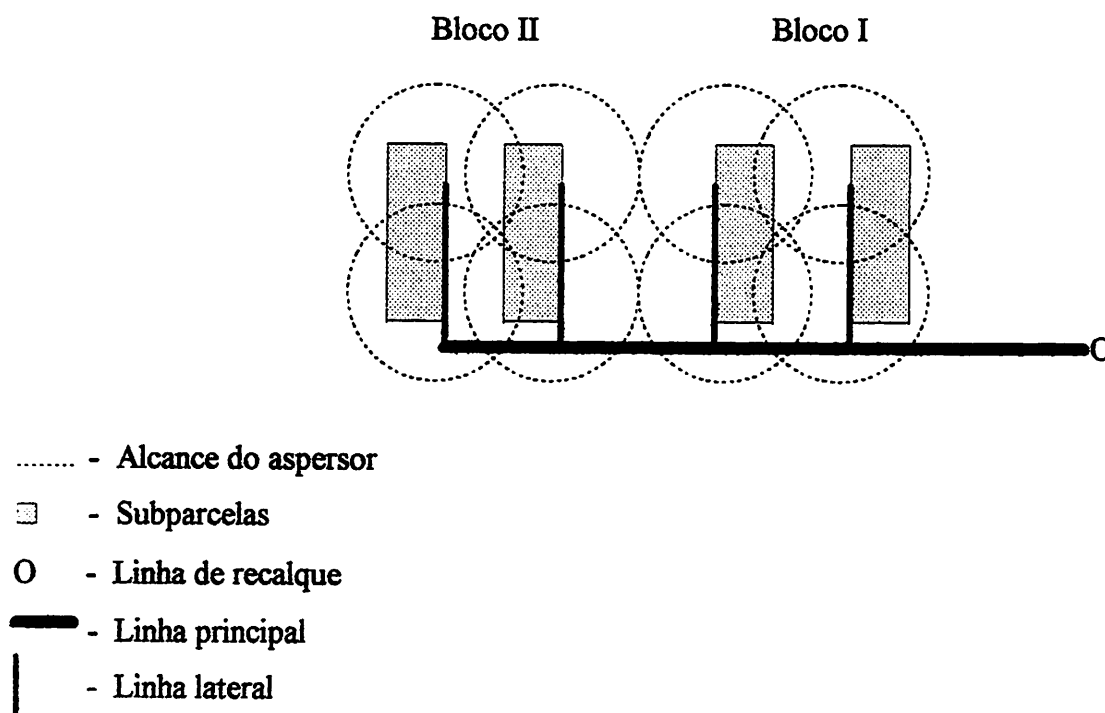


FIGURA 6 - Croquis do esquema da distribuição do sistema de irrigação na área experimental.

Attingido o critério de irrigação, obteve-se pela equação 3, dez valores de umidade correspondentes a cada subparcela do bloco I, de onde tirou-se uma umidade média para entrar no cálculo da lâmina líquida de irrigação que foi aplicada para toda área experimental. Esta umidade

média representa a umidade na camada de 0 a 22,5 cm e a umidade sob a tensão de 0,01 MPa nesta camada, foi considerada igual à ajustada na camada de 0 a 20 cm pela equação 3, ( $0,3569 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ ), isto devido à pequena diferença de 2,5 cm entre as camadas. Pelo mesmo processo obteve-se para os tensiômetros a 30 cm de profundidade a umidade média da camada de 22,5 a 40 cm, com a umidade sob a tensão de 0,01 MPa nesta camada sendo considerada igual à ajustada na camada de 20 a 40 cm pela equação 3, ( $0,3881 \text{ cm}^3/\text{cm}^3$ ) devido ao mesmo motivo descrito para a camada superior.

Na segunda metade do ciclo da cultura do feijão, repetiu-se o processo anterior, porém considerou a tensão média dos 20 tensiômetros para alcançar o critério de irrigação. Com a umidade média da camada de 0 a 22,5 cm, calculou-se uma lâmina de irrigação que foi somada a lâmina calculada com a umidade média da camada de 22,5 a 40 cm. A lâmina líquida de irrigação aplicada, tanto na primeira como na segunda metade do ciclo da cultura, sobre cada subparcela foi monitorada pela média coletada nos 2 pluviômetros que a envolve.

### 3.6 Procedimentos estatísticos

Os dados referentes às características agronômicas da cultura do feijão, à distribuição percentual de restos culturais sobre a superfície e do armazenamento de água no solo, foram submetidos à análise de variância. No caso de significância dos sistemas de preparo do solo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

Os dados de matéria seca e comprimento médio ponderado dos restos culturais de milho (CMP) foram submetidos respectivamente, a intervalo de confiança para médias e teste de t. Para a análise comparativa de umidade obtida entre o processo gravimétrico e a obtida pela metodologia de Saad (1991), equação 4, foram aplicados testes de t para dados emparelhados a nível de 5 % de probabilidade. As análises de variâncias foram realizadas através do software SANEST\*

---

\* SANEST - Sistema de Análise Estatística. Departamento de Zootecnia/ESALQ/USP.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas interpretações dos resultados das análises estatísticas deve-se observar o seguinte:

- médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade, pelo teste de Tukey.
- nos quadros de análise de variância, a sigla NS representa ausência de significância, enquanto o símbolo (\*\*) representa a existência de significância ao nível de 1 % de probabilidade, e (\*) à 5 % de probabilidade pelo teste F.

### 4.1 Matéria seca dos restos culturais de milho

Utilizando-se de intervalo de confiança para médias ao analisar matéria seca dos restos culturais de milho sobre a superfície da área experimental são apresentados na Tabela 3 os dados referentes a produção de matéria seca, que proporcionou uma média de 6831,97 kg/ha. De acordo com Lopes, Cogo e Livien (1987) tem-se a superfície do solo coberta em mais de 50 % com restos culturais de milho, o que poderá proporcionar redução na erosão do solo e conservar sua umidade, fatos que foram verificados ao permanecer com restos culturais sobre a superfície do solo, segundo conclusões de Fryrear (1985), Lombardi Neto et al. (1988) e Bragagnolo e Mielniczuk (1990).

TABELA 3 - Produção de matéria seca de restos culturais de milho sobre a superfície da área experimental

Amost.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
kg/ha	9027,9	7485,1	6733,4	8531,9	5103,9	6749,4	6120,5	5798,1	4917,9	7851,6

O intervalo de confiança ao nível de 5 % de probabilidade da quantidade média de matéria seca foi:  $5837,68 \text{ kg/ha} \leq \text{média} \leq 7826,26 \text{ kg/ha}$ . Deste modo determina-se que a superfície do solo esteve coberta com uma boa quantidade de restos culturais durante o ciclo da cultura.

#### 4.2 Comprimento médio ponderado dos restos culturais de milho (CMP)

Os resultados de manejo de restos culturais com roçadora (R) e grade (G), são mostrados na Tabela 4. Ao realizar o teste t para avaliar o CMP, observou-se que roçadora e grade proporcionaram a mesma eficiência no manejo dos restos culturais de milho ao nível de 5 % de probabilidade. Havendo prováveis diferenças na decomposição, uma vez que a grade além de picar, incorpora parcialmente os restos culturais. Essas prováveis diferenças serão melhor caracterizadas se forem avaliadas durante alguns anos consecutivos com relação a fatores tais como: temperatura do solo no período de decomposição; tempo para decomposição dos restos culturais; relação carbono/nitrogênio e seus efeitos na germinação e população de plantas de feijão. A distribuição percentual de classes de restos culturais de milho, fragmentados pelos equipamentos roçadora e grade intermediária, pode ser observada na Figura 7, onde verifica-se que as menores classes de comprimentos apresentam as maiores distribuições percentuais de restos culturais sobre a superfície do solo, quer seja manejados por roçadora ou por grade, com a distribuição ficando em torno de 40 % e 5 % para as classes extremas de 0 a 5 cm e 20 a 40 cm respectivamente.

TABELA 4 - Dados referentes ao comprimento médio ponderado de restos culturais milho (CMP) manejados por roçadora (R) e grade (G), em cm.

MANEJO	REPETIÇÃO			MÉDIA
	1	2	3	
R	17,56	22,66	16,27	18,83
G	20,64	12,63	19,41	17,56

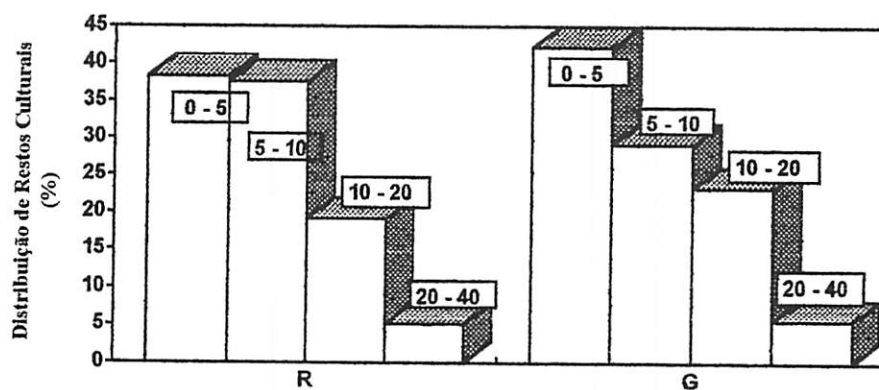


FIGURA 7 - Distribuição percentual de classes de restos culturais de milho fragmentados, pela roçadora (R) e pela grade intermediária (G).

#### 4.3 Distribuição percentual de fragmentos sobre a superfície

A Tabela 5 apresenta o resumo da análise de variância dos dados transformados\* de distribuição percentual dos restos culturais de milho sobre a superfície, após os tratamentos de sistemas de preparo do solo e a Tabela 6, as médias sem transformação estatística desses dados. Dessa forma, verifica-se na Tabela 5 que houve efeito significativo de sistemas de preparo do solo sobre a distribuição de restos culturais na superfície ( $P \leq 0,01$ ).

TABELA 5 - Resumo da análise de variância dos dados transformados relativos a distribuição de restos culturais de milho sobre a superfície, após os tratamentos de preparo do solo.

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	QUADRADO MÉDIO
BLOCOS	1	33,717
S.P.SOLO (A)	4	4.750,582**
ERRO (a)	4	9,491
MANJ.R.C. (B)	1	0,626 <sup>NS</sup>
ERRO (b)	1	5,693
A x B	4	5,092 <sup>NS</sup>
ERRO (c)	4	3,176
CV (a) %		5,86
CV (b) %		4,54
CV (c) %		3,39

\* Transformação estatística: arco seno da raiz de X/100

**TABELA 6- Dados de distribuição percentual de restos culturais milho sobre a superfície da área experimental, em %.**

Tratamento	R-SD	R-PS	R-PE	R-PC	R-AA	G-SD	G-PS	G-PE	G-PC	G-AA
Bloco I	100,0	100,0	24,5	20,0	32,5	100,0	100,0	22,5	17,0	32,5
Bloco II	100,0	100,0	16,5	11,0	24,0	100,0	100,0	16,0	10,0	37,5

Os valores médios de distribuição de restos culturais de milho sobre a superfície, em função de sistemas de preparo do solo e destes dentro de manejo de restos culturais, são mostrados na Tabela 7. Deve-se considerar que nos tratamentos R-SD, R-PS, G-SD e G-PS não houve incorporação dos restos culturais. Verificou-se no entanto que as maiores incorporações ocorreram nos tratamentos que sofreram o manejo dos restos culturais com grade, destacando-se PC e PE. Estes tratamentos diferenciam-se apenas pelo maior número de operações do PE, que com certeza proporciona menores frações de corte final para os restos culturais e maior pulverização do solo, o que facilita a decomposição dos restos culturais, e cria maior número de microporos, responsáveis pela maior retenção de água no solo. Provavelmente, ainda nestes tratamentos, haverá maior teor de matéria orgânica distribuída na camada de solo de 0 a 20 cm, o que pode contribuir para uma maior retenção de umidade no solo.

**TABELA 7 - Médias de dados transformados, de distribuição de restos culturais de milho sobre a superfície da área experimental, em função de sistemas de preparo do solo e destes, dentro de manejo de restos culturais com roçadora (R) e grade (G).**

SISTEMA DE PREPARO DO SOLO	DISTRIBUIÇÃO DE RESTOS CULTURAIS SOBRE A SUPERFÍCIE	MANEJO DE RESTOS CULTURAIS	
		R	G
SD	90,0 a	90,0 a	90,0 a
PS	90,0 a	90,0 a	90,0 a
AA	34,2 b	32,0 b	36,3 b
PE	26,4 b c	26,8 b c	25,9 c
PC	22,2 c	23,0 c	21,4 c

A Figura 8 representa os restos culturais de milho sobre a superfície do solo após as operações de sistemas de preparo, de onde verifica-se que o tratamento G-PC incorporou em torno

de 85 % os restos culturais que estavam sobre a superfície, enquanto que o tratamento G-PE incorporou 80 %. Ainda verifica-se que independente do manejo de restos culturais, com roçadora ou grade, o sistema de preparo PC proporcionou as maiores incorporações.

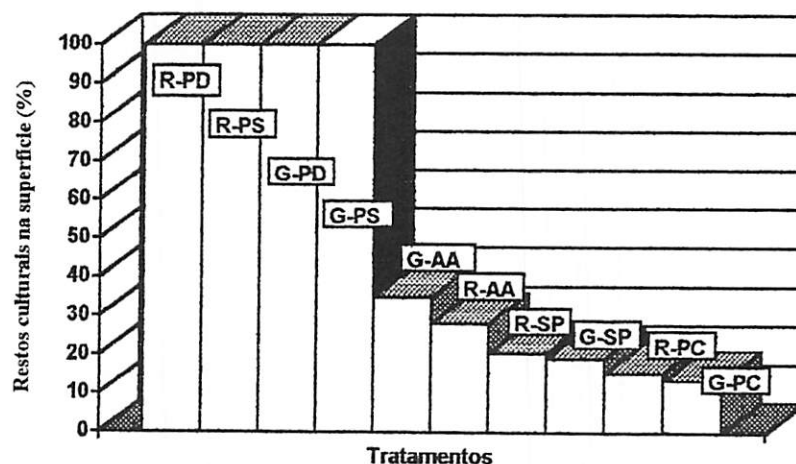


FIGURA 8 - Distribuição percentual de restos culturais de milho sobre a superfície do solo, após as operações de manejo de restos culturais e sistemas de preparo.

#### 4.4 Parâmetros culturais do feijão

Os dados referentes à cultura de feijão, tais como: população inicial e final de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de 100 sementes e produtividade, foram submetidos à análise de variância, cujos resultados encontram-se na Tabela 8.

Observa-se que não houve efeito significativo de sistemas de preparo do solo e de manejo de restos culturais sobre a população inicial e final de plantas ( $P > 0,05$ ). Para a inicial, provavelmente a presença suficiente de água no solo, e a utilização das próprias reservas da semente contribuíram para este fato, refletindo no desenvolvimento inicial das plântulas, Wilkinson e Braunbeck (1977). Verificada a população final, notou-se uma redução de plantas em relação às que germinaram, isto provavelmente se deve à déficit hídrico durante os períodos críticos da cultura, que segundo Guimarães (1988) possui baixa capacidade de recuperação após a ocorrência de déficit hídrico. A população inicial média situou-se próxima de 223000 plantas por hectare, o equivalente a uma média de 11 plantas por metro. Ficando de acordo com as recomendações de 10 a 15 plantas

por metro, segundo Santa Cecília, Ramalho e Souza (1974), Faria e Kranz (1982), Almeida et al. (1982), Lima et al. (1983) e Chagas (1994). No entanto, a população final média obtida foi de 207000 plantas por hectare, o equivalente a 10 plantas por metro, mostrando que houve perdas de plantas.

O número de vagens por planta também não sofreu efeito significativo dos sistemas de preparo, assim como de manejo de restos culturais ( $P > 0,05$ ). Esses resultados podem ser devido ao ciclo da cultura do feijão, considerado pequeno para esse tipo de avaliação, e ao tempo em que o referido terreno foi submetido a esses sistemas de operações.

Os sistemas de preparo do solo e o manejo dos restos culturais, não exerceram nenhuma influência no número de grãos por vagem e no peso de 100 sementes ( $P > 0,05$ ). O peso médio de 100 sementes esteve em torno de 19 g, que segundo Mateo Box (1961) citado por Vilhordo, Burin e Gandolfi (1988), classifica-se as sementes como muito pequenas.

Verificou-se também, que não houve efeito significativo de sistemas de preparo do solo e manejo de restos culturais, sobre a produtividade de feijão ( $P > 0,05$ ). No entanto, a produtividade média alcançada de 948 kg/ha foi baixa, considerando que a cultura foi irrigada.

Isto é consequência da redução de plantas por hectare na população final, e das pequenas sementes produzidas. Fatos que podem ser verificados na Tabela 9.

Todavia, a produtividade média alcançada, mesmo baixa, está coerente com os resultados apresentados por Silveira e Stone (1994), quando verificaram uma produtividade mínima de 1140 kg/ha para o feijão semeado após a cultura do milho, onde o processo de decomposição da palhada remanescente de milho competiu em nitrogênio com a cultura do feijão. Fato que deve ser considerado ao analisar a elevada quantidade de restos culturais de milho sobre a superfície (6831,97 kg/ha).

Ainda com relação a produtividade, verifica-se na Tabela 9 que foram alcançados valores variando em torno de 430 kg/ha a 1500 kg/ha. Desta forma nota-se que a falta de mais repetições experimentais pode ter provocado esta variação na produtividade média de feijão.



TABELA 8 - Resumo das análises de variância dos parâmetros culturais de feijão sob sistemas de preparo do solo (S.P.SOLO) e manejo de restos culturais (MANJ.R.C).

FONTE G.L.	VARIAÇÃO	Quadrado Médio					
		População Inicial	População Final	Nº de Vagem	Nº de Grãos	Peso de 100 Sementes	Produtividade
		(Plantas/ha)	(Plantas/ha)	Por Planta	Por Vagem	(gramas)	(kg/ha)
BLOCOS	1	35.551.111,250	27.219.111,200	8,845	0,005	2,042	232.550,470
S.P.SOLO (A)	4	162.157.430,675 <sup>NS</sup>		0,159 <sup>NS</sup>	0,028 <sup>NS</sup>	1,159 <sup>NS</sup>	80.576,773 <sup>NS</sup>
ERRO (a)	4	490.059.930,625	105.763.152,825 <sup>NS</sup>	2,532	0,058	1,206	56.229,309
			590.067.097,325				
MANJ.R.C (B)	1	13.892.778,050 <sup>NS</sup>		0,084 <sup>NS</sup>	0,025 <sup>NS</sup>	3,916 <sup>NS</sup>	31.445,623 <sup>NS</sup>
ERRO (b)	1	268.886.444,450	55.551.111,200 <sup>NS</sup>	17,485	0,113	6,934	433.262,586
			642.229.777,800				
A x B	4	94.097.986,175 <sup>NS</sup>		3,112 <sup>NS</sup>	0,119 <sup>NS</sup>	0,287 <sup>NS</sup>	29.297,589 <sup>NS</sup>
ERRO (c)	4	109.514.152,825	105.901.180,575 <sup>NS</sup>	1,615	0,106	0,098	41.072,370
			119.648.180,675				
CV (a) %		9,95	11,76	15,78	4,61	5,86	25,01
CV (b) %		7,37	12,27	41,46	6,41	14,09	69,43
CV (c) %		4,70	5,30	12,60	6,23	1,67	21,38

TABELA 9 - Componentes da produção e produtividade de grãos para a cultura do feijão.

Bloco	Tratamento	Pop.Inicial (Plantas/ha)	Pop.Final (Plantas/ha)	Número Vag./Planta	Número Grãos/Vag.	P.100 sem. (gr) 13 % b.u.	Produtividade kg/ha
B L O C O I	R-SD	233333	221667	11,30	5,60	19,25	1177,66
	R-PS	200000	186667	11,90	5,40	19,80	1113,79
	R-PE	233333	201667	12,30	5,00	19,83	965,16
	R-PC	231667	230000	9,80	5,40	21,05	1375,97
	R-AA	221667	206667	12,80	5,40	20,55	1580,72
	G-SD	230000	211667	8,90	4,80	17,30	701,46
	G-PS	191667	180000	8,50	5,00	16,60	545,99
	G-PE	231667	196667	11,50	5,20	18,51	848,34
	G-PC	221667	210000	11,70	5,60	19,49	1338,86
	G-AA	216667	208333	8,80	5,10	18,25	910,29
B L O C O II	R-SD	198333	181667	8,20	5,50	18,07	566,78
	R-PS	213333	201667	10,50	4,70	18,95	865,28
	R-PE	235000	208333	5,90	5,50	17,11	431,42
	R-PC	221667	191667	9,20	4,90	18,47	937,45
	R-AA	228333	218333	8,30	5,30	18,78	862,22
	G-SD	220000	220000	11,70	5,10	18,78	1005,13
	G-PS	248333	235000	9,70	5,40	19,01	1086,88
	G-PE	221667	203333	10,10	5,00	17,48	887,69
	G-PC	215000	195000	10,90	5,30	19,21	797,76
	G-AA	236667	221667	9,70	5,50	18,38	961,01

#### 4.5 Retenção de água no solo

Utilizou-se o teste t para dados emparelhados, para comparar as umidades do solo na camada de 0 a 40 cm de profundidade, determinadas pela equação 4 e pelo método gravimétrico, nos blocos I e II, respectivamente. observou-se que ao nível de 5 % de probabilidade que os valores de umidades, determinados de 0 a 40 cm de profundidade no bloco II, por gravimetria, são estatisticamente iguais aos valores determinados na mesma camada pela equação 4 no bloco I. Afirma-se também que os valores de densidade aparente, determinados antes do revolvimento do solo, não influenciaram a transformação de umidade após o revolvimento, com o mesmo nível de probabilidade estabelecido.

Para os dados médios de armazenamento de água no solo, analisados na camada de 0 a 40 cm durante o ciclo da cultura, tem-se o resumo da análise de variância apresentado na Tabela 10. Verificou-se que não houve efeito significativo de sistemas de preparo do solo e manejo de

restos culturais sobre o armazenamento de água no solo ( $P > 0,05$ ). Assim como da interação Sistema de Preparo x Data, ao contrário de datas de amostragem durante o ciclo da cultura ( $P \leq 0,01$ ) e da interação Manejo x Data ( $P \leq 0,05$ ) que proporcionaram efeitos significativos sobre o armazenamento de água no solo. Verificando-se desta forma que o armazenamento demonstrou estatisticamente diferenças quando analisou manejo de restos culturais dentro de datas. Como o efeito significativo de datas não é de interesse neste estudo assim como a interação Manejo x Data, não foi realizado o desdobramento dessa interação.

TABELA 10 - Resumo da análise de variância de dados relativos ao armazenamento de água no solo, na camada de 0 a 40 cm.

FONTE DE VARIAÇÃO	G.L.	QUADRADO MÉDIO
BLOCOS	1	18,946
S.P.SOLO (A)	4	109,324 <sup>NS</sup>
ERRO (a)	4	293,393
MANJ.R.C. (B)	1	663,010 <sup>NS</sup>
ERRO (b)	1	385,020
A x B	4	28,003 <sup>NS</sup>
ERRO (c)	4	37,445
DATAS (C)	10	3301,881 <sup>**</sup>
ERRO (d)	10	65,277
A x C	40	30,097 <sup>NS</sup>
ERRO (e)	40	29,466
B x C	10	49,314 <sup>*</sup>
ERRO (f)	90	25,258
CV (a) %		13,201
CV (b) %		15,122
CV (c) %		4,716
CV (d) %		6,227
CV (e) %		4,183
CV (f) %		3,873

Estes resultados de certa forma, eram esperados devido ao curto ciclo da cultura do feijão. Porém, como é meta neste trabalho a continuidade das atividades realizadas, este será novamente repetido sobre a mesma área, de onde espera-se obter diferenças significativas com relação ao armazenamento de água no solo.

Através dos dados médios de armazenamento de água no solo na camada de 0 a 40 cm, obteve-se as Figuras 9 e 10 que apresentam a situação deste armazenamento ao longo do ciclo da

cultura. Embora a análise de variância não tenha mostrado diferenças significativas de sistemas de preparo e manejo de restos culturais sobre o armazenamento de água no solo, nos tratamentos onde os restos culturais foram manejados através da grade intermediária, verifica-se que há uma tendência do solo em armazenar menos água.

Este fato pode ser observado na Figura 10, principalmente em 25/set e 5/out para os tratamentos envolvendo preparo convencional e plantio direto. Porém, deve-se ressaltar ainda com base na Figura 10, o efeito do plantio direto em 17/out, quando este já se destaca na retenção de água. Portanto, observa-se que após a aplicação de água por irrigação ou precipitação, os restos culturais espalhados sobre a superfície contribuem para a retenção de umidade no solo. Desta forma evita-se principalmente, as perdas de água por evaporação nas camadas superficiais. Nestas, a ação da grade deve ter criado microporos suficientes, que em ação conjunta com restos culturais, influenciaram na retenção de umidade no solo. No entanto, onde o solo não foi mobilizado, abaixo da ação da grade, que realizou as operações de manejo de restos culturais, provavelmente houve maior número de macroporos. Com o decorrer do tempo após a aplicação de água, os macroporos promoveram uma drenagem mais rápida no perfil em estudo. Observações semelhantes foram obtidas por Vieira (1981), onde ressalta que nas camadas superiores a semeadura direta retém mais umidade, diminuindo com a profundidade.

Com relação ao preparo convencional, com restos culturais manejados tanto sob ação de roçadora ou grade, os resultados obtidos proporcionaram em média os menores armazenamentos de água no solo o que pode ser verificado nas Figuras 9 e 10. Esta situação pode contribuir para a intensificação da busca de outras técnicas de preparo do solo por parte dos produtores, onde as práticas conservacionistas começam a se destacar.

Verifica-se também, que os tratamentos, preparo excessivo e preparo conservacionista com escarificador, com restos culturais manejados tanto por roçadora como por grade, apresentaram as maiores tendências de armazenamento de água no solo. Já era de se esperar que no preparo excessivo isso ocorresse, pois o excesso de operações, característica deste sistema de preparo, provavelmente proporcionou dentre todos os tratamentos a maior quantidade de microporos, e a melhor fragmentação de restos culturais no perfil do solo. Isto contribuiu para o armazenamento de água, no entanto, expôs o solo a riscos de erosão além de onerar o custo da operação de preparo, o que torna esta prática desaconselhável. Ao contrário, o escarificador já deve

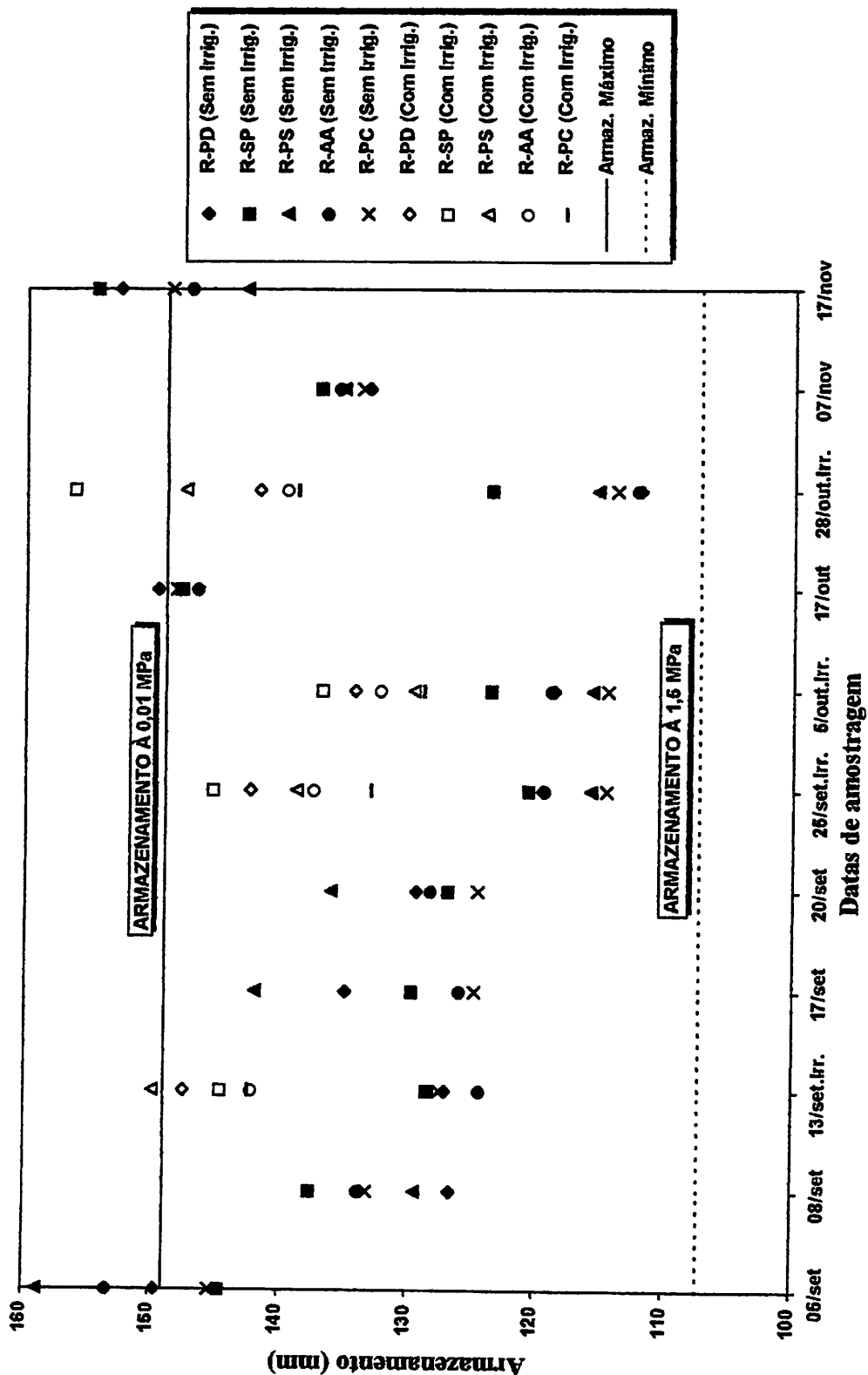


FIGURA 9 - Armazenamento de água no solo na camada de 0 a 40 cm em função do sistema de preparo do solo com o manejo de restos culturais por roçadora.

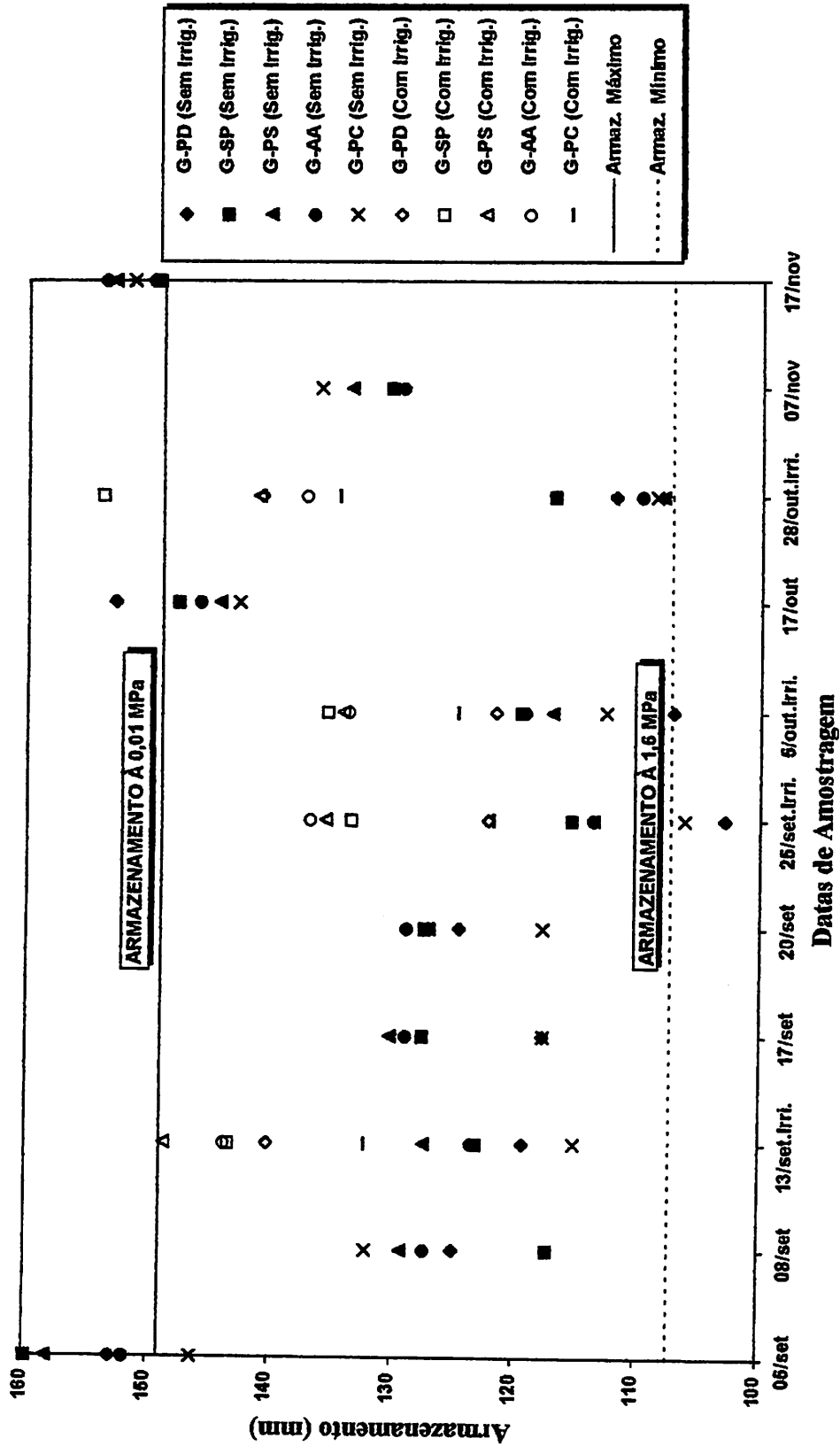


FIGURA 10 - Armazenamento de água no solo na camada de 0a 40 cm em função do sistema de preparo do solo com o manejo de restos culturais por grade intermediária.

ter seu uso estimulado, pois além de manter os restos culturais sobre a superfície, mobiliza o solo apenas o suficiente para o desenvolvimento da cultura, refletindo diretamente no armazenamento de água.

O sistema de preparo com uso de aivecas, independente do tipo de manejo de restos culturais, comportou-se como intermediário no armazenamento. O que mostra, que a ação dessas ferramentas ativas nas camadas inferiores, entre 20 e 30 cm no perfil do solo, contribui para obtenção de bons níveis de armazenamento de água no solo.

Ainda nas Figuras 9 e 10, observa-se que certos tratamentos chegaram em determinadas datas a superar o armazenamento do perfil do solo à 0,01 MPa. Como este é o máximo que o solo consegue armazenar, o excesso é rapidamente drenado. Com relação a 5/set o excesso é consequência de uma elevada lâmina de irrigação aplicada em 4/set. Observou-se também que após a irrigação de 5/out, em todos os tratamentos, o armazenamento de água sofreu um acréscimo, conforme verificado em 17/out. O mesmo ocorreu de 7/nov para 17/nov. Isso se deve às precipitações naturais que ocorreram no período, que são apresentadas na Tabela 11. De onde verificou-se que de 6/out a 15/out ocorreu uma precipitação total de 51,8 mm, e de 12/nov a 17/nov, de 73,4 mm.

TABELA 11 - Precipitações ocorridas em (mm) durante o ciclo da cultura do feijão, determinados pela estação agrometeorológica da UFLA/Lavras - MG.

Datas	Precipitação	Datas	Precipitação
18/set	8,20	4/nov	8,60
27/set	29,00	5/nov	1,00
29/set	1,40	12/nov	13,60
6/out	10,80	13/nov	21,00
7/out	1,60	14/nov	4,00
10/out	6,20	15/nov	1,60
14/out	22,60	16/nov	24,60
15/out	10,60	17/nov	8,60
29/out	0,70	19/nov	29,80
31/out	17,40	24/nov	29,60
1/nov	35,80	25/nov	2,00
2/nov	1,00	28/nov	9,00
3/nov	1,80		

Ao observar a Figura 10, verifica-se também que os tratamentos G-SD e G-PC em 25/set e G-SD em 5/out apresentaram um armazenamento inferior ao do solo sob uma tensão de 1,5 MPa (107,22 mm). De onde pode-se afirmar que o manejo da irrigação não foi satisfatório, promovendo situações de déficit hídrico para a cultura. Isso provocou uma redução na população final de plantas diminuindo a produção. Desse modo, verifica-se que houve alguma falha que refletiu em déficit hídrico, que provavelmente pode estar, na determinação dos pontos da curva de retenção ou nos valores de tensão obtidos a partir dos tensiômetros, problemas com a escorva dos mesmos, ou o uso de valores médios de tensão e umidade para verificar o critério de irrigação adotado.



## **5 CONCLUSÕES**

**Nas condições em que foi realizado o presente trabalho pode-se concluir o seguinte:**

- 1. O manejo com roçadora e grade intermediária de arrasto foi eficiente na picagem dos restos culturais de milho.**
- 2. Em relação a incorporação de restos culturais de milho, grade com preparo convencional e grade com preparo excessivo proporcionaram as maiores incorporações.**
- 3. Não houve diferença significativa na produtividade de feijão irrigado para os tratamentos de manejo de restos culturais de milho e sistemas de preparo do solo.**
- 4. Não houve diferença significativa na retenção de água no solo para os tratamentos de manejo de restos culturais de milho e sistemas de preparo do solo.**

## **6 SUGESTÕES**

Face às dificuldades surgidas na montagem e condução do presente trabalho, bem como das observações realizadas, sugere-se para condução de experimentos semelhantes:

1. Aumentar o número de repetições dos tratamentos estatísticos, para obter maior precisão experimental.
2. Fazer diariamente leitura dos tensiômetros, de preferência sempre no mesmo horário, e em seguida promover a escorva dos mesmos.
3. Para obter valores mais confiáveis de umidade na capacidade de campo, este parâmetro deve ser determinado diretamente no campo.
4. Considerando que o ensaio foi conduzido apenas durante um ciclo da cultura do feijão, há necessidade de que as avaliações realizadas sejam feitas por um período maior, para indicar recomendações seguras ao produtor.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRÃO, P.U.R.; GOEPFERT, C.F.; GUERRA, M.; ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A. Efeitos de sistemas de preparo do solo sobre características de um Latossolo Roxo distrófico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.3, n.3, p.169-172, set./dez. 1979.
- ALMEIDA, L.D. de; BULISANI, E.A.; RONZELLI JÚNIOR, P.; CASTRO, J.L. de; VEIGA, A.A. Influência de espaçamento de plantio na produção do feijoeiro das águas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, Goiânia, 1982. **Anais ... Goiânia: EMBRAPA/CNPAF**, 1982. p.112-114.
- ALMEIDA, V.M. de; RAMALHO, M.A.P.; REIS, A.J. dos; MUNIZ, J.A. Avaliação agronômica de sistemas de produção de feijão irrigado (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Ciência e Prática**, Lavras, v.14, n.2, p.125-136, maio/ago. 1990.
- ALVARENGA, R.C.; CRUZ, J.C.; PACHECO, E.B. Preparo do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.13, n.147, p.40-45, mar. 1987.
- ARRUDA, F.B. Uso da água na produção agrícola. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, Campinas, 1987. **Anais ... Campinas: Fundação CARGILL**, 1987. p.177-199.
- ASBRASIL. **Aspersores**. São Bernardo do Campo, [198-]. 7p.
- AZEVEDO, J.A. de.; CAIXETA, T.J. Critérios para programar a irrigação. In: \_\_\_\_\_. **Irrigação do Feijoeiro**. 2.ed. Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1987a. p.22-34. (Circular Técnica, 23).
- AZEVEDO, J.A. de.; CAIXETA, T.J. Influência das condições de umidade do solo. In: \_\_\_\_\_. **Irrigação do Feijoeiro**. 2.ed. Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1987b. p.15-21. (Circular Técnica, 23).

- AZEVEDO, J.A. de.; CAIXETA, T.J. Manejo da água de irrigação. In: \_\_\_\_\_. **Irrigação do feijoeiro**. 2.ed. Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1987c. p.48-50. (Circular Técnica, 23).
- AZEVEDO, J.A. de.; SILVA, E.M. da; RESENDE, M.; GUERRA, A.F. Programação da irrigação. In: \_\_\_\_\_. **Aspectos sobre o manejo da irrigação por aspersão para o cerrado**. 2.ed. Planaltina: EMBRAPA/CPAC, 1986. p.29-40. (Circular Técnica, 16).
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. 2.ed.rev. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 247p.
- BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 4.ed. Viçosa: UFV Impr. Univ., 1986. 488p.
- BEZERRA, J.E.S. **Influência de sistemas de manejo de solo sobre algumas propriedades físicas e químicas de um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico distrófico, fase terraço, e sobre a produção de milho (*Zea mays* L.)**. Viçosa: UFV, 1978. 61p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- BOLLER, W.; KLEIN, V.A.; HEISSER, L.R. Avaliação do desempenho de um picador de palha tratorizado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, Londrina, 1991. **Anais ... Londrina: SBEA/IAPAR, 1992. v.2, p.1276-1286.**
- BORIN, M.; SARTORI, L. Barley, soybean and maize production using ridge tillage, no-tillage and conventional tillage in north-east Italy. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v.62, n.4, p.229-236, Dec. 1995.
- BRAGAGNOLO, N.; MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por palha de trigo e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.14, p.369-374, set./dez. 1990.
- CASSEL, D.K.; KLUTE, A. Water potencial, tensiometry. In: KLUTE, A., (ed.). **Methods of soil analysis: part 1 - physical and mineralogical methods**. 2.ed. Madison: ASA/SSSA, 1986. p.563-596. (Agronomy, 9).
- CASTRO NETO, P.; SILVEIRA, J.V. Precipitação provável para Lavras, região sul de Minas Gerais, baseada na função de distribuição de probabilidade gama. I. Período mensais, **Ciência e Prática**, Lavras, v.5, n.2, p.144-151, jul./dez. 1981.

- CENTURION, J.F.; DEMATTÊ, J.L.I. Efeitos de sistemas de preparo nas propriedades físicas de um solo sob cerrado cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, n.3, p.263-266, set./dez. 1985.
- CENTURION, J.F.; FERNANDES, F.M.; NASCIMENTO, V.M. Efeito de sistemas de preparo do solo na cultura da soja em sucessão com trigo e sorgo. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 2, Brasília, 1981. **Anais ... Londrina: EMPBRAPA/ CNPSo**, 1982. v.1, p.162-166.
- CHAGAS, J.M. Plantio. In: ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (eds.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFÓS, 1988. p.303-316.
- CHAGAS, J.M. Tratos culturais no plantio de feijão no inverno em Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.178, p.25-27, 1994.
- CHAGAS, J.M.; ARAÚJO, G.A.A.; OLIVEIRA, F. Efeito da rotação de culturas em áreas irrigáveis sobre a produção de feijão no inverno em Leopoldina. In: EPAMIG. **Projeto Feijão: relatório 88/92**. Belo Horizonte, 1992. p.29-30.
- COAN, O.; ARCURI, J.F. **Sistemas de preparo de solo: efeitos sobre a camada mobilizada e no comportamento da cultura do feijoeiro**. Viçosa: SBEA, 1995. 32p. (Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 24, Viçosa, 1995. n.95 - 4 - 379).
- CORSINI, P.C.; MALHEIROS, E.B.; SACCHI, E. Sistemas de cultivo da cultura de cana-de-açúcar. Efeitos na retenção de água e na porosidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, v.10, n.1, p.71-74, jan./abr. 1986.
- DERPSCH, R. Histórico, requisitos, importância e outras considerações sobre plantio direto no Brasil. In: TORRADO, P.V.; ALOISI, R.R. (coord.). **Plantio Direto no Brasil**. Campinas: Fundação CARGILL, 1984a. Cap.1, p.1-12.
- DERPSCH, R. Importância da cobertura do solo e do preparo conservacionista. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DO SOLO E PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL, 1, Passo Fundo, 1983. **Anais...** Passo Fundo: convênio FINEP/FUNDATEC, 1984b. p.153-174.
- DICK, W.A.; ROSEBERG, R.J.; McCOY, E.L.; EDWARDS, W.M.; HAGHIRI, F. Surface hydrologic response of soils to no-tillage. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.53, n.5, p.1520-1526, Sept./Oct. 1989.

- EDWARDS, W.M.; NORTON, L.D.; REDMOND, C.E. Characterizing macropores that affect infiltration into nontilled soil. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v.52, n.2, p.483-487, Mar./Apr. 1988.
- FARIA, R.T. de; KRANZ, W.M. Determinação de espaçamentos e densidades adequados para cultivares de diferentes portes. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1, Goiânia, 1982. *Anais ... Goiânia: EMBRAPA/CNPAF*, 1982. p.118-119.
- FORSYTHE, W.M.; LEGARDA, L.B. Soil water and aeration and red bean production: I - mean maximum soil moisture suction. *Turriaba*, San José, Costa Rica, v.28, n.1, p.81-86, ene./mar. 1978.
- FRYREAR, D.W. Soil cover and wind erosion. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.28, n.3, p.781-784, May/June 1985.
- GALVÃO, J.D.; RODRIGUES, J.J.V.; PURÍSSIMO, C. Sistemas de plantio, direto e convencional, na cultura do feijão da seca, em Viçosa, Minas Gerais. *Revista Ceres*, Viçosa, v.28, n.158, p.412-416, jul./ago. 1981.
- GARRIDO, M.A.T.; PURCINO, J.R.C.; LIMA, C.A.S. Efeitos do déficit de água em alguns períodos do ciclo de crescimento sobre o rendimento do feijoeiro comum. In: EPAMIG. *Projeto feijão: relatório 77/78*. Belo Horizonte, 1979. p.25-27.
- GUEDES, L.V.M.; WILLES, T.L.; VEDOATO, R.A. Sistemas de manejo de solo. Ensaio de longo prazo em comparações entre plantio direto, preparo mínimo e plantio convencional. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1, Londrina, 1979. *Anais ... Londrina: EMBRAPA/CNPSo*, 1979. v.1, p.59-65.
- GUIMARÃES, C.M. Efeitos fisiológicos do estresse hídrico. In: ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (eds.). *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba, POTAFOS, 1988. Cap.2, p.157-174.
- HOSTALACIO, S.; VÁLIO, I.F.M. Desenvolvimento de plantas de feijão cv. goiano precoce, em diferentes regimes de irrigação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.19, n.2, p. 211-218, fev. 1984.
- INSTITUTO AGRONÓMICO DO PARANÁ. Manejo e uso do solo. In: \_\_\_\_\_. *Recomendações técnicas para a cultura do trigo no Paraná*. Londrina, 1993. p.51-57. (Circular, 78).

- KLEIN, V.A.; BOLLER, W.; CANDATEN, A.; BORTOLOTTI, D.R.; DALPAZ, R.C. Avaliação de escarificadores e resposta da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.2, p.307-311, maio/ago. 1995.
- KRAMER, P.J. Water stress and plant growth. **Agronomy Journal**, Madison, v.55, n.1, p.31-35, Jan./Feb. 1963.
- LAFLEN, J.M.; AMEMIYA, A.; HINTZ, E.A. Measuring crop residue cover. **Journal of soil and water conservation**, Ankeny, v.36, n.6, p.341-343, 1981.
- LAFLEN, J.M.; COLVIN, T.S. Effect of crop residue on soil loss from continuous row cropping. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.24, n.3, p.605-609, May/June 1981.
- LIMA, A. de A.; CARDOSO, A.A.; VIEIRA, C.; DEFELIPO, B.V.; CONDÉ, A.R. Resposta de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.) a espaçamentos de plantio e níveis de adubação. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v.30, n.169, p.245-248, maio/jun. 1983.
- LINDSTROM, M.J.; ONSTAD, C.A. Influence of tillage systems on soil physical parameters and infiltration after planting. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankeny, v.39, n.2, p.149-152, Mar./Apr. 1984.
- LINO, A.C.L.; PECHE FILHO, A.; STORINO, M. **Análise da fragmentação realizada por uma roçadora**. Viçosa: SBEA, 1995. 10p. (Trabalho apresentado no Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 24, Viçosa, 1995. n.95 - 4 - 333).
- LOMBARDI NETO, F.; DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M. de; DECHEN, S.C.F.; VIEIRA, S.R. Efeito da quantidade de resíduos culturais de milho nas perdas de solo e água. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, v.12, n.1, p.71-75, jan./abr. 1988.
- LOPES, P.R.C.; COGO, N.P.; LEVIEN, R. Eficácia relativa de tipo e quantidade de resíduos culturais espalhados uniformemente sobre o solo na redução da erosão hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Porto Alegre, v.11, n.1, p.71-75, jan./abr. 1987.
- MACK, H.J.; VARSEVELD, G.H. Response to bush snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to irrigation and plant density. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.107, n.2, p.286-290, Mar. 1982.

- MAGALHÃES, A.A. de; MILLAR, A.A.; CHOUDHURY, E.N. Efeito do déficit fenológico de água sobre a produção do feijão. *Turrialba, San José, Costa Rica*, v.29, n.4, p.269-273, oct./dic. 1979.
- MAGALHÃES, P.S.G. Manejo de solo e seus efeitos sobre a compactação. In: SILVEIRA, G.M. da (coord.). **IV Ciclo de estudos sobre mecanização agrícola**. Campinas: Fundação CARGILL, 1990. p.156-167.
- MAIA, J.C.S.; ELTZ, F.L.F. Avaliação da cultura de soja (*Glycine max*, L.) submetida a dois sistemas de preparo em solo sob vegetação de cerrados: III - Percentagem de raízes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, Londrina, 1991. *Anais ... Londrina: SBEA/IAPAR*, 1992. v.2, p.869-883.
- MANTOVANI, E.C. Máquinas e implementos agrícolas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.13, n.147, p.56-63, mar. 1987.
- MAROELLI, W.A.; CARVALHO E SILVA, W.L. de.; SILVA, H.R. da. Métodos para o manejo da irrigação. In: \_\_\_\_\_. **Manejo da irrigação em hortaliças**. Brasília: EMBRAPA/SPI, 1994. p.30-44.
- MAZUCHOWSKI, J.Z.; DERPSCH, R. **Guia de preparo do solo para culturas anuais mecanizadas**. Curitiba, ACARPA, 1984. 68p.
- McKYES, E.; NEGI, S.; DOUGLAS, E.; TAYLOR, F.; RAGHAVAN, V. The effect of machinery traffic and tillage operations on the physical properties of a clay and on yield of silage corn. *Journal of Agricultural Engineering Research*, London, v.24, n.2, p.143-148, June 1979.
- MOROTE, C.G.B.; VIDOR, C.; MENDES, N.G. Alterações na temperatura do solo pela cobertura morta e irrigação. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, Campinas, v.14, n.1, p.81-84, jan./abr. 1990.
- MOURA, A.R.B. Efeito de sistemas de manejo na cultura do milho, (*Zea mays*, L.) sobre algumas propriedades físicas e químicas de um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico distrófico, fase terraço. Viçosa, MG: UFV, 1981. 125p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).



- NEGI, S.C.; RAGHAVAN, G.S.V.; McKYES, E.; TAYLOR, F. The effects to compaction and minimum tillage on corn yields and soil properties. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.33, n.3, p.744-748, May/June 1990.
- OLIVEIRA, D. de. **Evapotranspiração máxima e necessidade de água para irrigação de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e trigo (*Triticum aestivum* L.) determinadas por balanço hídrico para seis locais do Paraná.** Piracicaba: ESALQ, 1990. 155p. (Dissertação - Mestrado em Agrometeorologia).
- OMETTO, J.C. Classificação climática. In: \_\_\_\_\_. **Bioclimatologia vegetal.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. p.389-404.
- ORTOLANI, A.F.; COAN, O.; BENINCASA, M.; BANZATTO, D.A. Manejo do solo agrícola durante dez anos com a cultura do milho (*Zea mays*, L.) - II: Efeitos sobre a cultura. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 20, Londrina, 1991. **Anais ...** Londrina: SBEA/IAPAR, 1992. v.2, p.763-786.
- PACHÊCO, R.G. **Efeitos de espaçamentos e adubação sobre dois cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no outono-inverno.** Viçosa: UFV, 1993. 64p. (Tese - Mestrado em Fitotecnia).
- PECHE FILHO, A.; COELHO, J.L.D. Aspectos gerais de mecanização na cultura do feijão. In: SILVEIRA, G.M. da (coord.). **IV Ciclo de estudos sobre mecanização agrícola.** Campinas: Fundação CARGILL, 1990. p.97-149.
- PECHE FILHO, A.; COSTA, J.A. de S.; FERRETTI, G.; STORINO, M. Avaliação do grau de picagem de material orgânico: uma proposta de metodologia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 23, Campinas, 1994. **Resumos...** Campinas: UNICAMP, Jaboticabal: SBEA, 1994, p.252.
- RAMOS, M.; DEDECEK, E. Efeito de sistemas de preparo do solo na produção de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.14, n.2, p.149-153, abr. 1979.
- RAZINI, N. Plantio direto. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DO SOLO E PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL, 1, Passo Fundo, 1983. **Anais...** Passo Fundo: FINEP/FUNDATEC, 1984. p.175-182.

- RICHARDS, B.K.; WALTER, M.F.; MUCH, R.E. Variation in line transect measurements of crop residue cover. **Journal of Soil and Water Conservation**, Ankey, v.39, n.1, p.60-61, Jan./Feb. 1984.
- SAAD, A.M. **Uso do tensiômetro no controle da irrigação por pivô central em cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Piracicaba: ESALQ, 1991. 144p. (Dissertação - Mestrado em Irrigação e Drenagem).
- SANTA CECÍLIA, F.C.; RAMALHO, M.A.P.; SOUZA, A.F. de. Efeitos do espaçamento de plantio na cultura do feijão. **Agros, Lavras**, v.4, n.1, p.11-21, 1974.
- SARVASI, F.L. de O.C. **Dinâmica da água, erosão hídrica e produtividade das culturas em função do preparo do solo**. Piracicaba: ESALQ, 1994. 147p. (Dissertação - Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas).
- SCHULTZ, L.A. **Manual do plantio direto: técnicas e perspectivas**. 2.ed. Porto Alegre: SAGRA, 1987. 124p.
- SILVA, E.L. **Suscetibilidade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv goiano precoce a inundações temporárias do sistema radicular em diferentes fases do seu ciclo vegetativo**. Piracicaba: ESALQ, 1982. 77p. (Dissertação - Mestrado em Irrigação e Drenagem).
- SILVA, M.L.N.; BAHIA, V.G.; BARROSO, D.G. Perdas de solo em sistemas de preparo convencional e plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.16, p.176, p.44-50, 1992.
- SILVEIRA, P.M. da.; STONE, L.F. Irrigação do feijoeiro por aspersão. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.178, p.28-34, 1994.
- SMAJSTRLA, A.G.; KOO, R.C. Use of tensiometers for scheduling of citrus trickle irrigation. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, Miami Beach, v.99; p.51-56, June 1986.
- STEIN, O.R.; NEIBLING, W.H.; LOGAN, T.J.; MOLDENHAUER, W.C. Runoff and soil loss as influenced by tillage and residue cover. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.50, n.6, p.1527-1531, Nov./Dec. 1986.

- STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; SILVA, S.C. da. Efeitos da tensão da água do solo sobre a produtividade e crescimento do feijoeiro: I - produtividade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.161-167, fev., 1988.
- van GENUCHTEN, M.T. A closed form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Society American Journal**, Madison, v.44, n.5, p.892-898, Sept./Oct. 1980.
- VIEIRA, M.J. Propriedades físicas do solo. In: IAPAR. **Plantio direto no Estado do Paraná**. Londrina, 1981, p.19-32. (Circular, 23).
- VILELA, E. de A.; RAMALHO, M.A.P. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v.3, n.1, p.71-79, jan./jun. 1979.
- VILHORDO, B.W.; BURIN, M.E.; GANDOLFI, V.H. Morfologia. In: ZIMMERMANN, M.J. de O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (eds.). **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: POTAFOS, 1988. p.87-123.
- VILLAGRA, M.M.; MATSUMOTO, O.M.; BACCHI, O.O.S.; MORAES, S.O.; LIBARDI, P.L.; REICHARDT, K. Tensiometria e variabilidade espacial em terra roxa estruturada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.12, n.3, p.205-10, set./dez. 1988
- WEST, L.T.; MILLER, W.P.; LANGDALE, G.W.; BRUCE, R.R.; LAFLEN, J.M.; THOMAS, A.W. Cropping system effects on interrill soil loss in the Georgia Piedmant. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.55, n.2, p.460-466, Mar./Apr. 1991.
- WILKINSON, R.H.; BRAUNBECK, O.A. Germinacion y emergencia. In: FAO. **Elementos de maquinaria agrícolas: Tomo 1**. Roma, 1977. p.42-43. (Boletim de Serviços Agrícolas, 12 sup.1).

**APÉNDICE**

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA</b>		<b>Página</b>
1A	Dados comparativos de umidade base volume por gravimetria, no bloco II, e pela metodologia de Saad (1991), no bloco I, na camada de 0 a 40 cm .....	55
2A	Armazenamento médio de água no solo na camada de 0 a 40 cm na área experimental durante o ciclo da cultura .....	56
3A	Dados médios de armazenamento de água no solo na camada de 0 a 40 cm durante o ciclo da cultura .....	57

TABELA 1A - Dados comparativos de umidade base volume por gravimetria, no bloco II, e pela metodologia de Saad (1991), no bloco I, na camada de 0 a 40cm.

Tratamentos	5/set		8/set		13/set		17/set		20/set		25/set	
	Bloco I	Bloco II	Bloco I	Bloco II	Bloco I	Bloco II	Bloco I	Bloco II	Bloco I	Bloco II	Bloco I	Bloco II
R-PD	0,3621	0,3857	0,3100	0,3230	0,3166	0,3188	0,3185	0,3561	0,3209	0,3261	0,2786	0,3189
R-SP	0,3515	0,3710	0,3453	0,3423	0,2988	0,3434	0,2953	0,3532	0,2908	0,3435	0,2795	0,3234
R-PS	0,4001	0,3941	0,3318	0,3151	0,3345	0,3076	0,3634	0,3464	0,3557	0,3242	0,2962	0,2823
R-AA	0,3944	0,3725	0,3411	0,3278	0,3285	0,2934	0,3199	0,3099	0,3112	0,3299	0,2889	0,3079
R-PC	0,3518	0,3747	0,3441	0,3215	0,3407	0,2968	0,2881	0,3358	0,2792	0,3434	0,2781	0,2944
G-PD	0,3920	0,3724	0,3212	0,3036	0,3056	0,2910	0,3168	0,2719	0,3121	0,3110	0,2778	0,2365
G-SP	0,4080	0,3908	0,2815	0,3044	0,3097	0,3058	0,3072	0,3307	0,3026	0,3345	0,2829	0,2940
G-PS	0,4015	0,3891	0,3360	0,3101	0,3291	0,3078	0,3396	0,3115	0,3307	0,3047	0,2914	0,2768
G-AA	0,3820	0,3773	0,3212	0,3152	0,3271	0,2903	0,3395	0,3051	0,3333	0,3111	0,2992	0,2688
G-PC	0,3565	0,3750	0,3454	0,3148	0,2953	0,2801	0,2870	0,3013	0,2797	0,3092	0,2760	0,2548
t <sub>CALCULADO</sub>	0,045		1,848		1,869		0,404		1,160		0,099	
t <sub>TABBLANDO</sub>	2,26											

Tratamentos	5/out		17/out		28/out		7/nov		17/nov	
	Bloco I	Bloco II	Bloco I	Bloco II	Bloco I	Bloco II	Bloco I	Bloco II	Bloco I	Bloco II
R-PD	0,2768	0,3162	0,3630	0,3852	0,2823	0,2776	0,3442	0,3221	0,3911	0,3726
R-SP	0,2946	0,3230	0,3514	0,3876	0,2880	0,3298	0,3448	0,3399	0,3745	0,3980
R-PS	0,2897	0,2886	0,3720	0,3669	0,2800	0,2963	0,3480	0,3279	0,3470	0,3670
R-AA	0,2968	0,2975	0,3500	0,3826	0,2763	0,2844	0,3480	0,3299	0,3714	0,3640
R-PC	0,2750	0,2974	0,3720	0,3690	0,2792	0,2896	0,3344	0,3343	0,3620	0,3813
G-PD	0,2847	0,2507	0,3997	0,3646	0,2742	0,2853	0,3261	0,3248	0,3812	0,3683
G-SP	0,2834	0,3142	0,3750	0,3634	0,2733	0,3111	0,3095	0,3420	0,3675	0,3792
G-PS	0,2875	0,2977	0,3511	0,3703	0,2740	0,2660	0,3376	0,3306	0,3910	0,3738
G-AA	0,3031	0,2931	0,3710	0,3584	0,2766	0,2720	0,3404	0,3063	0,3935	0,3750
G-PC	0,2772	0,2857	0,3465	0,3673	0,2809	0,2620	0,3504	0,3301	0,3811	0,3762
t <sub>CALCULADO</sub>	1,373		0,869		1,452		1,650		0,090	
t <sub>TABBLADO</sub>	2,26									

TABELA 2A - Armazenamento médio de água no solo na camada de 0 a 40 cm na área experimental durante o ciclo da cultura.

BLOCOS	TRATAMENTOS		DATAS DE ANÁLISES											
	S.P.SOLO	MANJ.R.C.	5/set	8/set	13/set	17/set	20/set	25/set	5/out	17/out	28/out	7/nov	17/nov	
B L O C O  I	PD	<	R	144,84	124,00	126,64	127,40	128,36	111,44	110,72	145,20	112,92	137,68	149,00
			G	149,00	128,48	122,24	126,72	124,84	111,12	113,88	149,00	109,68	130,44	149,00
	SP	<	R	140,60	138,12	119,52	118,12	116,32	111,80	117,84	140,56	115,20	137,92	149,00
			G	149,00	112,60	123,88	122,88	121,04	113,16	113,36	149,00	109,32	123,80	147,00
	PS	<	R	149,00	132,72	133,80	145,36	142,28	118,48	115,88	148,80	112,00	139,20	138,80
			G	149,00	134,40	131,64	135,84	132,28	116,56	115,00	140,44	109,60	135,04	149,00
	AA	<	R	149,00	136,44	131,40	127,96	124,48	115,56	118,72	140,00	110,52	139,20	148,56
			G	149,00	128,48	130,84	135,80	133,32	119,68	121,24	148,40	110,64	136,16	149,00
	PC	<	R	140,72	137,64	136,28	115,24	111,68	111,24	110,00	148,80	111,68	133,76	144,80
			G	142,60	138,16	118,12	114,80	111,88	110,40	110,88	138,60	112,36	140,16	149,00
B L O C O  II	PD	<	R	149,00	129,20	127,52	142,44	130,44	127,56	126,48	149,00	111,04	128,84	149,00
			G	148,96	121,44	116,40	108,76	124,40	94,60	100,28	145,84	114,12	129,92	147,32
	SP	<	R	148,40	136,92	137,36	141,28	137,40	129,36	129,20	149,00	131,92	135,96	149,00
			G	149,00	121,76	122,32	132,28	133,80	117,60	125,68	145,36	124,44	136,80	149,00
	PS	<	R	149,00	126,04	123,04	138,56	129,68	112,92	115,44	146,76	118,52	131,16	146,80
			G	149,00	124,04	123,12	124,60	121,88	110,72	119,08	148,12	106,40	132,24	149,00
	AA	<	R	149,00	131,12	117,36	123,96	131,96	123,16	119,00	149,00	113,76	131,96	145,60
			G	149,00	126,08	116,12	122,04	124,44	107,52	117,24	143,36	108,80	122,52	149,00
	PC	<	R	149,00	128,60	118,72	134,32	137,36	117,76	118,96	147,60	115,84	133,72	149,00
			G	149,00	125,92	112,04	120,52	123,68	101,92	114,28	146,92	104,80	132,04	149,00

TABELA 3A - Dados médios de armazenamento de água no solo na camada de 0 a 40 cm durante o ciclo da cultura.

Tratamento	5/set	8/set	13/set	13/set.I	17/set	20/set	25/set	25/set.I	5/out	5/out.I	17/out	28/out	28/out.I	7/nov	17/nov
R-PD	149,56	126,60	127,08	147,45	134,92	129,40	119,50	142,40	118,60	134,23	149,64	111,98	141,83	133,26	152,74
R-SP	144,50	137,52	128,44	144,49	129,70	126,86	120,58	145,23	123,52	136,72	147,80	123,56	156,16	136,94	154,50
R-PS	158,84	129,38	128,42	149,85	141,96	135,98	115,70	138,75	115,66	129,66	147,78	115,26	147,51	135,18	142,80
R-AA	153,38	133,78	124,38	142,16	125,96	128,22	119,36	137,41	118,86	132,24	146,52	112,14	139,59	135,58	147,08
R-PC	145,30	133,12	127,50	142,38	124,78	124,52	114,50	132,90	114,48	128,86	148,20	113,76	138,76	133,74	148,66
G-PD	152,88	124,96	119,32	140,22	117,74	124,62	102,86	122,26	107,08	121,66	152,86	111,90	140,90	130,18	149,90
G-SP	159,76	117,18	123,10	143,38	127,58	127,42	115,38	133,43	119,52	135,42	147,68	116,88	153,88	130,30	149,34
G-PS	158,12	129,22	127,38	148,63	130,22	127,08	113,64	135,54	117,04	134,19	144,28	108,00	141,15	133,64	152,96
G-AA	151,86	127,28	123,48	143,73	128,92	128,88	113,60	136,90	119,24	133,67	145,88	109,72	137,27	129,34	153,70
G-PC	146,30	132,04	115,08	132,18	117,66	117,78	106,16	121,81	112,58	124,71	142,76	108,58	134,58	136,10	151,46