


VALTER FERREIRA LÚCIO

**EFEITOS DE DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO DO
SOLO NA PRODUTIVIDADE DO MILHO (*Zea mays* L.)**

Valter
Dissertação apresentada a Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do curso de mestrado em Fitotecnia, para a obtenção do grau de MESTRE.


**ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS**

1992

[REDACTED]

VALTER FERREIRA LUCIO

DEPARTAMENTO

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

EXCELENTISSIMO SENHOR DOUTOR DEUS DA SILVA

PROFESSOR DE ECONOMIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

[REDACTED]

...a respeito da apresentação e ...
...superior de agricultura da ...
...na parte das exigências de ...
...no âmbito da fitotecnia, para ...
...relativo ao grau de ...

[REDACTED]

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS

LAVRAS - MINAS GERAIS

1952

EFEITOS DE DIFERENTES SISTEMAS DE PREPARO DO
SOLO NA PRODUTIVIDADE DO MILHO (*Zea mays* L.)

APROVADA: EM 30/03/92

Enivanis

Profº ENIVANIS DE ABREU VILELA
Orientador

Israel Alexandre P. Filho

Pesqº ISRAEL ALEXANDRE P. FILHO
Co-Orientador

Janice Guedes de Carvalho

Profª JANICE GUEDES DE CARVALHO

Francisco G. F. T. de Castro Bahia

Pesqº FRANCISCO G. F. T. DE CASTRO BAHIA

BIOGRAFIA

VALTER FERREIRA LÚCIO, filho de Job Ferreira de Alcantara e Joaquina Lúcia de Andrade, nasceu em Araporã, município de Tupaciguara, MG, em 05 de maio de 1943.

Em 1960, concluiu o segundo grau no Colégio de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais. Em dezembro de 1965, diplomou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa.

Iniciou a vida profissional como Extensionista Rural e comerciante em 1966. Em 1976, trabalhou em gerenciamento de programas de consultoria em agricultura em todo o país, através do Serviço Brasileiro de Apoio à Pequena e Média Empresa - SEBRAE, até 1982.

Trabalha desde 1983 na Universidade Federal de Uberlândia, onde participou da criação e estruturação do curso de agronomia daquela instituição.

A meus pais,
que, durante toda sua vida,
me incentivaram nos estudos.

A meus filhos,
que, com seu amor,
reforçam minha vontade de crescer

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Escola Superior de Agricultura de Lavras, pela oportunidade de realização do curso.

Ao PICD/CAPES, pela concessão de bolsa de estudos.

A Universidade Federal de Uberlândia, pela oportunidade concedida e pelo apoio na realização desse trabalho.

Ao Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo da EMBRAPA, pelo grande apoio em todas as fases do desenvolvimento do projeto.

A Fazenda Sertãozinho - EPAMIG, pelo apoio indispensável com pessoal e equipamentos.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo apoio financeiro.

Ao orientador Enivanis de Abreu Vilela pela grande confiança sempre externada em nossos contatos.

Aos meus professores, pela excelente convivência durante o decorrer do curso.

Aos co-orientadores José Carlos Cruz e Israel A. Pereira Filho pelas sugestões e ensinamentos oportunos.

Aos professores Luiz Roberto Guimarães Guilherme e Mozart Martins Ferreira pelas inestimáveis contribuições.

Ao Dr. Lairson Couto, pelo apoio e incentivo.

Ao grande amigo e professor Fernando Costa Santa Cecília, pelo incentivo e confiança.

Ao amigo Ataúlfo M. Martins da Costa, que nunca faltou com o incentivo e com a palavra amiga.

Ao colega de trabalho e amigo José Afonso V. Vasconcelos, incansável no apoio direto e indireto, durante todo o curso.

Aos meus colegas, Juarez Patrício, Elda Bonilha, Tereza, Cláudia, Mabel, Cristiane, Geraldo Milanez, Adriano, Alberto, Lázaro, pela saudável convivência.

Ao colega e amigo Francisco Baia pelo Incentivo.

Aos meus irmãos Orestes, Amador, Dilza e Rezende, que souberam sempre, compreender, amparar e incentivar a progressão profissional.

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

INDICE

1 -	INTRODUÇÃO.....	01
2 -	REVISÃO DE LITERATURA.....	03
	2.1. Sistemas de Preparo do Solo.....	03
	2.2. Efeitos de Sistemas de Preparo do Solo na Produção do Milho.....	05
	2.3. Efeitos dos Sistemas de Preparo do Solo em Algumas Propriedades Químicas do Solo.....	08
	2.4. Efeitos dos Sistemas de Preparo do Solo Sobre Algumas Propriedades Físicas do Solo.....	12
3 -	MATERIAL E MÉTODOS.....	17
	3.1. Características do Local do Estudo.....	17
	3.2. Sistemas de Preparo do Solo.....	17
	3.3. Plantio, Tratos culturais, Adubação e Colheita....	19
	3.4. Coleta de Amostras de Solo Para as Análises Físicas e Químicas.....	22
	3.5. Método Experimental.....	22
4 -	RESULTADO E DISCUSSÃO.....	24
	4.1. Produção de Grãos.....	24
	4.2. Índice de Espigas.....	27
	4.3. Características Químicas.....	28
	4.3.1. pH.....	28
	4.3.2. Fósforo.....	29
	4.3.3. Cálcio.....	34

4:3.4. Magnésio;.....	36
4.3.5. Potássio.....	40
4.3.6. Alumínio.....	44
4.3.7. Matéria Orgânica.....	44
4.4. Características Físicas.....	48
4.4.1. Umidade do Solo.....	48
4.4.2. Densidade Aparente.....	51
4.4.3. Macroporosidade, Microporisidade e Porosidade Total.....	54
5 - CONCLUSÕES.....	60
6 - RESUMO.....	61
7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
8 - APÊNDICE.....	71

LISTA DE QUADROS

QUADRO

PÁGINA

- 1 - Resumo da análise de variância dos dados de produção de grãos e índice de espigas, em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.....25
- 2 - Valores médios de produção de grãos e índice de espigas, em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.....26
- 3 - Resumo da análise de variância dos dados de pH e teores de fósforo, em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.30
- 4 - Valores médios para os teores de fósforo e pH no solo em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.31
- 5 - Resumo da análise de variância para os dados de teores de cálcio e magnésio em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.36

- 6 - Valores médios para os teores de cálcio e magnésio no solo em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.37
- 7 - Resumo da análise de variância para os dados de teores de potássio e alumínio em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.41
- 8 - Valores médios para os teores de potássio e alumínio no solo em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.42
- 9 - Resumo da análise de variância para os dados de matéria orgânica e umidade do solo em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.45
- 10 - Valores médios para os teores de matéria orgânica e umidade do solo em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.46

- 12 - Resumo da análise de variância para os valores de densidade aparente em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.51
- 11 - Valores médios para os teores de densidade aparente em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.52
- 14 - Resumo da análise de variância para os valores de macroporosidade, microporosidade e porosidade total em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.54
- 13 - Valores médios para os dados de macroporosidade, microporosidade e porosidade total em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.....56
- 1A - Características do solo (testemunha), Fazenda Sertãozinho - EPAMIG - Patos de Minas - MG, 1990.71

2A - Características texturais do solo (testemunha), da
Fazenda Sertãozinho - EPAMIG - Patos de Minas -
MG, 1990.72

3A - Dados de precipitação total (mm) da região de
Patos de Minas, MG, Fazenda Sertãozinho
EPAMIG, 1990.73

4A - Valores médios de pH, Ca, Mg, K, P, M.O.,
umidade do solo, macroporosidade,
microporosidade, porosidade total e densidade
aparente. Distribuição no perfil do solo.
Patos de Minas - MG, 1990.74

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
5	Variação do P no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.....	33
2	Variação do Ca no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.....	35
1	Variação do pH no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.....	32
3	Variação do Mg no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.....	39
4	Variação do K no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.....	43

- 6 Variação da Matéria Orgânica no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.....47
- 7 Variação da Umidade no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.....50
- 13 Variação da Densidade Aparente no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.....53
- 8 Variação da Macroporosidade no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.....57

- 9 Variação da Microporosidade no perfil de um
Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes
sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG,
1990.....58
- 10 Variação do Porosidade Total no perfil de um
Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes
sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG,
1990.....59

1 - INTRODUÇÃO

Através dos tempos, a agricultura foi baseada no revolvimento do solo através do arado, para produção dos alimentos necessários às populações. Essa operação, além de colocar o solo em condições de receber as sementes, dar melhor condições de germinação, controla também as principais ervas daninhas, que concorrem com as culturas na absorção de água, luz e nutrientes. Novos implementos de preparo do solo estão sempre surgindo com o objetivo de manter ou aumentar a produtividade dos solos. Porém, tais implementos nem sempre são utilizados de maneira correta para os quais foram desenvolvidos.

Atualmente, existem enormes problemas de perda da fertilidade dos solos, principalmente pelo mau uso de insumos e fatores de produção. Com muita frequência, convive-se com o descrédito de altas tecnologias, por adaptações inadequadas e extrapolação de resultados de pesquisa, para condições edafoclimáticas diferentes daquelas de onde foram geradas. Além disso, o impacto que o homem provoca ao meio ambiente, buscando maiores aumentos na produtividade, coloca as vezes em risco, elos da cadeia biológica.

O confronto dos meios de produção com a natureza é assunto cada vez mais debatido entre os técnicos interessados em abrandar o choque ambiental.

Na década de 70, o estímulo a produção de grãos visando o mercado interno e excedentes para a exportação, incorporou grandes áreas de cerrados aos processos produtivos, principalmente através da monocultura. O uso inadequado de equipamentos, corretivos e fertilizantes, contribuiu para a degradação de muitas áreas dos solos já pobres, com a perda de grande parte de sua capacidade produtiva. É necessário, portanto, uma integração das várias partes do processo produtivo, envolvendo a seleção de áreas, preparo do solo até a colheita, para permitir a racionalização de todos os fatores da produção.

O milho representa a mola propulsora dos mais diversos complexos agroindustriais. Isto se dá em função de seu papel sócio econômico e suas múltiplas aplicações na alimentação humana e animal. Devido a essa importância, a pesquisa científica tem aberto linhas de estudos, visando sobretudo, dotar a cultura de produtividade nos mais diversos ambientes e condições edafoclimáticas. A versatilidade desta gramínea, faz com que, mesmo em condições adversas, ela apresenta respostas às boas condições de manejo, tanto do solo quanto aos demais insumos.

O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos dos diferentes sistemas de preparo do solo sobre a produção de grãos de milho, num solo do grupo Latossolo Roxo Distrófico e as alterações químicas e físico-químicas nele ocorridas, principalmente.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1. SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO

Preparar o solo para o plantio é atividade universalmente utilizada conforme costumes locais, necessidade da cultura, características do solo e potencial econômico do agricultor. Com a preocupação de proteger o solo e obter maiores rendimentos, BROWING & NORTON (1945); JONES JR et alii (1968) e SHEAR & MOSCHLER (1969), desenvolveram trabalhos sob diversas condições de solo e clima, visando diminuir o tráfego de máquinas pesadas na área de plantio, eliminar operações desnecessárias e concentrar diversas atividades com uma única passagem sobre o solo.

O preparo do solo quando realizado de maneira excessiva auxilia seu processo de desestruturação, mostrando a importância dos implementos agrícolas nesse processo (FAVARIN, 1990).

O plantio direto (no tillage cropping system) é um sistema conservacionista que combina práticas antigas e modernas. Com a crescente utilização deste sistema, acredita-se que nos Estados Unidos, por volta do ano 2.000, cerca de 65% das áreas produtivas, estarão crescendo sob plantio direto, diminuindo a erosão do solo e propiciando colheitas com menores gastos de combustível (PHILLIPS et alii, 1980).

Os sistemas de preparo reduzido do solo amenizam as perdas por erosão, conservam melhor a água no solo e reduzem gastos com combustíveis. Propiciam, também um ambiente ecologicamente favorável ao desenvolvimento dos microrganismos do solo, promovendo diferenças em suas populações, atividades enzimáticas, níveis de umidade, carbono orgânico, nitrogênio e pH, em comparação aos preparos convencionais do solo (DORAN, 1980).

Com vistas a praticar uma agricultura conservacionista, diversos autores sugerem diferentes sistemas de cultivo, como: aração e plantio numa única operação ("plow and plant"), plantio no sulco feito no piso por onde passa a roda do trator ("weell track planting"), plantio em sulcos profundos ("lister-planting") e preparo de subsuperfície ("subsurface").

FERNANDES et alii (1978), recomenda que para os latossolos, que possuem deficiências minerais e hídricas e para um universo distinto de solos, é necessário estudos específicos de caracterização, reconhecimento de áreas, análises de perfis, estudo de parâmetros de umidade, a fim de estratificar as regiões em blocos homogêneos para a pesquisa agrícola.

MOREIRA et alii (1985), estudando sistemas de preparo de solo em relação à produtividade do milho, rendimento operacional e consumo de combustível, concluíram que o plantio convencional, o plantio direto e cultivo

mínimo, promoveram nas condições estudadas, a mesma produtividade. O plantio direto apresentou o menor nível de consumo de combustível e melhor rendimento operacional.

2.2. EFEITOS DE SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO NA PRODUÇÃO DO MILHO

A intensidade e sistemas de preparo do solo e a percentagem de cobertura, afetam a temperatura do solo, o desenvolvimento das plantas, o rendimento potencial do milho, bem como a germinação e controle de plantas daninhas. Para a melhor avaliação do rendimento cultural do milho, tanto em pesquisas, como em campos de produção, GRIFFIT et alii (1973), sugerem a necessidade do aprimoramento gerencial de operações em cultivo mínimos, bem como o controle da erosão, das pragas e doenças e custos de equipamentos.

A adoção de técnicas de plantio direto para produção de culturas anuais levou BLEVINS et alii (1971) a promoverem estudos sobre a comparação com o plantio convencional, quanto à umidade, indicando diferentes padrões de extração de água nos dois métodos. O decréscimo na evaporação, e a grande capacidade de armazenar água, permitiu uma maior reserva de umidade no plantio direto, indicando que para curtas temporadas de seca, as plantações de milho podem suportar melhor o estresse do que em condições de preparo convencional.

Estudos envolvendo preparos de solo e a rotação de milho/soja, conduzidos por EDWARDS et alii (1988), mostraram que os rendimentos do milho foram melhores nos anos de melhor precipitação. A melhor contribuição do milho na rotação com soja foi na diminuição das populações de nematóides da soja.

A constante adoção de sistemas de cultivo mínimo, principalmente do plantio direto, tem levantado questões a respeito do rendimento da cultura de milho, e problemas ligados à absorção de nutrientes. FINK & WESLEY (1974), trabalhando com solos argilosos, nos Estados Unidos, observaram lenta movimentação de P e K aplicados na superfície em diversos cultivos mínimos. Pelo não revolvimento do solo torna-se necessária a aplicação de P e K em cobertura para abastecer as necessidades da planta. Essas aplicações foram suficientes às necessidades das plantas de milho, indicando que esse problema aparentemente limitante em plantio direto, com manejo adequado do fertilizante, pode ser superado.

No Centro do "Corn belt", nos Estados Unidos, em estudos de longa duração sobre os efeitos dos sistemas de cultivo mínimo no rendimento do milho, pode-se concluir que quando a cultura era plantada em rotação com a soja, os rendimentos de grãos foram ligeiramente menores para o plantio direto, em relação ao plantio convencional ou plantio em sulcos. Em condições de solos mal estruturados com baixo

teor de matéria orgânica, o plantio direto poderia, se mantido por diversos anos, melhorar a estrutura dos mesmos e conduzir a aumentos no rendimento do milho (GRIFFITH et alii, 1988).

É conhecido que a compactação subsuperficial, pode causar mudanças na densidade e resistência ao penetrômetro no subsolo, dependendo da umidade do solo e do tempo de utilização de máquinas no local (VOORHEES et alii, 1986). Porém, para verificar sua influência na produção de milho, os resultados obtidos não foram consistentes e enfatizam a necessidade de mais pesquisas para se determinar as interações das condições climáticas com as de compactação subsuperficial do solo (VOORHEES et alii, 1989).

A umidade do solo é um fator muito importante na produtividade do milho. Um estresse hídrico ocorrido entre a 5ª e 10ª semana, após a emergência das plantas, coincide com a fase de elevada taxa de absorção de nutrientes, principalmente P e K (FANCELLI, 1990). Dessa forma, a produção de grãos nessas condições, chega a reduzir em até 45%, em relação a testemunha (GRANT et alii, 1989). Quando existe cobertura vegetal na superfície do solo (no caso de plantio direto e outros sistemas conservacionistas), o estresse hídrico segundo JONES JR. et alii (1969), poderá ser abrandado pela maior conservação da umidade no solo. O autor ainda verificou, que nos tratamentos contendo restos culturais, a perda de solo por erosão foi menor e a

produtividade do milho foi maior. Existe, para cada condição de clima e solo, um "stand" ideal para se alcançar uma maior produção. SANTOS (1976), verificou que a população de plantas por hectare é fator extremamente importante na limitação da produtividade. Portanto, pode-se aumentar a produtividade, aumentando a população de plantas, até determinado momento, antes de ocorrer queda no peso médio das espigas.

Isolando o efeito do solo, PRINE & SCHRODER (1964), verificando o efeito do "stand" sobre o decréscimo de peso e número de espigas, concluíram que certas condições da atmosfera são também responsáveis por essa ocorrência, sendo que a luz é um dos principais fatores.

Quanto a influência de diferentes sistemas preparo do solo sobre a população de plantas, STEYNBERG & NEL (1989), não encontraram efeitos significativos na produção do milho, utilizando-se do plantio direto, arado de discos e aiveca. Apesar do plantio direto ter condicionado ao uma menor densidade de plantas, a produção de grãos foi maior, segundo os autores, favorecido pelas espigas maiores e maior índice de espigas.

2.3. EFEITOS DOS SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO EM ALGUMAS PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO

Quando se compara plantio direto e sistemas convencionais de cultivo, principalmente após vários anos de

uso, de um ou outro sistema de preparo do solo, começam a surgir modificações na camada arável, as quais exigem maiores atenções e melhores orientações nas quantidades, épocas e formas de aplicação dos fertilizantes.

As deficiências de nitrogênio foram mais acentuadas na cultura de milho, no sistema de plantio direto do que no convencional, indicando que com o decorrer do tempo, há maiores necessidades de adubações nitrogenadas no plantio direto (MUZILLI, 1983). Segundo este autor, houve maior acúmulo de fósforo nas camadas superficiais (plantio direto) e melhor aproveitamento do nutriente pelo milho. Por outro lado, houve uma distribuição similar do potássio trocável nos dois sistemas. Quanto ao cálcio e magnésio trocáveis, notou-se uma tendência de diminuição gradativa com a profundidade na camada arável, tanto no plantio direto quanto no convencional.

Devido a concentração de fósforo nas camadas superficiais (0 - 5 cm) e sua movimentação no solo ser muito pequena, KANG & YUNUSA (1977) trabalhando em solos tropicais da Nigéria, observaram alta densidade de raízes de milho de 0 a 10 cm da superfície, no cultivo mínimo. Determinaram ainda que, qualquer dos métodos utilizados para reposição do fósforo em condições de cultivo mínimo (faixas, dispersão e cobertura), foram igualmente eficientes para suprir as necessidades das plantas. Com relação ao nitrogênio, seus

resultados concordam com FINK & WESLEY (1974), que indicam a necessidade de maiores doses do nutriente, em solos com cultivo mínimo quando comparado ao cultivo convencional.

Em experimentos de longa duração WEIL et alii (1988), analisaram amostras de perfil de solo (0-2; 2-4; 4-8; 8-12; 12-16; 16-20; 20-24; 24-28 cm). Os resultados indicaram diferenças na distribuição dos nutrientes no perfil em função do preparo utilizado. Fósforo e nitrogênio se acumularam na superfície (0-2 cm) no sistema de plantio direto, quando comparado ao convencional.

Por outro lado, no plantio direto por vários anos seguidos, BLEVINS et alii (1977) encontraram aumentos nos teores de matéria orgânica na camada arável do solo, comparado com plantio convencional. Em função deste aumento no teor de matéria orgânica, KARATHANASIS & WELLS (1990), analisando solos utilizados com plantio direto, por mais de 10 anos, observaram um teor de 2 a 3 vezes mais potássio trocável e solúvel na camada de 0 a 5 cm.

Várias intensidades de preparo do solo, resultaram em alterações no perfil dos solos analisados por DICK (1983). Assim a distribuição de nitrogênio e do carbono orgânico acumularam na superfície, no sistema de plantio direto quando comparado com o convencional e cultivo mínimo. Verificou também que o tipo de solo influenciou na distribuição dos nutrientes através do perfil e que o pH, sob plantio

direto, apresentou um decréscimo a medida que se aprofundou no solo.

SHEAR & MOSCHIER (1969), comparando sistemas de plantio direto e convencional após 6 anos, concluíram que houve um aumento do teor de fósforo acumulado nos primeiros 5 cm do solo, no sistema de plantio direto. Já para o potássio não foi observada nenhuma alteração entre os dois sistemas, bem como na densidade do solo após os seis anos.

Para a implantação do sistema de plantio direto, é muito importante a observação das diferenças de clima e solo para cada região. Na Nigéria, JUO & LAL (1979), chamaram a atenção para as diferenças de clima e solo em implantações de sistema de plantio direto. Nas condições de solos tropicais, sujeitos a erosão, trabalhados pelos dois pesquisadores, os resultados encontrados nem sempre são iguais aos obtidos em condições de clima temperado, onde a erosão não seja tão limitante, a intemperização menor, temperaturas do solo mais baixas, e drenagem ruim

Tem-se observado que sistemas conservacionistas de preparo de solo, principalmente o plantio direto, após vários anos, terem melhorado as condições de reação dos mesmos, DICK (1984) estudando a atividade enzimática de solos sob vários tipos de preparo e rotações, observou após 18 anos, que a atividade enzimática nos primeiros 7,5 cm do solo, foi mais pronunciada no sistema de plantio direto. Isto foi relacionado com o acúmulo de

materia orgânica na camada superficial induzido pelo plantio direto. Segundo o autor as aplicações repetidas de inseticidas e herbicidas, utilizadas no plantio direto, parecem não ter causado nenhum efeito adverso às atividades enzimáticas.

Trabalhando em solo Podzólico Vermelho Amarelo Cambico Distrófico, BEZERRA (1978) avaliou quatro sistemas de preparo do solo, quanto às condições químicas e físicas nos primeiros 20 cm de profundidade, não encontrando nenhuma influência dos diversos sistemas na densidade aparente, macroporosidade e microporosidade. Já a incorporação da matéria orgânica foi influenciada pelo sistema de preparo, sendo que o arado de aiveca, foi o que melhor incorporou. Por outro lado, o sistema de plantio direto foi o que proporcionou uma maior concentração de fósforo e potássio, nos primeiros 5 cm do solo e o arado de aiveca o que condicionou maior produção de milho.

2.4. EFEITOS DOS SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO SOBRE ALGUMAS PROPRIEDADES FISICAS DO SOLO

Os parâmetros físicos são muito importantes quando se discute preparo do solo e suas influencias e comportamento, quando se utiliza determinada área com práticas agrícolas.

Nos solos arenosos, que possuem maior quantidade de poros grandes, a permeabilidade da água é rápida. Já nos solos argilosos ocorre o contrário, sendo que no horizonte A ela é mais rápida do que no horizonte B (BERTONI & LOMBARDI, 1990). Segundo GROHMANN (1960) e BERTONI & LOMBARDI (1990), quando o solo se encontra nas melhores condições de umidade, a aeração do solo é melhorada pela aração. Conforme estes autores, a matéria orgânica no solo, além de melhorar a aeração, também aumenta o suprimento de oxigênio.

SIDIRAS et alii (1983) estudando três sistemas de preparo de solo (plantio direto, escarificação e preparo convencional), observaram que a melhor capacidade de armazenamento de água, num perfil de 0 a 20 cm, em um Latossolo Roxo Distrófico, foi do plantio direto, o qual proporcionou um aumento de 30 a 45% no teor de umidade do que no sistema de preparo convencional.

ZUZEL et alii (1990) concluíram que o tipo de preparo do solo, não influencia a capacidade de infiltração final, mesmo que a densidade nas camadas compactadas, fosse diferente para os diversos tratamentos de preparo do solo. Lembrou, no entanto, que o nível de fertilidade do solo, é importante indicador da capacidade de infiltração, talvez pela quantidade de biomassa produzida pela cultura.

Usando diferentes sistemas de preparo do

solo, HILL (1990), concluiu que houve alterações de comportamento nas propriedades físicas dos três tipos de solos estudados. Houve também resposta na produção de milho. Em estudos semelhantes, JONES JR. et alii (1969), já haviam concluído que, o sistema de preparo do solo influi no armazenamento de água, pois, o plantio direto, além das menores perdas por erosão, a infiltração é melhor e as perdas de água por evaporação, são menores. Quando se introduz o plantio direto, em substituição ao preparo convencional do solo, as modificações nas propriedades físicas são lentas e não devem ser esperadas nos primeiros anos. Segundo VOORHEES & LINDSTROM (1984), após três a quatro anos de plantio direto, o solo pode começar a melhorar a sua porosidade nos primeiros 15 cm de profundidade.

SACCHI (1982) estudando dois tipos de solos, um do grupo Latossolo Vermelho Escuro e outro Roxo, após três anos consecutivos, utilizando cinco sistemas de preparo do solo, não observou alterações na produção de milho e nem nas propriedades destes solos. Segundo o autor, é necessário que mais pesquisa nesse sentido e com maior duração sejam realizadas.

No Rio Grande do Sul, PREVEDELLO & PREVEDELLO (1984) trabalhando com Latossolo Roxo Distrófico, encontraram alterações na macroporosidade, microporosidade, porosidade total e massa específica, de solos sob agricultura convencional, após seis e cinquenta e dois anos de cultivo.

Conforme os pesquisadores, seis anos foram suficientes para aumentar a massa específica e microporosidade, diminuindo a macroporosidade e porosidade total, em relação a solo virgem de mata.

Resultados idênticos foram obtidos por MACHADO & BRUM (1978), quando compararam o sistema convencional de cultivo com o solo de mata, de campo e plantio direto. Além dos valores baixos na porosidade total, macroporosidade e matéria orgânica, verificaram aumentos na densidade e microporosidade do solo, sob cultivo convencional.

VIEIRA & MUZILLI (1984), verificaram uma maior agregação da camada arável do solo sob plantio direto, com predominância de agregados de maior diâmetro. Já VIEIRA (1985) explica a maior estabilidade de agregados em plantio direto, pela não pulverização do solo, comum nas operações de plantio convencional e também pelo amortecimento do impacto das gotas da chuva condicionado pela cobertura morta.

WARBURTON & KLIMSTRA (1984) também explicam o mesmo fato, pelo efeito coloidal da agregação das partículas do solo, causado pela presença da matéria orgânica em decomposição na superfície e pela maior população de minhocas, que promovem através das fezes, compostos de alta agregação.

TOLLNER et alii (1984), comparando o plantio

direto com o convencional, observaram que as temperaturas da superfície do solo são mais baixas e a retenção de água, bem como o nível de água no solo, são maiores no plantio direto. Já o preparo convencional, aplicado continuamente, pode resultar em compactações subsuperficiais do solo. Entretanto, HARGROVE (1985), estudando perfis de solo de dez em dez centímetros até uma profundidade de cinquenta centímetros, não encontrou diferenças nas densidades dos solos estudados, tanto no sistema de plantio direto, como no convencional.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1. CARACTERÍSTICAS DO LOCAL DO ESTUDO

O ensaio foi conduzido de 1983 a 1990, na Fazenda Sertãozinho - EPAMIG em Patos de Minas, MG, num solo Latossolo Roxo Distrófico, localizado no Alto Paranaíba, numa altitude média de 856 m, situado a 18º 35' de latitude S e 46º 31' de longitude W.

Antes de iniciar o ensaio foi feita a caracterização física e química deste solo, cujos resultados estão no Quadro 1A. A análise textural do solo se encontra no Quadro 2A.

O plantio foi feito no dia 24 de novembro de 1989 e a colheita no momento em que as plantas encontravam-se com as características próprias de maturação, cujos grãos continham cerca de 18 % de umidade, o que ocorreu em meados de maio de 1990.

O registro da precipitação pluvial da Fazenda Sertãozinho - EPAMIG, encontra-se no Quadro 3A, o qual abrange o ciclo da cultura, no ano agrícola 1989/90 no qual foram colhidos os dados dessa dissertação.

3.2. SISTEMAS DE PREPARO DO SOLO

Nesse trabalho foram utilizados nove sistemas de preparo do solo:

1) Enxada - Não houve revolvimento do solo, apenas as ervas daninhas foram ceifadas. As sementes foram plantadas em covas feitas com a enxada. Não houve trânsito de máquinas nas parcelas. As ervas daninhas foram controladas por aplicação de herbicidas posteriormente.

2) Sulcador - Esse implemento foi utilizado com tração animal, no preparo dos sulcos. No plantio, adotou-se a plantadeira/adubadeira de tração animal. Os sulcos foram feitos em nível, numa profundidade variável de 5 a 15 cm. Não houve trânsito de máquinas nas parcelas.

3) Plantio direto - Não houve revolvimento do solo. Após a aplicação do herbicida para dessecamento das plantas daninhas, as sementes foram semeadas com plantadeira/adubadeira Turbo-Max tracionada por um trator Massey-Ferguson 65-X, de peso aproximado de 1.550 quilos.

4) Arado de discos após colheita - O arado de discos utilizado nesse ensaio, foi o de sistema de engate hidráulico reversível, tracionado pelo mesmo trator utilizado no plantio direto. Foi utilizado logo após a colheita, cortando o solo numa profundidade entre 20 e 25 cm.

5) Arado de disco antes do plantio - Esse tratamento utilizou o mesmo arado e trator para tração do sistema de preparo anterior, cortando o solo também entre 20 e 25 cm.

6) Arado de aiveca - O arado utilizado compunha-se de duas aivecas e era reversível, sendo tracionado mecanicamente pelo mesmo trator citado anteriormente. O corte do solo foi a uma profundidade de 20 a 25 cm, antes do plantio.

7) Arado escarificador - A profundidade do rompimento foi de 20 a 25 cm, com largura entre as hastes, de 20 cm, tracionado pelo mesmo trator utilizado nos outros sistemas de preparo do solo, antes do plantio.

8) Pé-de-pato - Trabalhou a uma profundidade de 20 a 25 cm, promovendo o rompimento da estrutura do solo de maneira semelhante ao escarificador, porém, a ponta da haste possuía largura maior e de formato que lhe confere o nome, tracionado pelo mesmo trator anteriormente citado.

9) Grade aradora - O solo foi arado por uma grade de 8 discos, de 26 polegadas, numa profundidade de 15 cm, cortando e incorporando os restos culturais superficialmente, tracionada pelo mesmo trator.

Todos os tratamentos exceto enxada, plantio direto e sulcador, levaram antes do plantio uma gradagem de nivelamento com grade niveladora de disco, tracionada pelo trator utilizado nos sistemas de preparo do solo.

3.3. PLANTIO, TRATOS CULTURAIS, ADUBAÇÃO E COLHEITA

Houve, antes do plantio, uma aplicação de

herbicida em todas as parcelas na base de 5 litros por hectare de "Roundup" e para o controle posterior das ervas daninhas, foi utilizado uma mistura de "Lazo + Gesaprin" (5 + 3 litros), respectivamente, por hectare.

Foi feito uma adubação básica no plantio em todas as parcelas na base de 300 kg/ha da formulação 4-30-10 + Zn.

O espaçamento foi de 90 cm entre linhas e numa densidade de plantio de 5 a 7 sementes por metro linear.

Quando as plantas encontravam-se com 6 a 8 e com 10 a 12 folhas, foram feitas duas aplicações nitrogenadas de cobertura, manualmente, numa quantidade de 50 quilos de sulfato de amônia por hectare, respectivamente.

A cultivar de milho utilizada foi a BR-201, um híbrido precoce de ampla adaptação às condições de cerrado das regiões sudeste e centro-oeste, cujas características, segundo a EMBRAPA - CNPMS, numa média de 20 experimentos, são:

Ciclo - Florescimento: 62 dias

- Maturação: 130 dias

Altura de planta: 233 cm

Altura de espiga: 132 cm

Índice de espigas: 1,13

Sabugo: 16 %

Peso de grãos: 8.500 kg/ha

Todas as parcelas, exceto os tratamentos com enxada e sulcador, foram plantadas com plantadeira adubadeira "Turbo-max".

Para se atingir o "stand" ideal foi feito desbaste manual aos 10 dias após a emergência, a fim de promover uma densidade entre 50 a 55 mil plantas por hectare.

Para o controle das formigas, foi usado formicida granulado "mirex".

A colheita do experimento foi realizada toda em um só dia, utilizando uma colheitadeira mecânica, apropriada para a colheita de parcelas experimentais. De cada parcela, foi feita a pesagem do milho e retirado uma amostra de mais ou menos 200 gramas, que foi conduzida imediatamente ao laboratório de análise de sementes da Fazenda Sertãozinho, para determinação da umidade, em extrator de umidade Universal EH.

Essa colheita obedeceu os seguintes critérios:

- a) Área útil (4 fileiras centrais de 3,60 m x 20 m): 72 m².
- b) Contagem de stand final e espigas.
- c) Colheita e ensacamento.
- d) Pesagem dos grãos.
- e) Amostragem (± 200 g) para determinação da umidade.

O índice de espigas foi calculado pela relação entre o Stand final e o número total de espigas com grãos encontrada.

A correção da umidade do grão foi feita para o nível de 14,5% de umidade.

3.4. COLETA DE AMOSTRAS DE SOLO PARA AS ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS

As amostras de solo para análises químicas e físicas foram coletadas logo após o total enchimento dos grãos que ocorreu em meados de março de 1990.

No centro da parcela, foi aberta uma trincheira, de forma a permitir a extração das amostras para análise química, física e amostras para o cálculo de umidade, as quais foram colocadas em latas de alumínio hermeticamente fechadas.

Todas as amostras foram conduzidas ao Centro Nacional de Pesquisa do Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, onde foram analisadas.

O perfil utilizado para a amostragem obedeceu a seguinte estratificação: 0 a 5 cm; 5 a 10 cm; 10 a 15 cm; 15 a 20 cm; 20 a 30 cm.

3.5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi utilizado o delineamento de blocos

casualizados, segundo GOMES (1976) sendo que cada parcela possui área total de 180 m² (9m x 20m) com área útil de 72 m² em três repetições. Entre cada parcela foi deixado espaço livre de 8 metros a fim de permitir a movimentação de máquinas, sem interferir nos tratamentos, onde este trânsito não era permitido.

As análises estatísticas foram realizadas conforme o sistema de Análise Estatística - SANEST e o teste aplicado foi o de Tukey a 5 %.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. PRODUÇÃO DE GRAOS

O Quadro 1 mostra o resumo da análise de variância para os dados de produção, indicando que os diferentes sistemas de preparo do solo influenciaram significativamente na produção de grãos.

Observa-se pelo Quadro 2 que o preparo de solo com enxada, proporcionou maior produção de grãos, sem no entanto diferir estatisticamente do sulcador, arado pé-de-pato, plantio direto, arado de disco após a colheita, arado de disco antes do plantio, arado de aiveca e arado escarificador. Diferiu somente do tratamento com grade aradora, que proporcionou a menor produção.

A tendência de maior produção apresentada nos sistemas, enxada, sulcador, arado pé-de-pato e plantio direto, se deve, provavelmente, ao não revolvimento do solo e pelos resíduos deixados sobre a superfície, que asseguraram melhor umidade no perfil, beneficiando as plantas de milho. Essa evidência é confirmada por JONES JR. et alii (1969), JUO & LAL (1979) e GRANT et alii (1989).

As baixas produções alcançadas, particularmente nesse ano agrícola, são devidos, provavelmente, ao baixo índice de precipitação no mês de janeiro de 1990 (Quadro 3A), que coincidiu com o período crítico de umidade para cultura, entre a quinta e décima

semana do ciclo do milho. Esse fato foi observado por BLEVINS et alii (1971), EDWARD et alii (1988) e FANCELLI (1990), ao analisarem as influências da distribuição das chuvas nas necessidades do ciclo da cultura.

QUADRO 1 - Resumo da análise de variância dos dados de produção de grãos e índice de espigas, em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

Causas da Variação	GL	QM	
		Produção	Índice de Espigas
Tratamentos	8	2291882,4259259**	0,0120750**
Blocos	2	2037924,3703704	0,0286105
Resíduo	16	585077,0370370	0,0020987
Total	26	-	-
C.V. (%)	-	25,075	4,448

** Significativo ao nível de 1% pelo teste de F.

QUADRO 2 - Valores médios de produção de grãos e índice de espigas, em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

Tratamentos	Produção de Grãos# (kg/ha)	Índice de Espigas#
Plantio Direto	3,182 ab	1,10a
Arado pê-de-pato	3,630 ab	0,98 ab
Arado de disco após colheita	3,065 ab	0,95 b
Arado escarificador	2,257 ab	0,99 ab
Enxada	4,354 a	1,04 ab
Grade aradora	1,612 b	0,94 b
Aradora de aiveca	2,333 ab	1,07 ab
Arado de disco antes do plantio	3,051 ab	1,09 a
Sulcador	3,969 a	1,09 a

As médias seguidas pelas mesmas letra, não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

As diferenças na produção de grãos, em função do preparo do solo, contrariam as observações de SACCHI (1982), porém, confirmam os resultados encontrados por VOORHEES & LINDSTROM (1984), nos levando a crer que há a necessidade de estudos mais demorados a fim de chegar a conclusões mais concisas.

4.2. INDICE DE ESPIGAS

A análise de variância para os dados de índice de espigas, mostrou que houve influência altamente significativa entre os diversos tratamentos (Quadro 1).

A tendência de maior índice de espigas foi proporcionado pelo tratamento plantio direto, que confirma STEYNBERG & NEL (1989), que observaram também nesse tratamento, maior número de espigas por planta. Os menores índices de espigas foram atingidos com os sistemas de preparo do solo pelo arado de disco após colheita e grade aradora (Quadro 3).

O índice de espiga está ligado diretamente à população de plantas e este, por sua vez, é um fator importante de produtividade (SANTOS, 1976). Como o índice depende dessa população, fatores internos e externos ao solo podem ter determinado seu baixo nível, refletindo nas baixas produções de grãos. Assim, os baixos índices pluviométricos verificados em janeiro de 1990, podem ter condicionado a um grande número de plantas sem espigas e/ou com espigas e sem grãos. Já que esses parâmetros não foram avaliados e, segundo FANCELLI (1990), a falta de chuvas afeta estas características, refletindo no índice de espigas.

O maior índice de espigas em termos numéricos, verificado no plantio direto, talvez possa ser explicado pela boa manutenção das condições de umidade no perfil do solo causado por esta prática. STEYNBERG & NEL

(1989) observaram em seus trabalhos, que o plantio direto condicionou uma menor população de plantas, porém, o tamanho das espigas e o índice de espigas foram maiores, resultando numa boa produção de grãos.

A média do índice de espigas para a cultivar RR-201, após 20 experimentos conduzidos pela EMBRAPA - CNPMS, é de 1,15. Como foi alcançado um valor menor (Quadro 3), do que esta média, sugere-se que o fator umidade tenha concorrido para afetar este parâmetro, o que vem confirmar resultados encontrados por JONES JR. et alii (1969); SIDIRAS et alii (1983) e FANCELLI (1990) e por fatores externos ao solo (PRINE & SCHRODER, 1964).

4.3. Características Químicas

4.3.1. pH

O resumo da análise de variância dos dados de pH (Quadro 3), indica que os sistemas de preparo do solo, influenciaram significativamente no pH do solo.

Observa-se que os valores médios de pH, mostraram-se diferentes nos diversos tratamentos de preparo do solo (Quadro 4). Os valores mais altos de pH foram observados nas parcelas preparadas com grade aradora, que no entanto, não diferiu estatisticamente dos demais tratamentos, exceção para o arado de aiveca.

As alterações de pH com o decorrer dos anos.

utilizando diferentes sistemas de preparo do solo, também foram observadas por DICK (1983). Sob plantio direto, os resultados obtidos, contrariam os do autor, ao longo do perfil, o qual observou uma redução gradativa do pH, com a profundidade do solo.

Em todos os tratamentos, observou-se um aumento gradativo do pH com a profundidade, com exceção para o tratamento com arado pé-de-pato que decresceu de 5,5 para 5,3 na profundidade de 15 a 20 cm; escarificador de 5,4 para 5,2 na profundidade de 10 a 15 cm; enxada de 5,3 para 5,2 na profundidade de 10 a 15 cm; grade aradora de 5,7 para 5,5 na profundidade de 0 a 5 cm e o sulcador de 5,4 para 5,1, também na profundidade de 0 a 5 cm. (Figura 1).

4.3.2. FÓSFORO

O Quadro 3 mostra o resumo da análise de variância para os dados de fósforo, indicando efeitos altamente significativos nos diferentes sistemas de preparo do solo.

O nível mais alto de fósforo foi observado no tratamento com sulcador, sem contudo diferir estatisticamente dos demais. Já o menor nível ocorreu no plantio direto, que foi inferior em 31 %.

A medida que se aprofundou no solo foi observado uma queda no teor de fósforo, exceção nas parcelas

preparadas com o arado escarificador, onde houve um acúmulo do nutriente no perfil entre 5 e 20 cm. Já o arado de aiveca concentrou maiores valores de fósforo entre 10 e 20 cm de profundidade e o sulcador nos primeiros 15 cm. O arado de disco distribuiu uniformemente o teor de fósforo nas diversas profundidades estudadas (Quadro 4).

Os teores mais altos de fósforo, nas camadas superficiais, sob plantio direto, são confirmados por KANG & YUNUSA (1987); BEZERRA (1978) e MUZILLI (1983).

QUADRO 3 - Resumo da análise de variância dos dados de pH e teores de fósforo, em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

Causas da variação	GL	QM	
		pH	Fósforo
Tratamentos	8	0,1294661*	989,1685185**
Blocos	2	3,2181842	2360,8943866
Resíduo	124	0.0506097	280,6210583
Total	134	-	-
C.V. (%)	-	4,198	27,329

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

As diferenças observadas na distribuição do fósforo no perfil, sob diferentes tipos de preparo do solo, também são confirmadas por SHEAR & MOSCHLER (1969); DICK (1983); WEIL et alii (1988) e KARATHANASIS & WELLS (1990), que realizaram pesquisas de longa duração sobre este assunto.

A Figura 5 mostra a variação do fósforo no perfil analisado, para os diversos tratamentos.

QUADRO 4 - Valores médios para os teores de fósforo e pH no solo em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

Tratamentos	P ## (ppm)	pH ##
Plantio Direto	50 b	5,3 ab
Arado pé-de-pato	62 ab	5,4 ab
Arado de disco após colheita	54 ab	5,4 ab
Arado escarificador	68 ab	5,4 ab
Enxada	70 ab	5,3 ab
Grade aradora	52 ab	5,6 a
Arado de aiveca	61 ab	5,2 b
Arado de disco antes do plantio	63 ab	5,3 ab
Sulcador	73 a	5,4 ab

As médias seguidas pelas mesmas letra, não diferem entre si ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

FIGURA 1 - Variação do pH no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

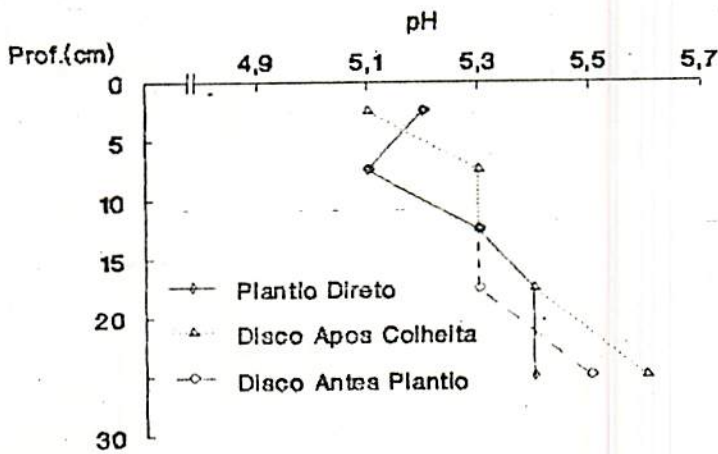
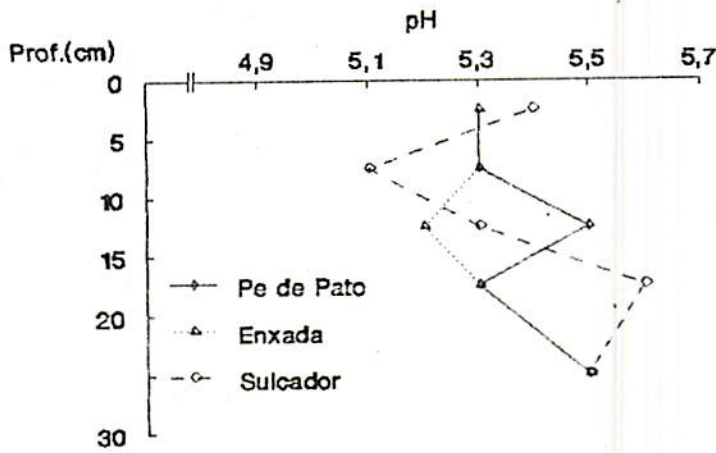
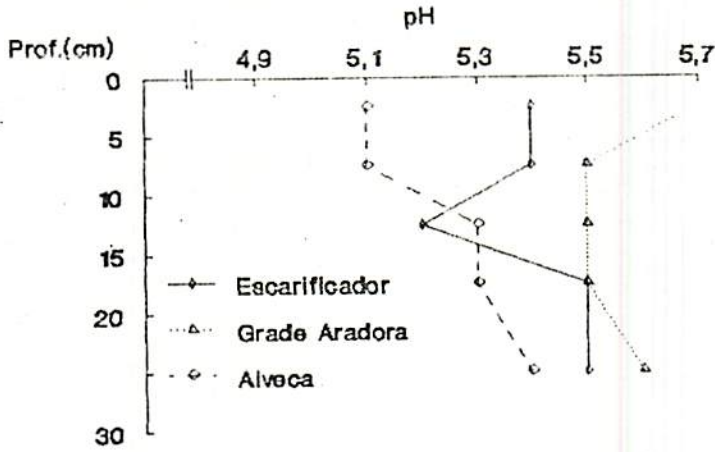
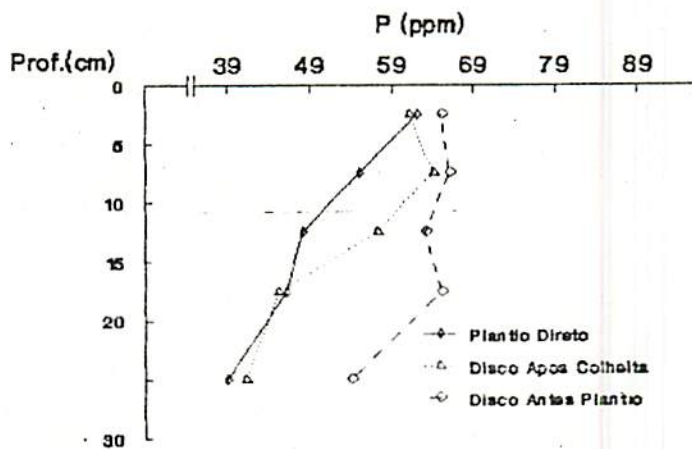
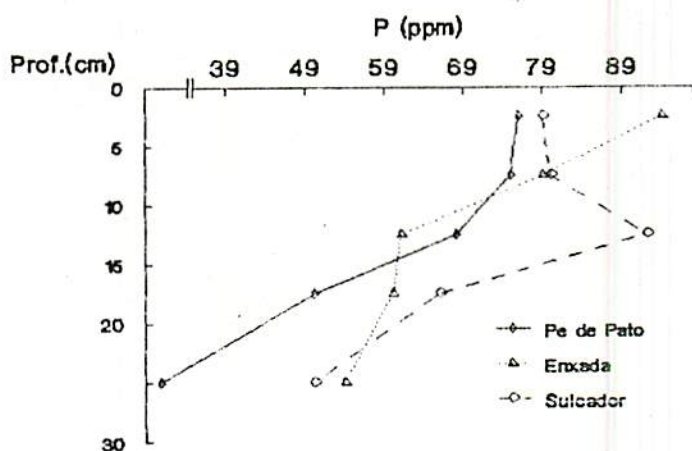
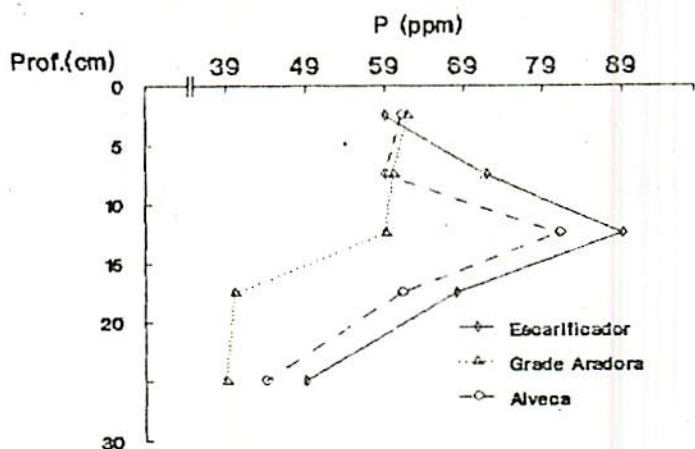


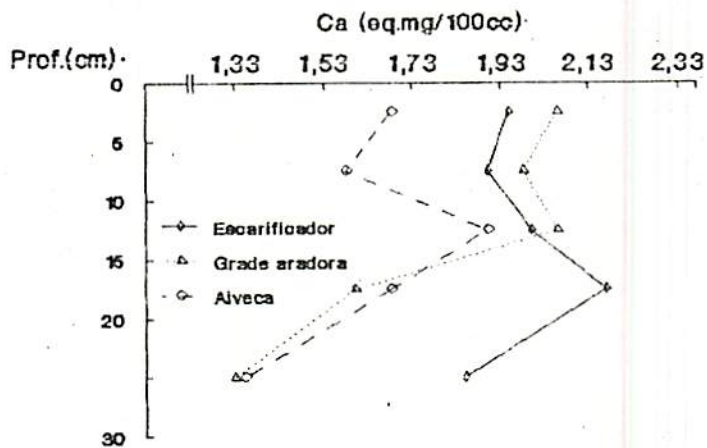
FIGURA 5 - Variação do P no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.



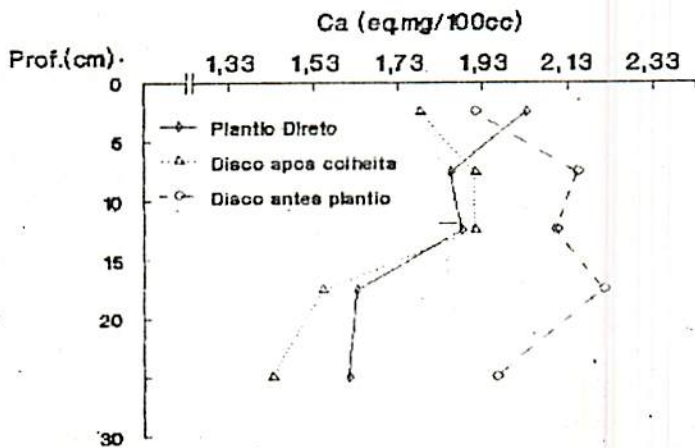
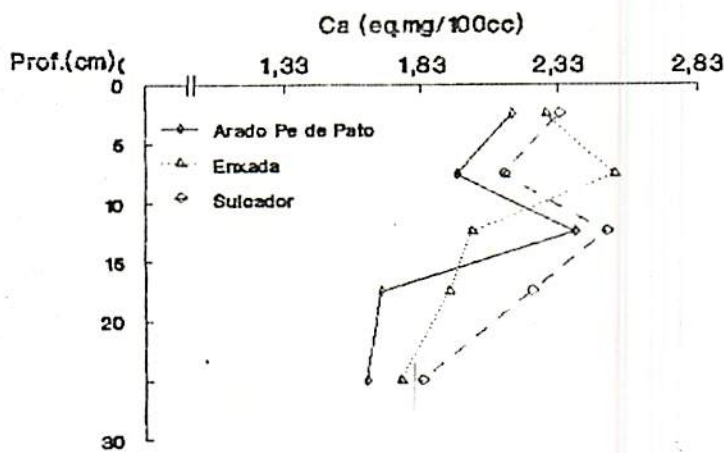
4.3.3. CÁLCIO

O Quadro 5 do resumo da análise de variância para Cálcio, mostra que não houve efeito significativo entre os tratamentos. Apesar da não significância o preparo do solo com o sulcador apresentou um valor percentual de 24,5 maior que o preparo com o arado de aiveca. A figura 2 mostra a variação dos teores de cálcio no perfil, em função dos tratamentos utilizados.

FIGURA 2 - Variação do Ca no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.



Handwritten notes on the right side of the page, including a vertical line and some numbers: 1, 2, 3, 4, 5.



4.3.4. MAGNESIO

O Quadro 5 do resumo da análise de variância dos dados de teores de magnésio, mostra que não houve efeito significativo entre os tratamentos nas profundidades estudadas. Porém, a aplicação de teste de Tukey, a 5 % de probabilidade, indicou diferenças entre as médias dos teores para os diversos tratamentos, como mostra o Quadro 6.

QUADRO 5 - Resumo da análise de variância para os dados de teores de cálcio e magnésio em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

Causas da variação	GL	QM	
		Ca	Mg
Tratamentos	8	0,5370021 N.S.	0,0653345 N.S.
Blocos	2	34,3401647	2,7133814
Resíduo	124	0,2678670	0,0347207
Total	134	-	-
C.V. (%)	-	26,971	35,916

1,8812

$$\Delta = 4,48 \sqrt{\frac{0,0347207}{15}}$$

QUADRO 6 - Valores médios para os teores de cálcio e magnésio no solo em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

Tratamentos	Ca	Mg #
Plantio Direto	1,80 a	0,50 ab
Arado pé-de-pato	1,97 a	0,54 ab
Arado de disco após colheita	1,72 a	0,49 ab
Arado escarificador	1,97 a	0,51 ab
Enxada	2,10 a	0,59 a
Grade aradora	1,81 a	0,56 ab
Aradora de aiveca	1,64 a	0,37 b
Arado de disco antes do plantio	2,07 a	0,53 ab
Sulcador	2,20 a	0,58 ab

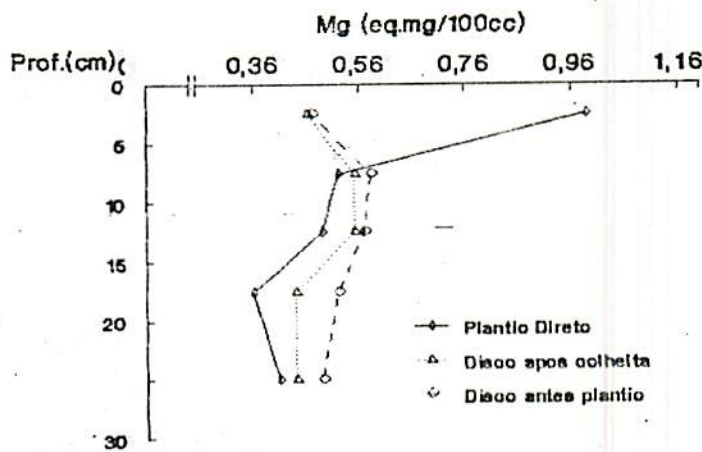
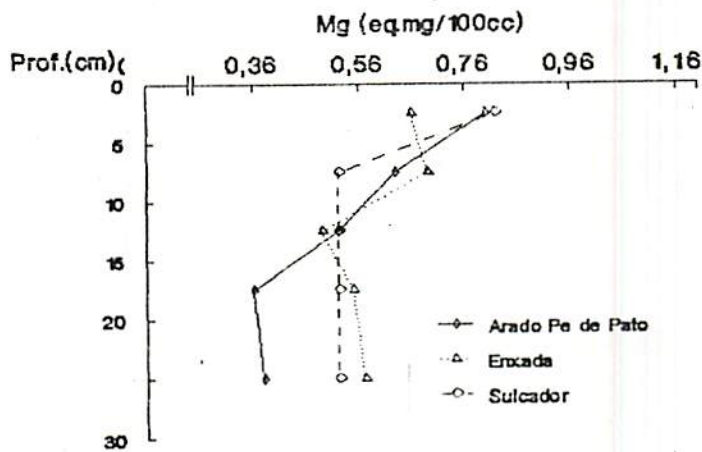
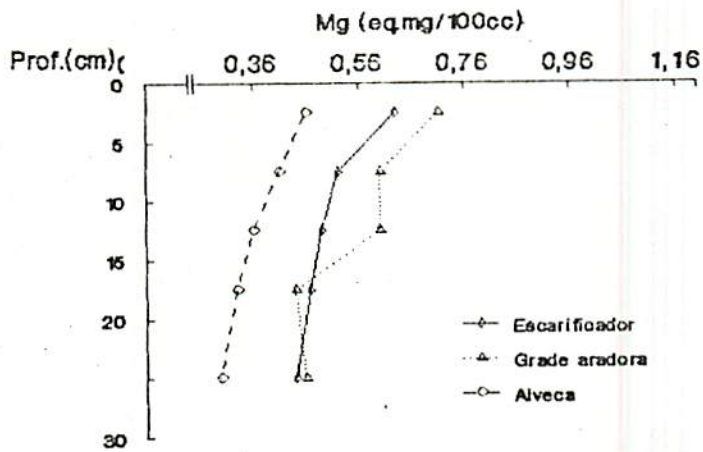
As médias seguidas pelas mesmas letra, não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Ainda pelo Quadro 6, pode-se observar que os teores mais elevados de magnésio se situaram no tratamento com enxada, apesar de não diferirem entre si, com exceção do tratamento com arado de aiveca, que foi 37,3 % menor.

Todos os tratamentos apresentaram um decréscimo nos teores de magnésio a medida que se aprofundou no perfil (Quadro 4A), com exceção dos tratamentos com arado de disco após a colheita e o arado de discos antes do plantio, os quais concentraram maiores teores entre 5 e 15 cm de profundidade.

O tratamento enxada apresentou uniformidade de distribuição no perfil e foi no preparo com sulcador onde foram encontrados os mais altos teores de magnésio, nos primeiros 5 cm. Com relação ao plantio direto, os dados obtidos, concordam com MUZILLI (1983), que verificou uma diminuição gradativa nos teores de magnésio ao longo do perfil (Figura 3).

FIGURA 3 - Variação do Mg no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

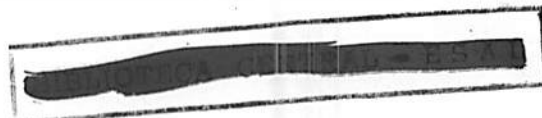


4.3.5. POTÁSSIO

O Quadro 7 do resumo da análise de variância dos dados de teores de potássio no solo, mostra que não houve efeito significativo entre os tratamentos nas profundidades estudadas, bem como não houve diferenças significativas entre as médias dos teores de potássio para os diversos sistemas de preparo do solo (Quadro 8).

Analisando a distribuição dos teores de potássio ao longo do perfil, pode se observar que houve uma tendência de aumento deste nutriente na superfície (Figura 4). Esta variação em todos os tratamentos está correlacionada com a distribuição da matéria orgânica, conforme citam KARATHANASIS & WELLS (1990).

O maior teor médio de potássio no solo ocorreu nos tratamentos com plantio direto e sulcador, provavelmente por não haver o revolvimento solo, o que acarretaria uma distribuição vertical mais acentuada do nutriente. Já o menor teor médio encontrado se deu no tratamento com arado de aiveca, com um percentual inferior a 24,3% comparado aos dois primeiros. A Figura 4 mostra a variação dos teores de potássio no perfil do solo estudado.



QUADRO 7 - Resumo da análise de variância para os dados de teores de potássio e alumínio em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

Causas da Variação	GL	QM n.s.	
		Potássio	Alumínio
Tratamentos	8	235,5240741	0,0031435
Blocos	2	1947,6070385	0,0858518
Resíduo	124	259,7321445	0,0038626
Total	134	-	-
C.V. (%)	-	52,338	108,964

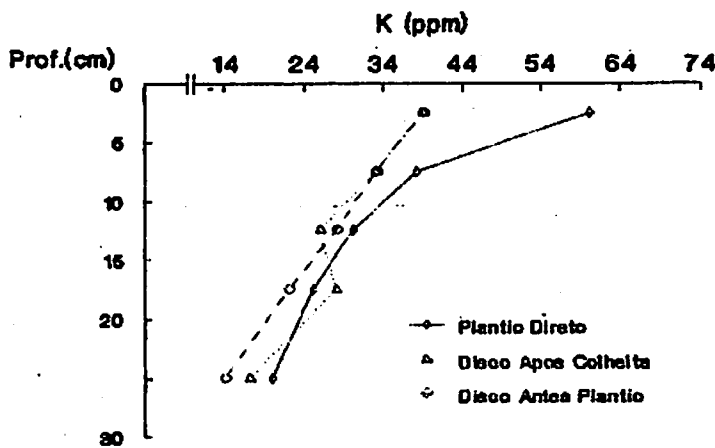
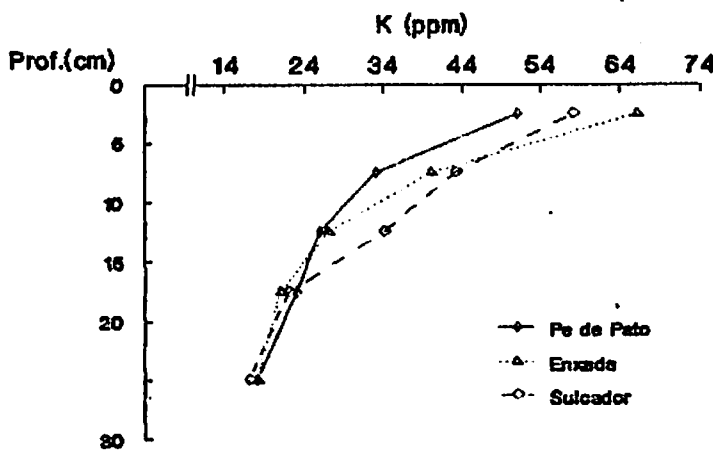
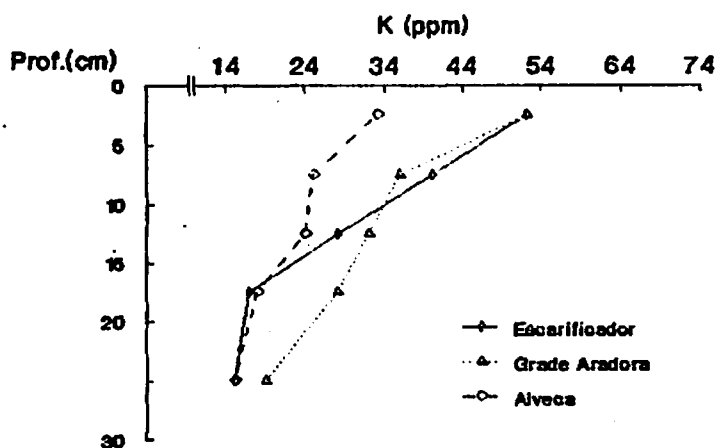
n.s. Não significativo ao nível de 5% pelo teste F

QUADRO 8 - Valores médios para os teores de potássio e alumínio no solo em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

Tratamentos	K (ppm)	Al (eq mg/100cc)
Plantio Direto	35 a	0,06 a
Arado pé-de-pato	30 a	0,06 a
Arado de disco após colheita	29 a	0,04 a
Arado escarificador	30 a	0,05 a
Enxada	34 a	0,06 a
Grade aradora	34 a	0,03 a
Aradora de aiveca	23 a	0,08 a
Arado de disco antes do plantio	27 a	0,07 a
Sulcador	35 a	0,06 a

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

FIGURA 4 - Variação do K no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.



4.3.6. ALUMÍNIO

O Quadro 7 do resumo da análise de variancia dos dados de teores de alumínio no solo, mostra que não houve efeito significativo entre os diversos tratamentos.

O tratamento arado de aiveca, proporcionou o teor médio mais elevado, sendo que, a grade aradora apresentou o teor médio 37,1 % mais baixo que o primeiro (Quadro 8).

4.3.7. MATERIA ORGÂNICA

Pelo resumo da análise de variancia (Quadro 9), verifica-se que não houve efeito significativo entre os diversos tratamentos quanto aos teores de matéria orgânica do solo.

O maior teor médio de matéria orgânica (Quadro 10), ocorreu no tratamento com sulcador, que também correspondeu ao maior teor médio de potássio em valor numérico, que vem concordar com resultados encontrados por KARATHANASIS & WELLS (1990). Esse valor encontrado no preparo do solo com o sulcador, foi de 11,2% maior em relação ao menor teor obtido no tratamento com arado escarificador (Quadro 10).

Os teores de matéria orgânica foram decrescente com a profundidade, com exceção para o tratamento arado de disco após colheita, onde o maior teor se apresentou

na faixa de 5 a 10 cm de profundidade e no tratamento arado de aiveca, no qual os maiores teores se localizaram na faixa de 5 a 15 cm (Figura 6). Observando esta mesma figura, nota-se uma tendência de aumento no teor de matéria orgânica em direção à superfície pelos sistemas de escarificador, grade aradora, arado pé-de-pato, enxada, sulcador e plantio direto. Nos outros sistemas há uma tendência ao decréscimo.

QUADRO 9 - Resumo das análises de variância para os dados de matéria orgânica e umidade do solo em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

Causas da Variação	GL	QM	
		M.O.	Umidade do Solo**
Tratamentos	8	0,1216469	3,4844647
Blocos	2	1,0219446	153,5038577
Resíduo	124	1,1609049	0,8607908
Total	134	-	-
C.V. (%)	-	16,254	3,127

n.s. Não significativo pelo teste F.

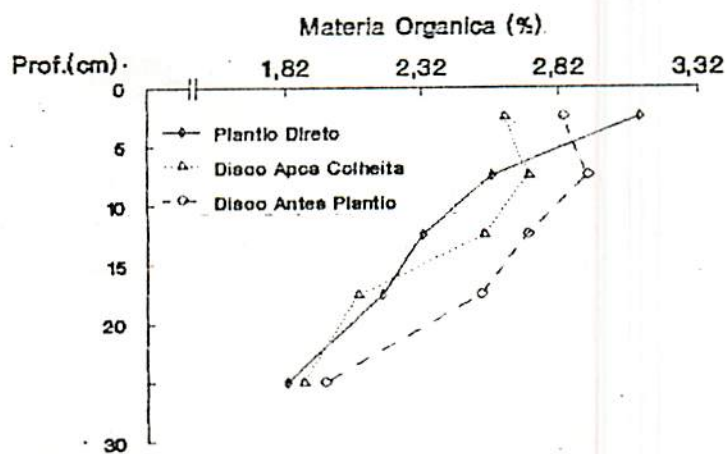
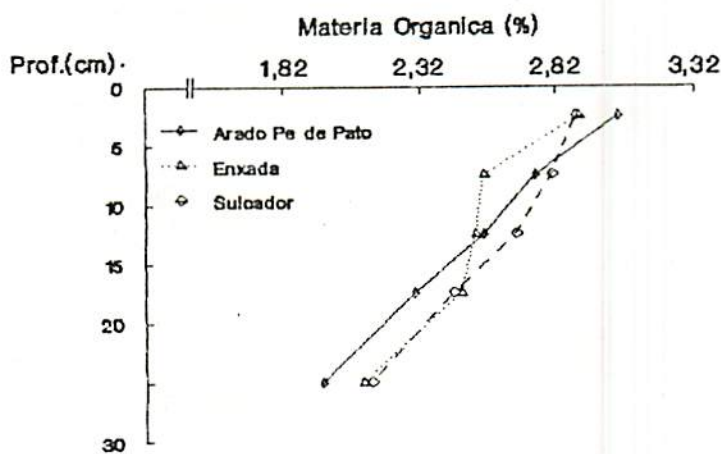
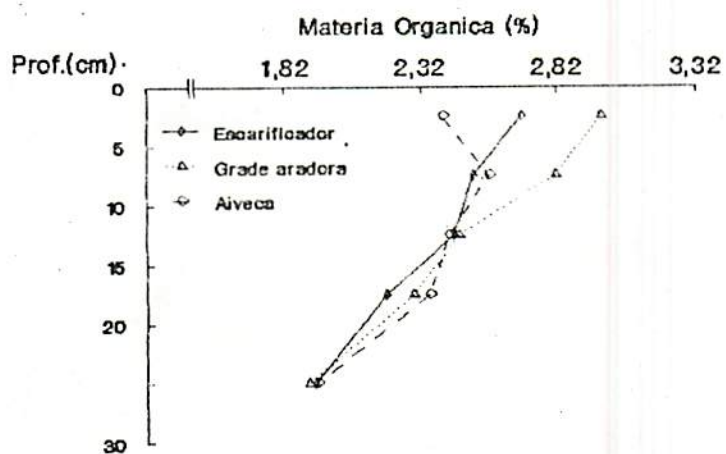
** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

QUADRO 10 - Valores médios para os teores de matéria orgânica e umidade do solo em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

Tratamentos	M.O. (%)	Umidade do solo (%)
Plantio Direto	2,40 a	29,7 ab
Arado pé-de-pato	2,52 a	29,8 ab
Arado de disco após colheita	2,37 a	29,6 b
Arado escarificador	2,35 a	29,4 b
Enxada	2,52 a	30,7 a
Grade aradora	2,49 a	29,3 b
Aradora de aiveca	2,40 a	28,9 b
Arado de disco antes do plantio	2,58 a	30,0 ab
Sulcador	2,59 a	29,6 b

Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

FIGURA 6 - Variação da MO no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.



4.4. Características Físicas

4.4.1. UMIDADE DO SOLO

O resumo da análise de variância apresentou significancia para os dados de umidade do solo entre os tratamentos (Quadro 9).

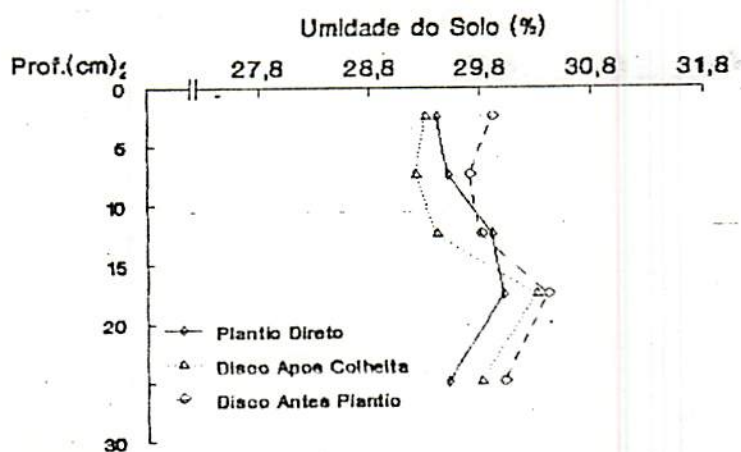
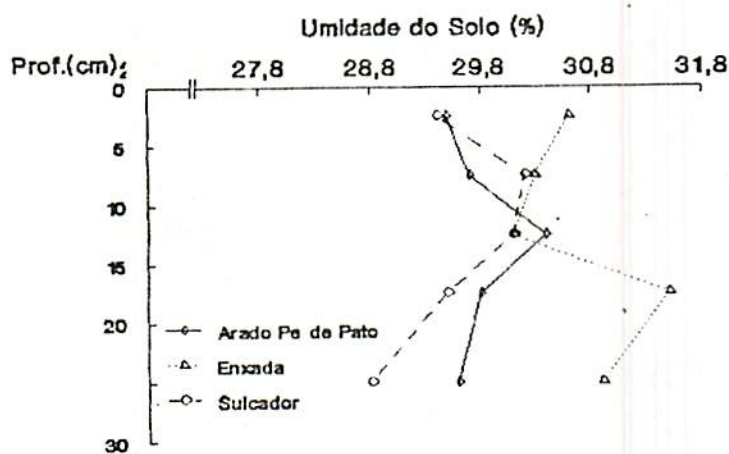
Os valores médios para os teores de umidade do solo, mostram que o maior teor médio ocorreu no tratamento enxada, sem contudo diferir estatisticamente do arado de disco antes do plantio, arado pé-de-pato e plantio direto. O menor teor correspondeu ao tratamento arado aiveca, que apresentou um valor de 5,9 % menos umidade que o tratamento enxada, seguido da grade aradora, arado escarificador, sulcador e arado de disco após a colheita (Quadro 10).

A umidade do solo influi diretamente na absorção dos nutrientes para as plantas de milho. Assim, pode-se observar que o tratamento enxada, que condicionou maior teor de umidade no perfil do solo (Figura 7), também foi o que proporcionou, em termos numéricos, maior produção de grãos, o que confirma resultados dos autores BLEVINS et alii (1971), GRANT et alii (1989) e FANCELLI (1990).

A maior manutenção de umidade ocorrida no tratamento com enxada, provavelmente se deve à manutenção dos resíduos vegetais na superfície do solo, ao não revolvimento das camadas superficiais e aos menores níveis de adensamento

subsuperficial, favorecendo ao bom desenvolvimento do sistema radicular das plantas do milho. Esse fato é confirmado pelos autores JONES JR. et alii (1969), e JUD & LAL (1979), TOLLNER et alii (1984).

FIGURA 7 - Variação da Umidade no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990



4.4.2. DENSIDADE APARENTE

Não foi observado efeitos significativos pela análise de variância para os valores de densidade aparente do solo (Quadro 12).

Os valores médios para densidade aparente (Quadro 11), mostram que os tratamentos arado de disco após colheita e arado aiveca, apresentaram-se valores mais altos em relação aos demais. Os tratamentos plantio direto e sulcador foram os que apresentaram os valores mais baixos para esse parâmetro, indicando que, para métodos de preparo do solo, onde é menor a circulação de máquinas pesadas e implementos, as possibilidades de adensamento subsuperficiais são menores, o que confirmam as afirmações de TOLLNER et alii (1984), MACHADO & BRUM (1978), ZUZEL et alii (1990).

QUADRO 12 - Resumo da análise de variância para os valores de densidade aparente em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

Causas da Variação	GL	QM
		Densidade Aparente
Tratamentos	8	0,0050539 n.s.
Blocos	2	0,2807150 --
Resíduo	124	0,0053177
Total	134	-
C.V. (%)	-	5,810

n.s. Não significativo ao nível de 5% pelo teste de F.

O fato de não ter ocorrido diferenças significativas após seis anos de uso contínuo dos tratamentos aplicados, pode ter sido por causa do curto espaço de tempo, já que alguns pesquisadores como MACHADO & BRUM (1978); SACCHI (1982) e HARGROVE (1985), também não constatarem essa diferença em menores prazos.

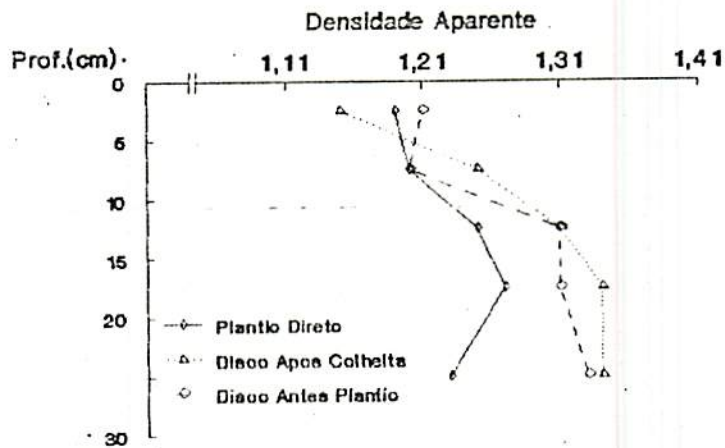
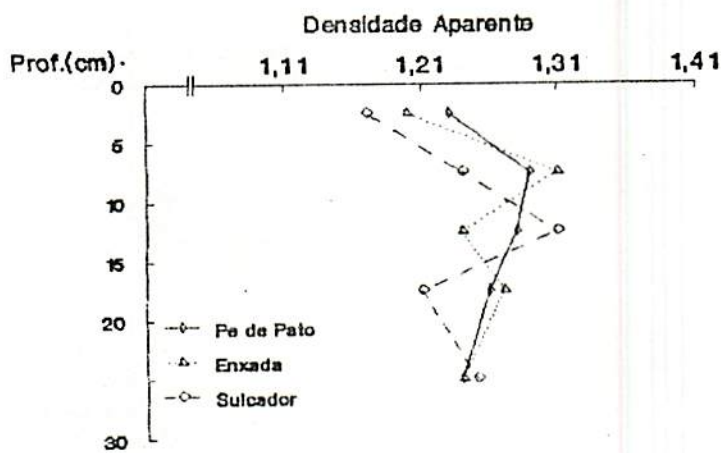
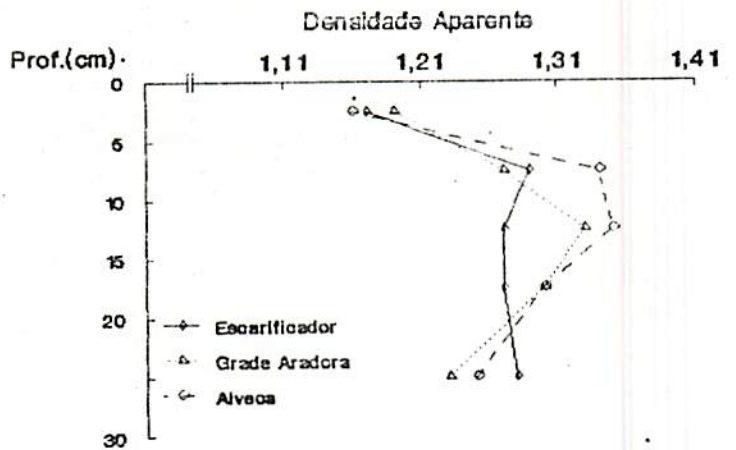
A Figura 13 mostra a variação da densidade aparente no perfil do solo estudado, indicando que para alguns tratamentos, existe uma tendência de adensamento subsuperficialmente.

QUADRO 11 - Valores médios para os teores de densidade aparente em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

Tratamentos	Densidade Aparente
Plantio Direto	1,23 a
Arado pé-de-pato	1,26 a
Arado de disco após colheita	1,28 a
Arado escarificador	1,26 a
Enxada	1,25 a
Grade aradora	1,26 a
Aradora de aiveca	1,28 a
Arado de disco antes do plantio	1,27 a
Sulcador	1,23 a

Médias seguidas pelas mesmas letras, não diferem entre si ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

FIGURA 13 - Variação da Densidade Aparente no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.



4.4.3. MACROPOROSIDADE, MICROPOROSIDADE E POROSIDADE TOTAL

Pela análise de variância não foram verificados efeitos significativos para os dados de macro, micro e porosidade total, em função dos diferentes sistemas de preparo do solo (Quadro 14).

QUADRO 14 - Resumo da análise de variância para os valores de macroporosidade, microporosidade e porosidade total em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

Causas da Variação	GL	QM		
		Macropor.	Micropor.	Porosid.Total
Tratamentos	8	20,9482759 NS	21,5405245 NS	3,0174643 NS
Blocos	2	201,7401499	133,5849017	32,9714516
Resíduo	124	13,6734621	7,7791563	2,9616790
Total	134	-	-	-
C.V. (%)	-	42,691	5,891	3,075

O plantio direto, em termos numéricos, foi o tratamento que proporcionou maior percentual de macroporos, principalmente nos primeiros 10 cm do solo (Quadro 13 e Figura 8). O tratamento que apresentou menores valores foi o arado de disco, antes do plantio, que foi 30,2% menor em relação ao plantio direto.

Para que um solo desenvolva porosidade mais favorável, em função do preparo do solo, são necessários no mínimo de 3 a 4 anos, conforme VOORHEES & LINDSTRON (1984), apesar de nem sempre essas alterações serem estatisticamente significativas. As vezes, há necessidade de prazos muito mais longos, BEZERRA (1978); SACCHI (1982); BROWING & NORTON (1945) e SHEAR & MOSCHLER (1969). Esses resultados também estão de acordo com os obtidos por PREVEDELLO & PREVEDELLO (1984) e MACHADO & BRUN (1978), que estudaram o tempo necessário para que surjam resultados significativos.

As Figuras 8, 9 e 10 mostram a variação da macroporosidade, da microporosidade e porosidade total, ao longo do perfil e do solo analisado, respectivamente.

QUADRO 13 - Valores médios para os dados de macroporosidade, microporosidade e porosidade total em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

Tratamentos	Macroporos.	Microporos.	Poros.Total
	----- % -----		
Plantio Direto	10,92 a	45,61 a	56,53 a
Arado pé-de-pato	7,94 a	47,67 a	55,61 a
Arado de disco após colheita	7,67 a	48,16 a	55,83 a
Arado escarificador	9,43 a	46,37 a	55,80 a
Enxada	7,78 a	48,45 a	56,23 a
Grade aradora	9,91 a	45,94 a	55,85 a
Aradora de aiveca	8,74 a	46,68 a	55,42 a
Arado de disco antes do plantio	7,62 a	48,49 a	56,11 a
Sulcador	7,93 a	48,70 a	56,63 a

As médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de tukey.

FIGURA 8 - Variação da Macroporosidade no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

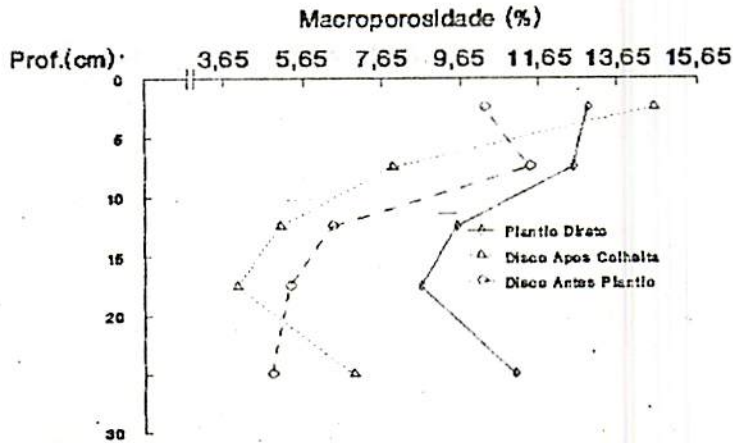
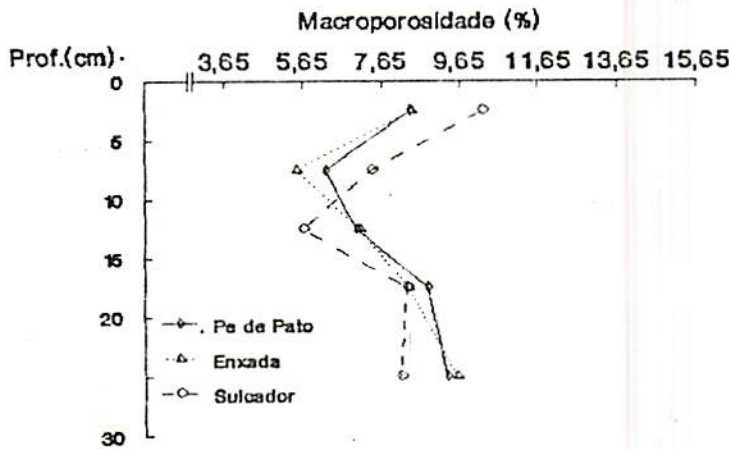
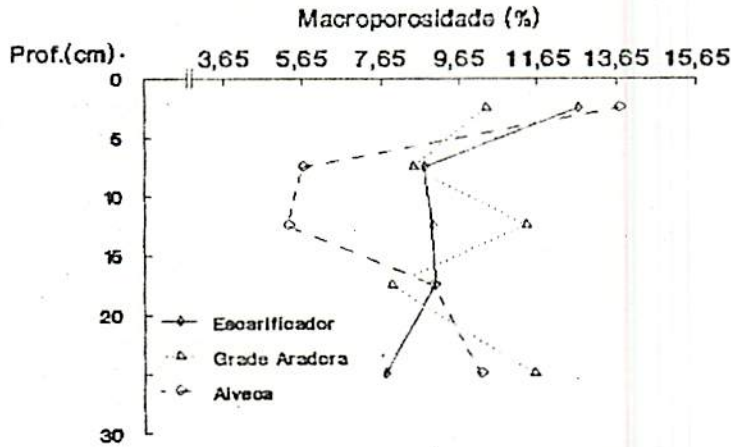


FIGURA 9 - Variação da Microporosidade no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

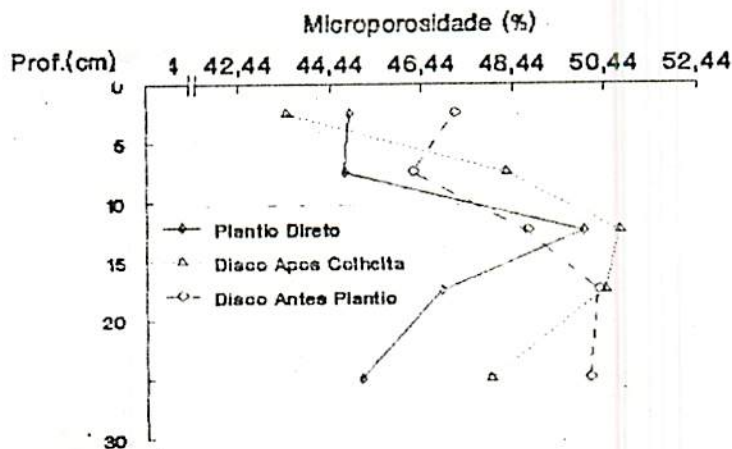
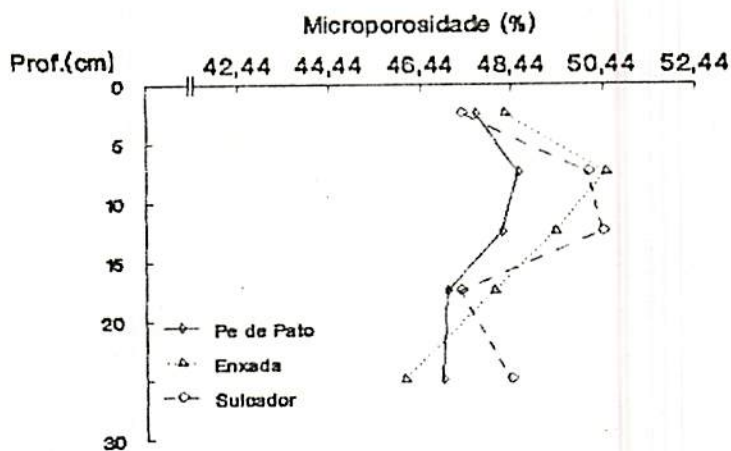
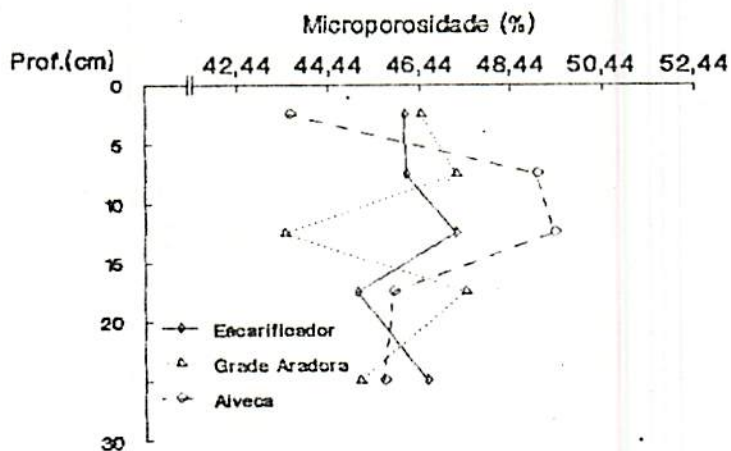
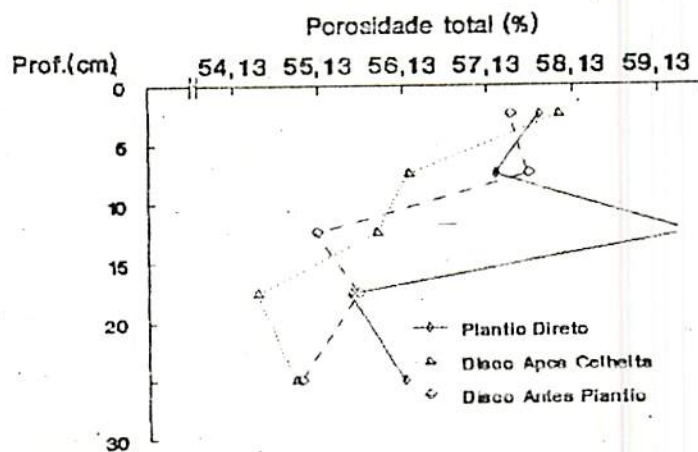
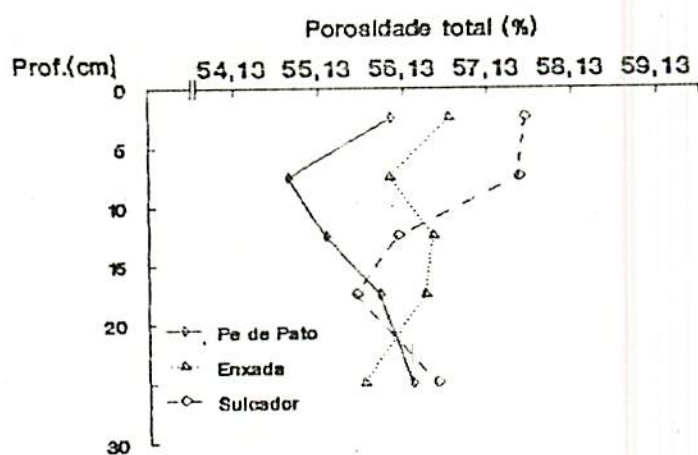
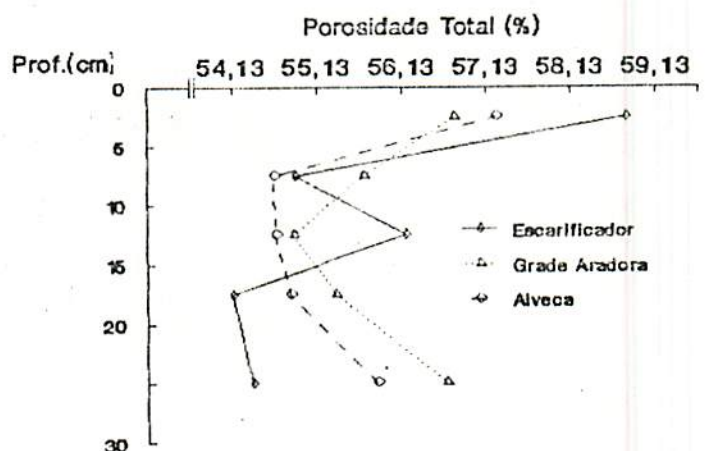


FIGURA 10 - Variação da Porosidade total no perfil de um Latossolo Roxo Distrófico em função de diferentes sistemas de preparo do solo. Patos de Minas - MG, 1990.



5 - CONCLUSOES

O estudo realizado permitiu com base nos dados obtidos, tirar as seguintes conclusões:

- a) Os diferentes sistemas de preparo do solo influenciaram a produtividade de milho.
- b) O tratamento com enxada, apresentou entre todos os outros, a melhor produtividade e o maior teor de umidade do solo.
- c) O fósforo se concentrou nas camadas superficiais sob plantio direto, e, na distribuição pelo perfil, apresentou-se decrescente com a profundidade, na maioria dos tratamentos.
- d) O tratamento com enxada condicionou os maiores valores de magnésio e os teores desse nutriente apresentaram-se decrescente com a profundidade.
- e) É preciso continuar as observações por períodos mais longos sobre as conseqüências dos sistemas de preparo do solo, na produtividade do milho e para a maioria das características químicas e físicas deste solo.
- f) A matéria orgânica concentrada sobre a superfície do solo pelo sistema plantio direto, ao longo dos anos, é um fator que deve ser levado em consideração para a melhoria das qualidades químicas, fisico-químicas e biológicas deste solo.

6 - RESUMO

Este trabalho foi conduzido num solo do grupo Latossolo Roxo Distrófico, da Fazenda Sertãozinho, Patos de Minas - MG. O objetivo foi estudar os efeitos de diferentes sistemas de preparo do solo sobre a produção de grãos de milho e as alterações químicas e físico-químicas ocorridas neste solo, após seis anos de cultivo contínuo. Os sistemas de preparo do solo utilizados foram: plantio direto, arado pè-de-pato, arado de disco após a colheita, arado escarificador, enxada, grade aradora, arado de aiveca, arado de disco antes do plantio e sulcador. As características do solo analisadas foram: pH, alumínio, cálcio, magnésio, potássio, fósforo, matéria orgânica, umidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e densidade aparente. Para tanto, foram analisadas amostras de solos nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 20-30 cm.

A produção do milho foi avaliada, bem como o índice de espigas utilizando-se a cultivar BR-201, numa densidade de plantio de 50 a 55 mil plantas por hectare.

As parcelas foram distribuídas em blocos casualizados, com três repetições e nove tratamentos. Foi aplicado em todas as parcelas, em pré-plantio, o herbicida "Roundup" e em pós-emergência, "Laso + Gesaprin".

O tratamento com enxada se apresentou como o melhor em termos de produtividade e manutenção da umidade do

solo. O plantio direto proporcionou concentração de Fósforo nas camadas superficiais. Os maiores teores de Magnésio se apresentaram no tratamento com enxada. Não houve diferenças significativas estatisticamente, na densidade aparente, macroporosidade, microporosidade e porosidade total.

SUMMARY

This study was conducted in soil classified as a dystrophic Red Latosol, in Sertãozinho Farm - EPAMIG, Patos de Minas, Minas Gerais. The objective of this study was to compare the effect of different tillage systems on corn grain production, chemical and physico-chemical changes occurred in this soil, after six years of continuous corn. The tillage systems used were: no tillage, "pé-de-pato" plow, disk plow after harvest, sub-surface plow, hoe tillage, harrow-plow, moldboard plow, disk plow, before planting, and lister planting. The soil analyzed parameters were: pH, Aluminium, Calcium, Magnesium, Potassium, Phosphorus, organic matter, soil moisture, total porosity, macroporosity, microporosity and bulk density. The analysis were conducted in the soil profile since 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 and 20-30cm.

Corn production was measured, as well as corn-cob index using BR-201 corn seed, with 50-55 thousands plants per hectare.

The plots were distributed in casual blocks with three repetition and nine treatments.

Before seedling, "Round-up" was applied in all plots for herb control, and after corn plants emergence, "Laço+Gesaprin".

Corn grain yields were best in hoe tillage treatment and in soil moisture maintenance.

No tillage shown higher phosphorus concentrations in the surface layers. The contents of magnesium levels were greater in hoe tillage treatment. There was no statistic difference in bulk density, macroporosity, microporosity and total porosity in all nine treatments.

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F. Conservação do Solo. São Paulo, Icone, 1990. 355p.

BEZERRA, J. E. S. Influência de sistemas de manejo do solo sobre algumas propriedades físicas e químicas de um podzólico vermelho-amarelo cambico distrófico, fase terraço, e sobre a produção de milho (*Zea mays*, L.). Viçosa, UFV, 1978. 99p. (Tese MS).

BLEVINS, R. L.; COOK, D.; PHILLIPS, S. H. & PHILLIPS, R. E. Influence of no tillage on soil moisture. *Agronomy Journal*, Madison, 63(3):593-6, July/Aug. 1971.

BLEVINS, R. L.; THOMAS, G. W. & CORNELIUS, P. L. Influence of no tillage and nitrogen fertilization on certain soil properties after 5 years of continuous corn. *Agronomy Journal*, Madison 69(2):383-6, Feb/Mar 1977.

BROWING, G. M. & NORTON, R. A. Tillage practices, on selected soil in Iowa. *Soil Science Society American Proceeding*, St. Paul, 10:461-8, 1945.

DICK, W. A. Organic carbon, nitrogen and phosphorus concentration and pH in soil profile as affected by tillage intensity. *Soil Science Society American Journal*, Madison, 47(1):102-7, Jan./Feb. 1983.

DICK, W. A. Influence of long term tillage and crop rotation combinations on soil enzyme activities. *Soil Science Society American Journal*, Madison, 44(4-6):765-71, July/Aug. 1980.

EDWARDS, J. H.; THURLOW, D. L. & EASON, J. T. Influence of tillage and crop rotation on yield of corn, soybean, and wheat. *Agronomy Journal*, Madison, 80(1):76-80, Jan/Feb. 1988.

FANCELLI, A. L. (coord.) Milho. Piracicaba, FEALQ, 1990. 88p.

FAVARIN, J. L. Manejo e conservação do solo para a cultura do milho. In: FANCELLI, A. L. (Coord.) Milho. Piracicaba, FEALQ, 1990. p.17-26.

FERNANDES, B.; RESENDE, M. & REZENDE S. B. Caracterização de alguns solos sob cerrado e disponibilidade d'água para as culturas. *Experientiae*, Viçosa, 24(9):209-60, set. 1978.

FINK, R. J. & WESLEY, D. Corn yield as affected by fertilization and tillage system. *Agronomy Journal*, Madison, 66(1):70-1, Jan/Feb. 1974.

GOMES, P. Curso de Estatística Experimental. Livraria Nobel, São Paulo, 430 p. 1976.

GRANT, R. F.; JACKSON, B. S.; KINIRY, J. R. & ARKIN, G. F. Water deficit timing effects on yield components in maize. *Agronomy Journal*, Madison, 82(1):61-5, Jan/Feb. 1989.

GRIFFITH, D. R.; MANNERING, J. V.; GALLOWAY, H. M.; PARSONS, S. D. & RICHEY, C. B. Effect of eight tillage systems on soil temperature, percent stand, plant growth, and yield of corn on five Indiana soils. *Agronomy Journal*, Madison, 65(2):321-6, Mar/Apr. 1973.

—————; KLADIVKO, E. J.; MANNERING, J. V.; WEST, T. D. & PARSONS, S. D. Long term tillage and t\rotation effects on corn growth and yield on high and low organic matter, poorly drained soils. *Agronomy Journal*, Madison, 80(4):559-605, Jul/Aug. 1988.

GROHMANN, F. Análise de agregados do solo. *Bragantia*, Campinas, 19(13):201-13, Mar. 1960.

HARGROVE, W. L. Influence of tillage on nutrient uptake and yield of corn. *Agronomy Journal*, Madison, 77(5):763-8, Sept/Oct. 1985.

HILL, R. L. Long-term conventional and no-tillage effects on selected soil physical properties. *Soil Science Society American Journal*, Madison, 54(1):161-6, Jan/Feb. 1990.

JONES JR, J. N.; MOODY, J. E.; SHEAR, G. M.; MOSCHLER, W. W. & LILLARD, J. H. The no tillage system for corn (*Zea mays* L.). *Agronomy Journal*, Madison, 60(1):17-20, Jan/Feb. 1968.

————— ; ————— & LILLARD, J. H. Effect of tillage, no tillage, and mulch on soil water and plant growth. *Agronomy Journal*, Madison, 61(5):719-21, Sep/Oct. 1969.

JUD, A. S. R. & LAL, R. Nutrient profile in a tropical alfisol under conventional and no-till systems. *Soil Science*, Baltimore, 127(3):169-73, 1979.

KANG B. T. & YUNUSA, M. Effect of tillage methods and phosphorus fertilization on maize in the umid tropics. *Agronomy Journal*, Madison, 69(2):291-4, Mar/Apr. 1977.

KARATHANASIS, A. D. & WELLS, K. L. Conservation tillage effects on the potassium status of some Kentucky soils. *Soil Science Society American Journal*, Madison, 54(2):800-6, May/June. 1990.

MACHADO, J. A. & BRUM, A. C. R. Efeito de sistemas de cultivo em algumas propriedades físicas do solo. *Revista Brasileira da Ciência do solo*, Londrina, 2(2):81-4, Maio/Ago. 1978.

MOREIRA, C. A.; BENATTI JR, R.; MARTINS, F. P.; SILVEIRA, G. M. da & COSTA, J. A. S. Comparação entre três sistemas de manejo do solo em cultura de milho. *Bragantia*, Campinas, 44(2):579-85, 1985.

MUZZILI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. *Revista Brasileira da Ciência do solo*, Londrina, 7(1):95-102, Jan. 1983.

PHILLIPS, R. E.; BLEVINS, R. L.; THOMAS, G. W.; FRYE, W. W. & PHILLIPS, S. H. No tillage agriculture. *Science*, Washington, 208(4448):1108-13, Jun. 1980.

PREVEDELLO; C. L. & PREVEDELLO, B. M. S. Os efeitos dos anos de cultivo sob a massa específica e porosidade de um latossolo. *O Solo*, Piracicaba, 76(2):57-60, Jul/Dez. 1986.

PRINE, G. M. & SCHRODER, V. M. Above-soil environments limits yield of semiprofilic corn as plant population increases. *Crop Science*, Madison, (4):361-2, 1964.

SACCHI, E. Sistemas de preparo do solo: efeitos no solo e na produção de milho (*Zea mays* L.). Piracicaba, ESALQ, 1982. (Tese Doutorado).

SANTOS, G. Levantamento da população de plantas e da profundidade da cultura do milho (*Zea mays* L.) através de amostragem estratificada no município de Piracicaba. ESALQ, Piracicaba, 1976. (Tese MS.).

SHEAR, G. M. & MOSCHLER, W. W. Continuous corn by the no-tillage and conventional tillage methods: a six year comparison. *Agronomy Journal*, Madison, 61(4):524-6, Jul/Aug. 1969.

SIDIRAS, N.; DERPSCH, R. & MONDARDO, A. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo na variação da umidade e rendimento do solo em latossolo roxo distófico (oxisol). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Londrina, 7(1):103-6, 1983.

STEINBERG, R. E. & NEL, P. C. Grain yield and yield components of maize (*Zea mays* L.) as influenced by tillage practices and plant density. *Applied Plant Science*, Pretoria, 3 (2):103-6, 1989.

TOLLNER, E. W.; HARGROVE, W. L. & LANGDALE, G. W. Influence of conventional and no-till practices on soil physical properties in the southern Piedmont. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, 39(1):73-6, Jan/Feb. 1984.

VIEIRA, M. J. & MUZILLI, O. Características físicas de um latossolo vermelho escuro, sob diferentes sistemas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 19(7):873-82, 1984.

———. Comportamento físico do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A. L. Coord. *Atualização em plantio direto*. Campinas, Fundação Cargill, 1985. p.163-79.

VOORHEES, W. B. & LINDSTROM, M. J. Long term effects of rillage method on soil tilth independent of wheel traffic compaction. *Soil Science Society American Journal*, Madison 48(1):152-6, Jan/Feb. 1984.

VOORHEES, W. B.; NELSON, W. W. & RANDAL, G. W. Extent and persistence of subsoil compaction caused by heavy axle loads. *Soil Science Society American Journal*, Madison, 50(2):428-33, Mar/Apr. 1986.

VOORHEES, W. B.; JOHNSON, J. F.; RANDALL, G. W. & NELSON, W. W. Corn growth and yield as affected by surface and subsoil compaction. *Agronomy Journal*, Madison, 81(2):294-303, Mar/Apr. 1989.

WARBURTON, D. B. & KLIMSTRA, W. D. Wildlife use of no-till and conventionally tilled corn fields. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, 39(5):327-30, Sept/Oct. 1984.

WEIL, R. R.; BENEDETTO, P. W.; SIKORA, L. J. & BANDEL, V. A. Influence of tillage practices on phosphorus distribution and forms in three ultisols. *Agronomy Journal*, Madison, 80(3):503-9, May/ June. 1988.

ZUZEL, J. F.; PIKUL JR, J. L. & RASMUSSEN, P. E. Tillage and fertilizer effects on water infiltration. *Soil Science Society American Journal*, Madison, 54(1):205-8, Jan/Feb. 1990.

8 - APÊNDICE

QUADRO 1A - Características químicas do solo da área experimental (testemunha), Fazenda Sertãozinho - EPAMIG - Patos de Minas - MG, 1990.

Profundidade (cm)	pH	Ca (eq.mg/100cc)	Mg	K (ppm)	P	M.O (%)	Umidade (%)
0 a 5	5,7	1,33	0,66	68	42	2,72	26,7
5 a 10	5,4	0,83	0,44	28	39	2,46	26,7
10 a 15	5,5	1,00	0,38	25	38	2,30	26,4
15 a 20	5,6	1,00	0,35	20	37	2,14	26,6
20 a 30	5,6	0,83	0,30	14	33	2,11	27,0

Análise realizada nos laboratórios de química e física do solo da EMBRAPA CNPMS - Sete Lagoas - MG.

QUADRO 2A - Características texturais do solo da área experimental (testemunha), da Fazenda Sertãozinho - EPAMIG - Patos de Minas - MG, 1990.

Profundidade (cm)	Areia Grossa	Areia fina	Silte	Argila	Classificação textural	Densidade real (g/cm ³)
	2 a 0,2mm	0,2 a 0,05mm	0,05 a 0,002mm	< 0,002mm		
------(%)-----						
0 a 5	14	17	53	16	Franco siltoso	2,89
5 a 10	13	17	53	17	Franco siltoso	2,78
10 a 15	15	17	53	15	Franco siltoso	2,75
15 a 20	14	17	49	20	Franco siltoso	2,83
20 a 30	8	12	40	40	Argila siltosa	2,89

Análise realizada nos laboratórios de física da EMBRAPA - CNPMS, Sete Lagoas, MG. Metodologia do SNLCS.

QUADRO 3A - Dados de precipitação total (mm) da região de Patos de Minas, MG, Fazenda Sertãozinho EPAMIG, 1990.

Anos	OUT.	NOV.	DEZ.	JAN.	FEV.	MAR.	ABR.
81/82	164,2	443,0	231,6	305,8	42,7	401,6	13,6
82/83	152,6	138,8	388,6	441,1	431,6	234,6	136,9
83/84	325,7	309,2	280,0	67,3	78,3	237,0	52,4
84/85	85,3	166,6	235,4	574,3	76,9	249,8	23,0
85/86	130,7	214,2	289,1	325,3	294,4	144,1	11,2
86/87	24,3	93,8	306,8	182,2	71,3	112,4	105,7
87/88	224,7	103,3	327,2	193,8	194,0	132,2	97,8
88/89	171,0	120,7	370,2	252,8	235,0	144,7	47,6
89/90	147,8	280,8	301,7	64,3	254,3	235,0	52,1

Fonte: Dados fornecidos pelo 5º DISME, Departamento Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura.

QUADRO 4A - Valores médios de pH, Ca, Mg, K, P, M.O., umidade do solo, macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade aparente. Distribuição no perfil do solo. Patos de Minas - MG, 1990.

Profundidade (cm)	pH	Ca ----- eq.mg/100cc	Mg ----- -----	K ----- ppm	P ----- -----	M.O. (%)	Umidade do Solo (%)	Porosidade			Densidade Aparente
								Macro	Micro	Total	
Plantio Direto											
0-5	5,2	2,03	0,99	60	62	3,11	29,4	12,89	44,84	57,73	1,19
5-10	5,1	1,85	0,52	38	55	2,57	29,5	12,50	44,72	57,22	1,20
10-15	5,3	1,68	0,49	30	48	2,32	29,9	9,55	49,96	59,51	1,25
15-20	5,4	1,63	0,36	25	46	2,17	30,0	8,63	46,86	55,49	1,27
20-30	5,4	1,61	0,41	20	39	1,82	29,5	11,05	45,07	56,12	1,23
Arado Pé-de-Pato											
0-5	5,3	2,16	0,80	51	76	3,04	29,5	8,35	47,64	55,99	1,23
5-10	5,3	1,96	0,63	33	75	2,74	29,7	6,20	48,57	54,77	1,29
10-15	5,5	2,39	0,52	26	68	2,55	30,4	6,99	48,23	55,22	1,28
15-20	5,3	1,68	0,36	23	50	2,30	29,8	8,83	47,01	55,84	1,26
20-30	5,5	1,63	0,38	18	31	1,96	29,6	9,33	46,90	56,23	1,24
Arado de Disco Após Colheita											
0-5	5,1	1,78	0,46	39	61	2,62	29,3	14,52	43,44	57,96	1,15
5-10	5,3	1,91	0,55	33	64	2,71	29,2	7,91	48,28	56,19	1,25
10-15	5,3	1,91	0,55	26	57	2,54	29,4	5,05	50,74	55,79	1,31
15-20	5,4	1,55	0,44	28	45	2,08	30,3	3,97	50,43	54,40	1,34
20-30	5,6	1,43	0,44	17	41	1,88	29,8	6,91	47,93	54,84	1,34

Profundidade (cm)	pH	Ca	Mg	K	P	M.O.	Umidade do Solo (%)	Porosidade			Densidade Aparente
		----- eq. mg/100cc		----- ppm		(%)		Macro	Micro	Total	
Arado Escarificador											
0-5	5,4	1,95	0,63	52	59	2,69	28,9	12,69	46,09	58,78	1,17
5-10	5,4	1,90	0,52	40	72	2,51	29,2	8,73	46,14	54,87	1,29
10-15	5,2	2,00	0,49	28	89	2,44	29,5	8,94	47,24	56,18	1,27
15-20	5,5	2,17	0,47	17	68	2,19	29,8	9,05	45,08	54,13	1,27
20-30	5,5	1,85	0,44	15	49	1,93	29,7	7,77	46,60	54,37	1,28
Enxada											
0-5	5,3	2,28	0,66	66	94	2,90	30,6	8,40	48,28	56,68	1,20
5-10	5,3	2,53	0,69	40	79	2,55	30,3	5,48	50,48	55,96	1,31
10-15	5,2	2,01	0,49	27	61	2,52	30,1	7,10	49,38	56,48	1,24
15-20	5,3	1,93	0,55	21	60	2,47	31,5	8,33	48,05	56,38	1,27
20-30	5,5	1,75	0,57	18	54	2,11	30,9	9,59	46,06	55,65	1,24
Grade Aradora											
0-5	5,7	2,06	0,71	52	62	2,98	28,7	10,30	46,44	56,74	1,19
5-10	5,5	1,98	0,60	36	60	2,81	29,4	8,44	47,24	55,68	1,27
10-15	5,5	2,06	0,60	32	59	2,46	29,5	11,36	43,48	54,84	1,33
15-20	5,5	1,60	0,44	28	40	2,29	29,6	7,91	47,43	55,34	1,30
20-30	5,6	1,33	0,46	19	39	1,91	29,4	11,54	45,11	56,65	1,23

Profundidade (cm)	pH	Ca	Mg	K	P	M.O. (%)	Umidade do Solo (%)	Porosidade			Densidade Aparente
		eq.mg/100cc		ppm				Macro	Micro	Total	
Arado de Aiveca											
0-5	5,1	1,68	0,46	33	61	2,40	28,9	13,69	43,56	57,25	1,16
5-10	5,1	1,58	0,41	25	59	2,57	28,6	5,62	46,99	54,61	1,34
10-15	5,3	1,90	0,36	24	81	2,42	29,0	5,25	49,38	54,63	1,35
15-20	5,3	1,68	0,33	18	61	2,35	29,1	8,98	45,83	54,81	1,30
20-30	5,4	1,35	0,30	15	44	1,94	29,1	10,17	45,65	55,82	1,25
Arado de Disco Antes do Plantio											
0-5	5,2	1,91	0,47	39	65	2,83	29,9	10,24	47,15	57,39	1,21
5-10	5,1	2,15	0,58	33	66	2,92	29,7	11,39	46,21	57,60	1,21
10-15	5,3	2,10	0,57	28	63	2,70	29,8	6,38	48,71	55,09	1,20
15-20	5,3	2,21	0,52	22	65	2,53	30,4	5,29	50,29	55,58	1,31
20-30	5,5	1,96	0,49	14	54	1,96	30,0	4,82	50,07	54,89	1,33
Sulcador											
0-5	5,4	2,33	0,82	58	79	2,89	29,4	10,23	47,34	57,57	1,17
5-10	5,1	2,13	0,52	43	80	2,80	30,2	7,39	50,10	57,49	1,24
10-15	5,3	2,50	0,52	34	92	2,67	30,1	5,65	50,41	56,06	1,31
15-20	5,6	2,23	0,52	22	66	2,44	29,5	8,27	47,29	55,56	1,21
20-30	5,5	1,83	0,52	17	50	2,14	28,8	8,12	48,39	56,51	1,25



1941
 1942
 1943
 1944

1945
 1946
 1947
 1948
 1949

1950
 1951
 1952
 1953
 1954

1955
 1956
 1957
 1958
 1959

1960
 1961
 1962
 1963
 1964
 1965
 1966
 1967
 1968
 1969
 1970
 1971
 1972
 1973
 1974
 1975
 1976
 1977
 1978
 1979
 1980
 1981
 1982
 1983
 1984
 1985
 1986
 1987
 1988
 1989
 1990
 1991
 1992
 1993
 1994
 1995
 1996
 1997
 1998
 1999
 2000
 2001
 2002
 2003
 2004
 2005
 2006
 2007
 2008
 2009
 2010
 2011
 2012
 2013
 2014
 2015
 2016
 2017
 2018
 2019
 2020
 2021
 2022
 2023
 2024
 2025
 2026
 2027
 2028
 2029
 2030