

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Pós-Graduação em Agronomia

**EFEITOS DE ADUBAÇÕES VERDE,
ORGÂNICA E MINERAL NAS CULTURAS DE
MILHO E ALGODÃO, EM UM LATOSSOLO
VERMELHO DE CERRADO SOB PREPARO
CONVENCIONAL E PLANTIO DIRETO**

Anny Rosi Mannigel

Ilha Solteira - SP

1210001342



unesp



12 13 14 15 16 17 18 19

cm 1 2 3 4 5 6 7 8

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

**EFEITOS DE ADUBAÇÕES VERDE, ORGÂNICA E MINERAL NAS
CULTURAS DE MILHO E ALGODÃO EM UM LATOSSOLO
VERMELHO DE CERRADO SOB PREPARO CONVENCIONAL E
PLANTIO DIRETO**

ANNY ROSI MANNIGEL
Engenheira Agrônoma

Profª. Dra. MARLENE CRISTINA ALVES
Orientadora

Prof. Dr. WALTER VERIANO VALÉRIO FILHO
Co-orientador

**Dissertação apresentada à Faculdade
de Engenharia da Universidade
Estadual Paulista, Campus de Ilha
Solteira, para o btenção d o Título de
Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Sistemas de Produção**

**ILHA SOLTEIRA
Estado de São Paulo – Brasil
Dezembro - 2002**



FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação/Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da FEIS/UNESP

Mannigel, Anny Rosi

M283e Efeitos de adubações verde, orgânica e mineral nas culturas de milho e algodão em um latossolo vermelho de cerrado sob preparo convencional e plantio direto / Anny Rosi Mannigel. Ilha Solteira : [s.n.], 2002
xii, 55 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Área de concentração: Sistema de Produção, 2002.

Orientador: Marlene Cristina Alves

Co-orientador: Walter Veriano Valério Filho

Bibliografia: p. 46-54

1. Algodão-Cultivo. 2. Milho-Cultivo. 3. Plantas de cobertura. 4. Solos-Manejo. 5. Solos-Propriedades físicas. 6. Solos-Propriedades químicas.



EFEITOS DE ADUBAÇÕES VERDE, ORGÂNICA E MINERAL NAS CULTURAS DE MILHO E ALGODÃO, EM UM LATOSSOLO VERMELHO DE CERRADO SOB PREPARO CONVENCIONAL E PLANTIO DIRETO

Anny Rosi Mannigel

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À FACULDADE DE ENGENHARIA DO CÂMPUS
DE ILHA SOLTEIRA – UNESP COMO PARTE DOS REQUISITOS PARA
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM AGRONOMIA

COMISSÃO EXAMINADORA:

Marlene Cristina Alves
Prof.^a Dr.^a Marlene Cristina Alves (Orientadora)

Carlos Sérgio Tiritan
Prof. Dr. Carlos Sérgio Tiritan

Antonio César Bolonhezi
Prof. Dr. Antonio César Bolonhezi

Ilha Solteira/SP
dezembro de 2002

Proc. 053/2003 - NRD 07103

| | |
|---|-----------------|
| UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA" | |
| SERVIÇO TÊC. DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO | |
| DATA DE CHEGADA | DATA DE TOMBO |
| <i>26.02.03</i> | <i>31.03.03</i> |
| 1 | TOMBO |
| <i>Acija</i> | <i>Te. 1342</i> |
| AQUISIÇÃO | CLASSIFICAÇÃO |
| <i>Ilha Solteira Autor R\$10,00</i> | <i>M283e</i> |

ny - 186260
ny - 54795

50103016 MANEJO E TRATOS CULTURAIS

BCpIS - FEIS - UNESP

unesp

1210001342



A **DEUS** pela presença constante e a meus pais,
Geraldo e Ida pelo apoio, às minhas irmãs Renate
e Verônica e à minha avó Magdalene.

DEDICO

Ao Max, por tanta atenção, dedicação e
carinho,

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Diz o Livro Sagrado que há tempo para tudo, para semear e para colher, para sorrir e para chorar. Há também o tempo para agradecer...

... à professora Marlene, pela orientação e ensinamentos;

... ao professor Morel, pelo entusiasmo com a pesquisa científica;

... ao professor Walter, pela imensa bondade com que trata a todos;

... à professora Ana Maria, por estar sempre disposta a ouvir e aconselhar;

... aos professores Malcolm, Alcebíades e Bolonhezi, pela ajuda durante a condução do experimento;

... a todos os professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia da FEIS/UNESP;

... à minha “irmã” de curso Dolorice, pelos obstáculos enfrentados juntas;

... aos amigos A lexandre, A line, Dolorice, Cibele e Meire, pela ajuda nos trabalhos de campo;

... aos amigos da pós-graduação: Adriana, Rerisson, Roberto, Rodrigo, Heron, Cilene, Camila, Celso, Ricardo Aratani, Mirele, Gilberto Pelinson, Sueli, Margareth, Flávia, Martha, Vanessa e Michelle, pelo companheirismo e alegria;

... às companheiras de república: Dolorice, Márcia e Meire, pela amizade, pela convivência e pelo apoio;

... aos técnicos de laboratório da FEIS/UNESP: Valdivino, Vera, Carlinhos, João e Ricardo, pela ajuda e incentivo durante o curso;

... à Ângela, Neli, Domingos, Fátima e Arlindo, pela disposição em ajudar;

... aos funcionários da Biblioteca Central da FEIS/UNESP, em especial ao João e a Neide, pelo ótimo atendimento;

... aos funcionários da Fazenda de Ensino e Pesquisa da FEIS/UNESP, pela contribuição na realização desta pesquisa;

... a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização dessa Dissertação;

... e especialmente ao Max, pela dedicação em me ajudar.



SUMÁRIO

| | |
|---|-----|
| LISTA DE QUADROS | iv |
| LISTA DE FIGURAS..... | vii |
| RESUMO..... | ix |
| SUMMARY..... | xi |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 2 |
| 2.1 . Cerrado..... | 2 |
| 2.2. Sistemas de preparo | 3 |
| 2.3. Influência dos adubos verdes nas propriedades físicas e químicas do solo..... | 6 |
| 2.4. Influência dos adubos orgânicos nas propriedades físicas e químicas do solo..... | 9 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 12 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 21 |
| 4.1. Propriedades físicas do solo..... | 21 |
| 4.1.1. Experimento com a cultura do milho | 21 |
| 4.1.2. Experimento com a cultura do algodão..... | 23 |
| 4.2. Propriedades químicas do solo | 26 |
| 4.2.1. Experimento com a cultura do milho | 26 |
| 4.2.2. Experimento com a cultura do algodão..... | 33 |
| 4.3. Características agronômicas..... | 39 |
| 4.3.1. Cultura do milho | 39 |
| 4.3.2. Cultura do algodão | 41 |
| 5. CONCLUSÕES | 45 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 46 |
| 7. ANEXO | 55 |



LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1: Análise química do solo antes da implantação do experimento | 14 |
| Quadro 2: Valores médios de densidade do solo, porosidade total e macroporosidade (21/03/2001)..... | 14 |
| Quadro 3: Propriedades físicas e químicas do esterco bovino utilizado na pesquisa | 16 |
| Quadro 4: Valores de quadrados médios para porosidade total, densidade do solo, macroporosidade e microporosidade, para a profundidade de 0,00-0,05 m..... | 21 |
| Quadro 5: Valores médios de porosidade total ($m^3 m^{-3}$) e densidade do solo ($kg dm^{-3}$) em função do preparo na profundidade de 0,0-0,05 m | 22 |
| Quadro 6: Valores médios de densidade do solo ($kg dm^{-3}$) em função de adubação na profundidade de 0,10-0,20 m..... | 22 |
| Quadro 7: Desdobramento da interação entre preparo e adubação referente às médias de porosidade total ($m^3 m^{-3}$) na profundidade de 0,10 – 0,20 m..... | 23 |
| Quadro 8: Valores de quadrados médios para porosidade total, densidade do solo, macroporosidade e microporosidade do solo..... | 24 |
| Quadro 9: Valores médios de porosidade total ($m^3 m^{-3}$), densidade do solo ($kg^3 dm^{-3}$) e macroporosidade ($m^3 m^{-3}$), em função do preparo do solo, na profundidade de 0,00 a 0,05m. | 24 |
| Quadro 10: Valor médio de densidade do solo ($kg^3 dm^{-3}$), e macroporosidade ($m^3 m^{-3}$), em função do preparo de solo, na profundidade 0,05 a 0,10 m | 25 |
| Quadro 11: Desdobramento da interação entre preparo e adubação referente as médias de microporosidade ($m^3 m^{-3}$) na profundidade de 0,00 a 0,05 m | 26 |
| Quadro 12: Desdobramento da interação entre preparo e adubação referente a médias de densidade do solo ($kg^3 dm^{-3}$) na profundidade de 0,10 a 0,20 m | 26 |
| Quadro 13: Valores de quadrados médios para P, M.O., pH, K, Ca, Mg, H+Al, Al, SB, CTC e V %, para os tratamentos e profundidades estudados..... | 27 |
| Quadro 14: Valor médio de Mg ($mmol_c dm^{-3}$) e m função do preparo de solo, na profundidade de 0,00 a 0,05 m..... | 28 |



| | |
|--|----|
| Quadro 15: Valores médios de pH (CaCl_2), K ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) e H+Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) em função do preparo do solo, na profundidade de 0,05 a 0,10 m..... | 28 |
| Quadro 16: Valores médios de pH (CaCl_2), H+Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) e Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) em função do preparo do solo, na profundidade 0,05 a 0,10 m..... | 29 |
| Quadro 17: Valores médios de P (mg dm^{-3}), M.O. (g dm^{-3}), pH, K ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$), Ca ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$), Mg ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$), H+Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$), S.B. ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$), CTC ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) e V % em função de adubação na profundidade de 0,00 a 0,05 m. | 30 |
| Quadro 18: Valores médios de pH, K ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$), Mg ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$), H+Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) e Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) em função de adubação na profundidade de 0,05 a 0,10 m. | 30 |
| Quadro 19: Valores médios de pH e K ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) em função de adubação na profundidade de 0,10 a 0,20 m | 31 |
| Quadro 20: Desdobramento da interação entre preparos e adubação referente às médias de pH na profundidade 0,00 a 0,05 m. | 32 |
| Quadro 21: Desdobramento da interação entre preparo e adubação referente às médias de Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) na profundidade 0,05 a 0,10 m. | 32 |
| Quadro 22: Valores de quadrados médios para P, M.O., pH, K, Ca, Mg, H+Al, Al, SB, CTC e V%, para os tratamentos e profundidades estudados | 34 |
| Quadro 23: Valores médios de pH (CaCl_2) em função do preparo do solo, na profundidade 0,00 a 0,05 m. | 35 |
| Quadro 24: Valores médios de K ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) em função do preparo do solo, na profundidade 0,10 a 0,20 m..... | 35 |
| Quadro 25: Valores médios de P (mg dm^{-3}), pH, K ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) e H+Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) em função de adubação na profundidade de 0,00 a 0,05 m. | 36 |
| Quadro 26: Valores médios de M.O. (g dm^{-3}), pH, K ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) e H+Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) em função da adubação na profundidade de 0,05 a 0,10 m. | 36 |
| Quadro 27: Valores médios de M.O. (g dm^{-3}), K ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) e H+Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) em função da adubação na profundidade de 0,10 a 0,20 m..... | 37 |
| Quadro 28: Desdobramento da interação entre preparos e adubação referente às médias de Ca na profundidade de 0,00 a 0,05 m. | 38 |



| | |
|--|----|
| Quadro 29: Desdobramento da interação entre preparo e adubação referente às médias de K na profundidade 0,05 a 0,10 m. | 38 |
| Quadro 30: Quadrados médios da produtividade, massa de 100 grãos, altura de planta, altura de inserção de espiga e número de espigas para a cultura do milho, nos tratamentos estudados..... | 39 |
| Quadro 31: Valores médios de produtividade de milho (kg ha^{-1}) em função do preparo | 40 |
| Quadro 32: Valores médios de produtividade (kg ha^{-1}), massa de 100 grãos (g), a ltura de p lanta (m), a ltura de inserção de espiga (m) e número de espigas em 10 plantas em função da adubação..... | 40 |
| Quadro 33: Valores de quadrados médios para produtividade, massa média de capulhos, altura de planta, diâmetro da haste principal e altura de inserção do primeiro ramo reprodutivo, para a cultura do algodão. | 41 |
| Quadro 34: Valor médio de produtividade (kg ha^{-1}), altura de planta (m) e diâmetro da haste principal (mm) para a cultura do algodão em função de preparo do solo. | 42 |
| Quadro 35: Valor médio de produtividade (kg ha^{-1}), peso médio de capulhos (g), altura de planta (m) e diâmetro da haste principal (mm) para a cultura do algodão em função da adubação. | 42 |
| Quadro 36: Desdobramento da interação entre preparo e adubação referente às médias de produtividade (kg ha^{-1}) da cultura do algodão | 44 |
| Quadro 37: Desdobramento da interação entre preparo e adubação referente às médias de diâmetro de haste principal, para a cultura de algodão..... | 44 |



LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Croqui do experimento..... | 13 |
| Figura 2: Vista parcial da área do experimento, parcela a frente com braquiária..... | 15 |
| Figura 3: Crotalaria em preparo convencional e em direto (23/05/2001)..... | 15 |
| Figura 4: Milheto em preparo convencional e em direto (23/05/2001)..... | 15 |
| Figura 5: Algodão em plantio direto e em convencional (18.12.2001)..... | 17 |
| Figura 6: Milho em plantio direto e em convencional (18.12.2001)..... | 17 |
| Figura 7: Coleta de solo com anel volumétrico..... | 17 |



“Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável (...) para aprender a conhecer a influência libertadora da beleza do reino do Espírito, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer.”

Mensagem de Einstein a estudantes de Princeton, EUA



EFEITOS DE ADUBAÇÕES VERDE, ORGÂNICA E MINERAL NAS CULTURAS DE MILHO E ALGODÃO EM UM LATOSSOLO VERMELHO DE CERRADO SOB PREPARO CONVENCIONAL E PLANTIO DIRETO.

AUTORA: Anny Rosi Mannigel

ORIENTADORA: Prof.^a Dra. Marlene Cristina Alves

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. Walter Veriano Valério Filho

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estudar os efeitos das adubações verde, orgânica e mineral, nas propriedades físicas e químicas de um LATOSSOLO VERMELHO de cerrado, cultivado com milho (*Zea mays*) e algodão (*Gossypium hirsutum* r. *latifolium*), sob preparo convencional e plantio direto em área anteriormente sob pastagem (*Brachiaria decumbens*). O delineamento experimental utilizado para cada cultura, foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas. As parcelas principais foram constituídas por 2 tratamentos: plantio direto e preparo convencional. As subparcelas foram constituídas por 6 tratamentos: testemunha (sem adubação); adubação mineral recomendada para cada cultura, de acordo com a análise química do solo; adubo orgânico (esterco bovino – 20 t ha⁻¹); adubo orgânico (esterco bovino -20t ha⁻¹) + ½ adubação mineral recomendada de acordo com a análise do solo; adubo verde-1 (crotalária) e adubo verde-2 (milheto). Foram realizadas as seguintes análises do solo: densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade, P, MO, pH, K, Ca Mg, Al, Al+H, S, CTC e V. Para as culturas avaliou-se: produção de grãos de milho, de algodão em caroço, matéria seca dos adubos verdes. As coletas do solo destinado às análises foram realizadas nas profundidades de 0,00-0,05 m, 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m. As adubações não alteraram as propriedades físicas do solo, mas interferiram nas suas propriedades químicas. O preparo convencional alterou algumas propriedades físicas do solo (densidade do solo e porosidade total) e proporcionou melhores resultados para as culturas. Para a cultura do milho o aumento na produtividade foi de 84, 79, 58, 44 e 41 % quando utilizado, respectivamente, adubação mineral, esterco + ½ adubação mineral, crotalária, esterco de bovino e milheto. Para a cultura do algodão o aumento de produtividade do



algodão foi de 170, 52, 50, 44 e 28 % quando utilizado, respectivamente, esterco de bovino + $\frac{1}{2}$ da adubação mineral, crotalária, adubação mineral, esterco de bovino e milho.

Palavras chave: propriedades químicas do solo, propriedades físicas do solo, crotalária, milho, esterco bovino, manejo do solo



SUMMARY

CHEMICAL, GREEN AND ORGANIC MANURE EFFECTS ON CORN AND COTTON ON SAVANNAH OXISOL UNDER CONVENTIONAL TILLAGE AND NO-TILLAGE

AUTHOR: Anny Rosi Mannigel

ADVISOR: Prof. Dra. Marlene Cristina Alves

CO-ADVISOR: Prof. Dr. Walter Veriano Valério Filho

The objective of this research was to evaluate the effects of the green manure and mineral fertilizer and/or organic manure and, on the physical properties of a Oxisol, on “Savannah” (cerrado) area, cultivated with corn (*Zea mays* L.) and cotton (*Gossypium hirsutum*) on the following management conditions: no-tillage and conventional tillage, on area previously under pasture (*Brachiaria decumbens*). The experimental design was a randomized blocks and the tested treatments were: control (without organic manure or chemical fertilizer); chemical fertilizer, as recommended for the culture and based on the chemical soil analysis; organic manure (cow manure); organic manure + half of the mineral fertilizer recommended rate; and the green manure *Crotalaria juncea* and *Pennisetum americanum*. The following soil physical characteristics were evaluated: bulk density, total porosity and macro and microporosity. The chemical analyses were the soil chemical analysis to the intent of soil fertility. The evaluations were corn yield and cotton yield and dry matter production of the green manure. The collect of soil samples were realized in depths of 0.00-0.05 m and 0.05-0.10 m and 0.10-0.20 m. The green manure and the chemical fertilizer and the organic manure do not present modifications at the soil physical properties, but present modifications at the soil chemical properties; conventional tillage altered some physical properties of the soil (bulk density and total porosity); under conventional tillage management presents better crop results. The use of chemical fertilizer, organic manure + half of the mineral recommended rate, *Crotalaria juncea*, organic manure and *Pennisetum americanum* increased corn yield by 84, 79, 58, 44 and 41 %, respectively. The use of organic manure + half of the mineral recommended rate, *Crotalaria juncea*, chemical fertilizer, organic manure and *Pennisetum americanum* increased cotton yield by 170, 52, 50, 44 and 28 %, respectively.



Key words: soil chemical properties, soil physical properties, *Crotalaria juncea*, *Pennisetum americanum*, soil management



1. INTRODUÇÃO

A agricultura moderna, de maneira geral, sempre se baseou no conceito de que os recursos naturais são infinitos, porém, este conceito está se alterando. A preocupação com o meio ambiente está cada vez mais se tornando parte das práticas agrícolas, quer seja pela tomada de consciência da sociedade, ou pelo fato do alto custo dos adubos ou ainda pelo esgotamento dos solos.

O uso do solo é um fator de desequilíbrio na natureza, afinal desmatar uma área para torná-la própria à agricultura consiste em quebrar o equilíbrio de um sistema complexo, composto por macro, meso e microorganismos. A agricultura, essencial para continuidade da vida humana no planeta, ao mesmo tempo em que garante os alimentos necessários ao homem, contribui para degradação dos solos tornando o sistema insustentável.)

Atualmente a agricultura vem passando por transformações tecnológicas significativas em função da necessidade de conciliar o manejo conservacionista do solo com a busca constante da redução dos custos de produção. Dessa forma, o sistema plantio direto intensificou-se no Brasil, particularmente na região dos cerrados. Dos dez milhões de hectares atualmente ocupados por culturas anuais nos cerrados, aproximadamente dois milhões estão sob plantio direto, dados significativos para um período de apenas 16 anos (RESCK, 1998).

Em solos degradados, os baixos teores de matéria orgânica podem determinar menor disponibilidade de nutrientes para as culturas, resultando numa das principais limitações à produtividade agrícola. A adoção de métodos de preparo (cultivo mínimo e plantio direto), que promovem menor revolvimento do solo, e a adoção de um sistema de rotação de culturas com a inclusão de leguminosas e gramíneas que contém maiores quantidades de nitrogênio na sua biomassa, acarretam, com o tempo, uma melhoria nas características químicas, restrita inicialmente às camadas superficiais (BAYER & MIELNICZUK, 1997).

Em vista do exposto, espera-se que os sistemas de preparo e as adubações verde e orgânica tenham efeitos sobre as características físicas e químicas de um solo de cerrado, refletindo positivamente na produtividade das culturas.

Na preocupação com a sustentabilidade do potencial agrícola do solo desenvolveu-se esta pesquisa com o objetivo de estudar os efeitos das adubações verde, orgânica e mineral nas propriedades físicas e químicas de um LATOSSOLO VERMELHO de Cerrado, cultivado com milho e algodão, em plantio direto e preparo convencional, em uma área degradada, com pastagem há vinte anos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cerrado

A paisagem da região dos cerrados, principalmente aquela contida dentro do centro-oeste brasileiro, sofreu uma profunda alteração nos últimos 30 anos. Savanas foram substituídas por imensos campos de lavoura e por gramíneas exóticas para a formação de pastagem (SABOYA, 2001).

A região do cerrado brasileiro ocupa aproximadamente 207 milhões de ha, equivalente a 24,42 % do território nacional, distribuindo-se pelos estados de Tocantins, Goiás, parte do Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais, partes consideráveis da Bahia, Maranhão, Piauí, Rondônia, Roraima e Amapá, além de pequenas porções do Pará, Ceará e São Paulo (FERNANDES, 1998). Aproximadamente 136 milhões de hectares são considerados apropriados para a produção de alimentos e podem ser incorporados ao processo produtivo (MACEDO, 1996). Segundo PARENTONI et al. (1999), atualmente 12 milhões de hectares do Cerrado são responsáveis por 25 % da produção nacional de soja, milho e arroz, 20 % de café e 15 % de feijão. Cerca de 35 milhões de hectares são destinados à produção animal, gerando 40 % da carne e 12 % do leite produzidos no país.

Nesta região, os Latossolos somam aproximadamente 50 % da área, os Podzólicos (15 %), as Areias Quartzosas (15 %), Litólicos e Cambissolos (10 %) e Plintossolos (6 %), ocupando mais de 95 % de sua superfície (REZENDE et al., 1996). A maioria destes solos é distrófica ou álica, de baixa fertilidade e elevada acidez (ADÁMOLI et al., 1996).

A ocupação dos cerrados foi iniciada nas regiões do Triângulo Mineiro e Sul de Goiás, expandindo-se posteriormente até a zona de pecuária extensiva no Estado de MS (FERNANDES, 1998).

Desde o final da década de 70 a soja avançou nas regiões de cerrado graças ao desenvolvimento de técnicas de adubação e calagem adotadas para corrigir acidez e baixa fertilidade natural dos solos da região (MAFIOLETTI, 2000). No final da década de 80 e início da década de 90, em função de problemas fitossanitários e de rentabilidade apresentados por esta cultura, começou-se a estudar como alternativas as culturas de algodão, milho, feijão, girassol, cana-de-açúcar e pastagens (FREIRE, 1998).

A pecuária é uma das atividades econômicas mais importantes na região dos Cerrados, com cerca de 44 % do rebanho nacional de bovinos, cuja base alimentar é pastagem cultivada. Mas, aproximadamente 80 % das pastagens do Cerrado encontram-se com algum grau de

degradação (BARCELLOS, 1996). Segundo BERTOL & SANTOS (1995), o intenso pisoteio por animais aumenta a densidade do solo e a susceptibilidade à desagregação, reduzindo a porosidade total e a taxa de infiltração de água no solo.

PRADO (2001) obteve em solos de cerrado a produtividade média de 6.248 e 4.675 kg.ha⁻¹ de milho em plantio direto com saturação de bases de 65 e 45 %, respectivamente.

Os níveis de produtividade de algodão preconizados por FREIRE et al. (1998), 2.550 a 3.750 kg ha⁻¹ para o Centro-Oeste, são bastante elevados e podem ser alcançados com a utilização de tecnologia adequada. Em experimento realizado em solo sob Cerrado, na região de Selvíria, CARVALHO et al. (2001) obtiveram 2750 kg ha⁻¹ de algodão. A produtividade média de algodão do Mato Grosso do Sul é de 2500 kg ha⁻¹ (CARVALHO & CHIAVEGATO, 1999).

Vários estudos indicam que a integração agricultura-pecuária, caracterizada pela rotação entre culturas graníferas e pastagens contribui para a melhoria de atributos do solo, como teor de matéria orgânica, densidade do solo, porosidade, permeabilidade e fertilidade (SALTON et al., 1995).

2.2. Sistemas de preparo

Nas regiões tropicais, sistemas de preparo com mínima perturbação do solo e que propiciem a manutenção de resíduos na superfície são necessários para o controle da erosão, redução da degradação do solo e do meio ambiente (LAL, 2000). O controle da erosão é fundamental para reduzir o processo de degradação do solo, sendo que, práticas eficientes exigem a manutenção da cobertura do solo. O plantio direto caracteriza-se pelo não revolvimento do solo e pela consequente manutenção dos restos culturais sobre a superfície (PÖTTKER et al., 1998). Já num sistema convencional de uso dos solos, com aração e gradagem, há maior suscetibilidade ao escoamento superficial das águas, com arraste de partículas, provocando a degradação dos solos, que é tão intensa quanto for a erosão (RHEINHEIMER et al., 1998).

FRANCHINI et al. (2000) observaram que o sistema de plantio direto tem sido cada vez mais explorado em todo o Brasil, particularmente no Paraná, onde o sistema foi instalado na década de 70 e, mais de 2,5 milhões de hectares são cultivados atualmente sob este sistema. Os resíduos vegetais mantidos na superfície do solo funcionam como um reservatório de nutrientes que são liberados lentamente pela ação de microorganismos, que aumentam a



estabilidade estrutural e protegem contra a erosão hídrica (KEMPER & DERPSCH, 1981; SIDIRAS et al., 1982.). ALVES (1992) ressalta que a formação de matéria orgânica no solo é favorecida na região sul do Brasil em virtude do clima com temperaturas mais baixas.

Manejos conservacionistas de solo, quando comparados ao preparo convencional, proporcionaram características físicas e químicas distintas no perfil do solo. Operações de preparo de solo podem alterar-lhe as propriedades físicas, tais como densidade do solo, porosidade e resistência mecânica à penetração nas frações mobilizadas e adjacências. Isto pode afetar a distribuição e a morfologia das raízes, com reflexos no crescimento da parte aérea (KLEPKER & ANGHINONI, 1995).

A utilização de métodos convencionais de preparo de solo, associados a culturas anuais, normalmente provoca redução nos teores de carbono orgânico no solo, resultante do aumento da taxa de decomposição anual ou redução da taxa de adição de material orgânico (DALAL & MAYER, 1986), citados por MARCHIORI & MELO (1999). Estes autores observaram, em estudo realizado com amostras de solo, que o teor de carbono orgânico variou conforme o tipo de uso do solo, bem como nas profundidades amostradas de modo significativo pelo tipo de uso do solo e pela profundidade de amostragem. GONÇALVES & CERETTA (1999) obtiveram resultados em experimento de seis anos onde evidenciaram que os sistemas de rotação de culturas, sob plantio direto, promoveram acúmulos significativos de carbono orgânico na camada mais superficial do solo (0 a 2,5 cm). Em trabalho desenvolvido no Rio Grande do Sul, num solo Podzólico Vermelho- Escuro, BRAGAGNOLO & MIELNICZUK (1990) e TESTA et al. (1992), verificaram que os sistemas de rotação de culturas em plantio direto apresentaram elevados valores de massa seca acumulada na superfície do solo. Observaram também que, de modo geral, as maiores quantidades de carbono nos resíduos sobre o solo ocorreram nos sistemas que incluíram espécies leguminosas, provavelmente pela sua capacidade em fixar N atmosférico, resultando em efeito benéfico sobre a produção de biomassa de milho, cultivado em sucessão.

A cobertura morta, advinda de restos culturais, é considerada o fator mais importante para explicar o maior conteúdo de água num solo sob plantio direto, quando comparado ao sistema convencional (DERPSCH et al., 1986).

Em curto prazo, as alterações sofridas pelo solo com o sistema convencional de cultivo são favoráveis às condições requeridas para o crescimento das culturas. Mas, à medida que o solo é submetido a sucessivos anos de cultivo, há uma tendência para diminuição gradativa de sua aptidão, pela alteração de suas propriedades físicas (MACHADO, 1976),



acarretando diminuição na velocidade de infiltração da água e conseqüente escoamento superficial, gerador da erosão hídrica (MACHADO & BRUM, 1978).

Em termos gerais, a intensa mobilização dos solos tropicais traz como conseqüência sua desagregação superficial, sujeita à formação de uma fina crosta resultante da dispersão das partículas do solo, e ainda outra camada subsuperficial compactada, resultante tanto da pressão exercida pelo peso dos implementos agrícolas como pela ação direta dos pneus (CASTRO et al., 1987). Nos cerrados, como nas demais regiões tropicais, a mineralização da matéria orgânica chega a ser cinco vezes mais rápida do que aquela observada em regiões temperadas (SANCHEZ & LOGAN, 1992), o que, via de regra, sobrepõe à possibilidade de reposição nos sistemas convencionais de manejo do solo e das culturas (DERPSCH, 1997a).

A densidade do solo, assim como outras propriedades físicas, tais como a porosidade e a resistência mecânica à penetração nas frações mobilizadas e adjacências, podem ser alteradas por operações de preparo do solo (KLEPKER & ANGHINONI, 1995). Já o plantio direto caracteriza-se pelo não revolvimento do solo e pela conseqüente manutenção dos restos culturais sobre a superfície (PÖTKER, 1998). LAL (1993) afirma que estes resíduos de culturas são um importante fator na sustentabilidade dos solos tropicais, pois têm efeitos positivos nas propriedades físicas e hidrológicas do solo, notadamente na estrutura, na agregação, na macroporosidade e na porosidade total do solo. Além disso, a proteção da superfície do solo com resíduos vegetais é um dos meios mais efetivos para reduzir as perdas por erosão, devido à diminuição do impacto direto das gotas de chuva sobre o solo, redução no selamento dos poros e na velocidade de escoamento da enxurrada e aumento na infiltração da água (MANNERING & MEYER 1963, WISCHMEYER 1973).

Os solos não mobilizados, principalmente os argilosos, tendem a apresentar um arranjo natural das partículas, o que resulta em um aumento temporário da densidade do solo, ao passo que a longo prazo, esta tende a aumentar na camada mais profunda e diminuir na superfície devido a concentração de matéria orgânica (FERNANDES et al., 1983). Ainda segundo esses autores, é comum encontrar na literatura afirmações de que a densidade do solo no sistema de plantio direto é superior à do manejo convencional, sobretudo nos trabalhos que não utilizam o milho em rotação.

No plantio direto, sem a mobilização da camada superficial do solo, a superfície apresenta uma estreita faixa de manejo de plantas, e entre as fileiras, uma faixa de baixa rugosidade, porém com alta cobertura residual, que protege o solo (ALVES, 1992), segundo WISCHMEYER (1960) com os anos os resíduos vão se decompondo, contribuindo para o aumento da matéria orgânica do solo e, conseqüentemente melhoria de suas condições físicas

internas. Deve-se ressaltar, entretanto, que essa caracterização do plantio direto se evidencia em regiões de clima temperado (ALVES, 1992).

ALBUQUERQUE et al. (1995) observaram que a produtividade da cultura de milho em sistema de plantio direto comparada ao convencional foi 83 % superior. Estes pesquisadores afirmam ainda que vários autores observaram que a produtividade de milho em sistema de plantio direto é superior ao sistema de preparo convencional, provavelmente devido à conservação de água no perfil do solo por período maior no sistema de plantio direto.

2.3. Influência dos Adubos Verdes nas propriedades físicas e químicas do solo

[É denominada de adubo verde a planta cultivada, ou não, com a finalidade principal de enriquecer o solo com sua massa vegetal, quer produzida no local ou importada (KIEHL, 1960). Esse enriquecimento decorre da produção de massa orgânica, geralmente rica em nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio (MIYASAKA et al.,1984).]

As leguminosas têm sido as espécies preferidas para adubação verde. A principal razão para essa preferência está na sua capacidade de fixar o N atmosférico, mediante a simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium/Bradyrhizobium* nas raízes. Além disso, outros motivos são seu alto teor de compostos orgânicos nitrogenados e a presença de um sistema radicular geralmente bem profundo e ramificado, capaz de extrair nutrientes das camadas mais profundas do solo (MIYASAKA et al., 1984).

A adubação verde com leguminosas proporciona vantagens, como a economia com fertilizantes nitrogenados, sistema radicular profundo, que ajuda a descompactar o solo (SILVA et al. , 1985)]

SILVA (1984) observou que a cultura de algodão apresentou melhor produtividade quando semeada após feijão-de-porco do que sucedendo a milho ou feijão.

Quando são utilizadas leguminosas e o milho como cultura em sucessão, os resultados obtidos mostram na maioria das vezes, uma economia significativa de fertilizantes nitrogenados (MUZILLI et al., 1989), em virtude da capacidade das leguminosas em simbiose de fixar o N₂ atmosférico e também pela elevada produção de fitomassa com rápida taxa de decomposição e liberação de nutrientes (PAVINATO et al., 1994)

Analisando a importância da rotação de culturas e adubação verde na produção vegetal e os efeitos das diferentes espécies de adubação verde na redução da infestação de plantas daninhas, influência na infiltração de água, na conservação do solo, efeito residual dos adubos



verdes sobre cultivos e a rentabilidade na adubação verde, DERPSCH (1993) verificou maiores retornos na utilização de rotação integrada de culturas que incluem a utilização de adubos verdes e o plantio direto, do que no sistema tradicional.

[CAVALERI et al. (1963) estudando o efeito da adubação verde com mucuna-preta na cultura do algodão, encontraram na média de 8 experimentos um aumento de 37 % (355 kg ha⁻¹) na produção de algodão em caroço, FERRAZ & CIA (1977) observaram aumento na produção de algodão após rotação, com a mucuna, além de certo controle da fusariose e do nematóide de galhas.]

A definição de espécies com elevada produtividade de fitomassa para cobertura do solo é um dos fatores de sucesso do sistema de plantio direto. No entanto, a produção de palhada para plantio direto no cerrado brasileiro está sujeita às condições de umidade e temperatura elevadas em boa parte do ano, que causam a rápida decomposição da fitomassa depositada sobre o solo. Por esta razão, resíduos com maior relação C/N (carbono/nitrogênio), como os de culturas comerciais, ou de plantas de cobertura, deverão ser mais utilizados em plantio direto, pois quanto maior essa relação, mais lenta a decomposição dos resíduos (CALEGARI et al., 1993).

Espécies utilizadas como adubo verde, principalmente leguminosas, apesar de possuírem menor relação C/N, também podem ser incluídas no plano de rotação de culturas em sistema de plantio direto, pois apresentam vantagens em curto prazo, como a liberação de nutrientes durante a decomposição (DAROLT, 1998).

[Os sistemas de adubação verde, em sucessão à cultura principal, protegem o solo do impacto direto das gotas de chuva na entressafra e evitam bruscas variações no grau de umidade do solo. O contínuo fornecimento de material orgânico serve como fonte de energia para a atividade microbiana, cujos subprodutos, constituídos de moléculas orgânicas em diversas fases de decomposição, atuam como agentes de estabilização dos agregados (ALLISON, 1973, citado por SILVA & SILVA, 1998).]

As leguminosas utilizadas como adubos verdes proporcionam vantagens em virtude de seu sistema radicular profundo, que ajuda a descompactar o solo e também por fornecerem grande quantidade de massa verde (ALVARENGA, 1993, SILVA et al., 1985, MIYASAKA et al., 1984), o que é interessante para o sistema de plantio direto. [A adubação verde apresenta-se então como uma opção para recuperar solos esgotados.]

É importante o efeito físico das raízes dos adubos verdes sobre a formação, manutenção e tamanho dos agregados do solo (SILVA & SILVA, 1998). A liberação de substâncias orgânicas pelas raízes, que atuam na estabilização de forma direta ou indireta

através da atividade microbiana, proporciona aumento na estabilidade de agregados de solos cultivados com a gramínea Azevém (*Lolium perenne*) (REID & GOSS (1980) citados por SILVA & SILVA, 1998). Na quase totalidade de tratamentos com adubos verdes, independentemente da profundidade, os índices DMP (diâmetro médio ponderado), DMG (diâmetro médio geométrico) e IEA (índice de estabilidade de agregados) foram superiores no plantio direto em relação ao convencional. Os resultados obtidos demonstraram que o plantio direto incluindo resíduos vegetais no inverno em rotação com o milho e soja no verão apresenta um grande potencial em melhorar a estrutura e conservar as propriedades físicas do solo (CALEGARI et al., 1996).

O milheto e o tremoço branco apresentaram uma pequena tendência em diminuir a densidade do solo nas camadas mais superficiais, principalmente em plantio direto (GONÇALVES et al., 2000). Quando se colocam resíduos de culturas, ou quando se cultivam leguminosas e em seqüência, ocorre uma diminuição na densidade do solo, proporcional ao aumento no teor de matéria orgânica. Em condições tropicais e subtropicais, essa prática às vezes é difícil, dada a rápida oxidação da matéria orgânica. Entretanto, o uso de rotação de culturas, a incorporação de restos vegetais e a prevenção de erosão são práticas que podem colaborar, e muito, para pelo menos manter seu teor no solo (LARSON & ALMARAS, 1971).

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

Em trabalho com diferentes espécies de leguminosas, ALVARENGA et al. (1995), destacaram o feijão guandu como a espécie que imobilizou as maiores quantidades de N, P e K (336,2; 20,9 e 180,7 kg ha⁻¹, respectivamente), sendo estas diretamente relacionadas com a maior produtividade de matéria seca (17,9 t ha⁻¹), assim a quantidade de nutrientes acumulada é proporcional à quantidade de biomassa produzida, variando, entre as espécies de leguminosas.

Os efeitos promovidos pela adubação verde nas propriedades químicas do solo são bastante variáveis, dependendo de fatores como: a espécie utilizada, o manejo dado à biomassa, a época de plantio e o corte do adubo verde, o tempo de permanência dos resíduos no solo, as condições locais, e a interação entre estes fatores (ALCÂNTARA et al., 2000). Os mesmos autores, num experimento realizado no estado de Minas Gerais, observaram que em todas as profundidades estudadas (0,0-0,05 m ; 0,05-0,10m; 0,10-0,20m; 0,20-0,4m; 0,40-0,60m e 0,60-0,80m) o teor de K foi superior no solo sob guandu, seguido pelo solo sob

crotalária, destacando-se, nos primeiros 5 cm, o teor aproximadamente 360 % maior desse nutriente, no primeiro em comparação com o último.

2.4. Influência dos Adubos orgânicos nas propriedades físicas e químicas do solo

A adubação orgânica pode ser entendida como a prática de aplicação de adubos orgânicos ao solo, com a finalidade de aumentar a sua produtividade. Os adubos orgânicos podem ser descritos como fertilizantes volumosos de baixo valor em nutrientes. Adubos orgânicos são os diversos tipos de tortas e resíduos animais. Estes materiais, muitas vezes, devido à sua disponibilidade restrita são geralmente utilizados na agricultura intensiva (MIYASAKA et al.,1984).

A incorporação de esterco nos solos agrícolas vem sendo praticada desde os primórdios da agricultura. Até meados do século XIX, época em que se iniciou o desenvolvimento da indústria de fertilizantes químicos, o uso de esterco constituía a principal fonte externa de nutrientes para as plantas (MIYASAKA, 1985). A adubação orgânica, recomendada e praticada com maior intensidade antes da década de 50, foi relegada a plano secundário, em decorrência da maior disponibilidade, facilidade de aplicação e custos mais acessíveis dos fertilizantes minerais (IGUE & PAVAN, 1984).

Os estercos, em muitas circunstâncias, podem substituir completamente o adubo mineral e, em outras, a combinação de ambos é a melhor medida para obter altos rendimentos das culturas (HOLANDA, 1981).

GIANELLO & ERNANI (1983) em experimento em casa de vegetação, obtiveram aumentos de 22,8% de matéria seca de milho em função da adição de quantidades crescentes de cama de frangos de corte (dose máxima de 144 t ha⁻¹) a solo de textura argilosa e 18,0 % em solo de textura franca com a dose máxima de 72 t ha⁻¹.

A incorporação de adubos verdes (crotalária e mucuna) e orgânico (esterco de galinha) proporcionou o aumento de 30, 20 e 22 %, respectivamente, da produtividade de soja, comparada com seu monocultivo, em experimento realizado por TANAKA et al. (1992).

A composição dos estercos é variável, sendo influenciada por vários fatores como espécie animal, raça, idade, alimentação e o tratamento dado à matéria-prima esterco. O esterco bovino possui uma composição média de: matéria orgânica=57,1 %; nitrogênio=1,67 %; P₂O₅=0,86 %; K₂O=1,37 % e relação C/N=32/1 (KIEHL, 1985).

Os resíduos de animais domésticos são importantes recursos renováveis que podem apresentar ponderável contribuição na produção de alimentos (SENA, 1985).

Os diferentes tipos de esterco, assim como a quantidade aplicada, influem de maneira significativa na capacidade de retenção de água do solo. O aumento de retenção de água verificada na presença de matéria orgânica se dá em virtude da maior superfície destes materiais (HAFEZ, 1974, citado por JORGE, 1986). A adição de matéria orgânica proporciona um aumento da porosidade e da macroporosidade, facilitando a movimentação de ar e de água, além disso, a densidade e a compactação do solo são diminuídas, possibilitando a infiltração, melhorando a drenagem dos solos de textura argilosa, permitindo maior penetração do sistema radicular que coloca à disposição maior volume de água disponível. Com a capacidade de infiltração de um solo aumentada, há, conseqüentemente um menor escoamento superficial, protegendo-o da erosão (OLIVEIRA et al., 1987). A aplicação de chorume de suínos proporciona menor porcentagem de macroporos e maior de microporos no sistema plantio direto ao comparar com sistemas que envolvam revolvimento do solo (CASTRO et al., 2000).

O uso de esterco de galinha é importante como condicionador das propriedades físicas do solo e como subsídio à elevação dos patamares de carbono (SILVA & SILVA, 1998).

Os adubos orgânicos como o esterco de animal curtido e outros compostos, tem demonstrado efeitos diretos e indiretos na estruturação do solo, diretamente, na formação de agregados pela ação cimentante do húmus, com isso aumenta a produtividade com a melhoria da estruturação e também o solo apresenta maior resistência às perdas por erosão, que com a formação dos agregados há uma maior capacidade de infiltração de água das chuvas e redução no deflúvio superficial (KIEHL, 1979).

SILVA & SILVA (1998) em experimento no Ceará concluíram que a eficiência do esterco de galinha em relação à testemunha evidenciou-se pelos aumentos de 28 % no comprimento das espigas, de 105 % no número de grãos por espiga, de 184 % no rendimento do milho e de 172 % na biomassa quando comparado do tratamento e Testemunha. Na dose de 14,3 t ha⁻¹, esse adubo orgânico, revelou-se, portanto, como uma excelente fonte alternativa de nutrientes para o milho irrigado no solo Aluvial vértico, além de sua economicidade na aplicação quando comparado aos demais tratamentos em estudo. Ainda de acordo com os autores a aplicação deste adubo em áreas agricultáveis cearenses, poderá reduzir significativamente o elevado risco de poluição do lençol freático nas granjas produtoras.



ERNANI & GIANELLO (1983) em experimento em casa de vegetação com solo de textura franca, observaram que valores de P extraível, Ca, Mg e K trocáveis do solo aumentaram com a quantidade orgânica aplicada, o Al^{3+} decresceu linearmente e o pH aumentou de 4,8 para 6,5 na camada de 0,00-0,05m.

O esterco de bovinos e a cama de frangos, aplicados nas doses de $12 t ha^{-1}$ e $36 t ha^{-1}$ diminuíram o Al^{3+} (alumínio trocável) de 5,4 meq/100g para 4,8 e 2,5, respectivamente, mantendo-se esses valores inalterados durante o período experimental (120 dias). Esses dados, evidenciam que a incorporação de grandes quantidades de resíduos orgânicos ao solo, apesar de não substituir satisfatoriamente o calcário na diminuição do Al^{3+} , ocasiona decréscimo em seus teores. Os benefícios às culturas são maiores nos primeiros meses após sua adição, quando o efeito é maior e o Al^{3+} decrescido mantém-se inalterado (ERNANI & GIANELLO, 1983).



3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local de execução da pesquisa

O experimento foi realizado na Fazenda de Ensino e Pesquisa da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP, setor de Produção Animal, localizada no município de Selvíria-MS, situada a 51°22' de longitude oeste de Greenwich e 20°22' de latitude sul, com altitude de 335 metros. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Escuro, textura média, relevo moderado plano a levemente ondulado (DEMATTÊ, 1980). De acordo com a nova nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (EMBRAPA, 1999), é um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, textura média. Apresenta um histórico de 20 anos de pastagem com *Brachiaria decumbens*. A precipitação média anual é de 1370 mm, a temperatura média anual de 23,5° C e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80 % (média anual).

3.1.1. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com 12 tratamentos e 4 repetições sendo que foram dois experimentos. A Figura 1 mostra o croqui da área experimental.

As parcelas principais foram constituídas por 2 tratamentos: plantio direto e preparo convencional (preparo do solo com grade aradora e grade niveladora). As subparcelas foram constituídas por 6 tratamentos: testemunha (sem adubação); adubação mineral recomendada para as culturas de milho e algodão, de acordo com a análise química do solo (375 kg ha⁻¹ e 750 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16, respectivamente); adubo orgânico (esterco bovino-20 t ha⁻¹); adubo orgânico (esterco bovino-20 t ha⁻¹) + ½ adubação mineral recomendada de acordo com a análise do solo (187,5 kg ha⁻¹ e 375 kg ha⁻¹ da fórmula 08-28-16, respectivamente); adubo verde crotalária (*Crotalaria juncea*) e adubo verde milheto (*Pennisetum americanum*).

Culturas Milho e Algodão
 Parcelas principais: 2 tratamentos: Plantio direto e Preparo convencional

T1=Testemunha (sem adubação)
 T2=Adubação mineral recomendada
 T3=Adubo orgânico (esterco bovino)

T4=Adubo orgânico + 1/2 adubação mineral recomendada
 T5=Adubo verde 1 (crotalária)
 T6=Adubo verde2 (Milheto)

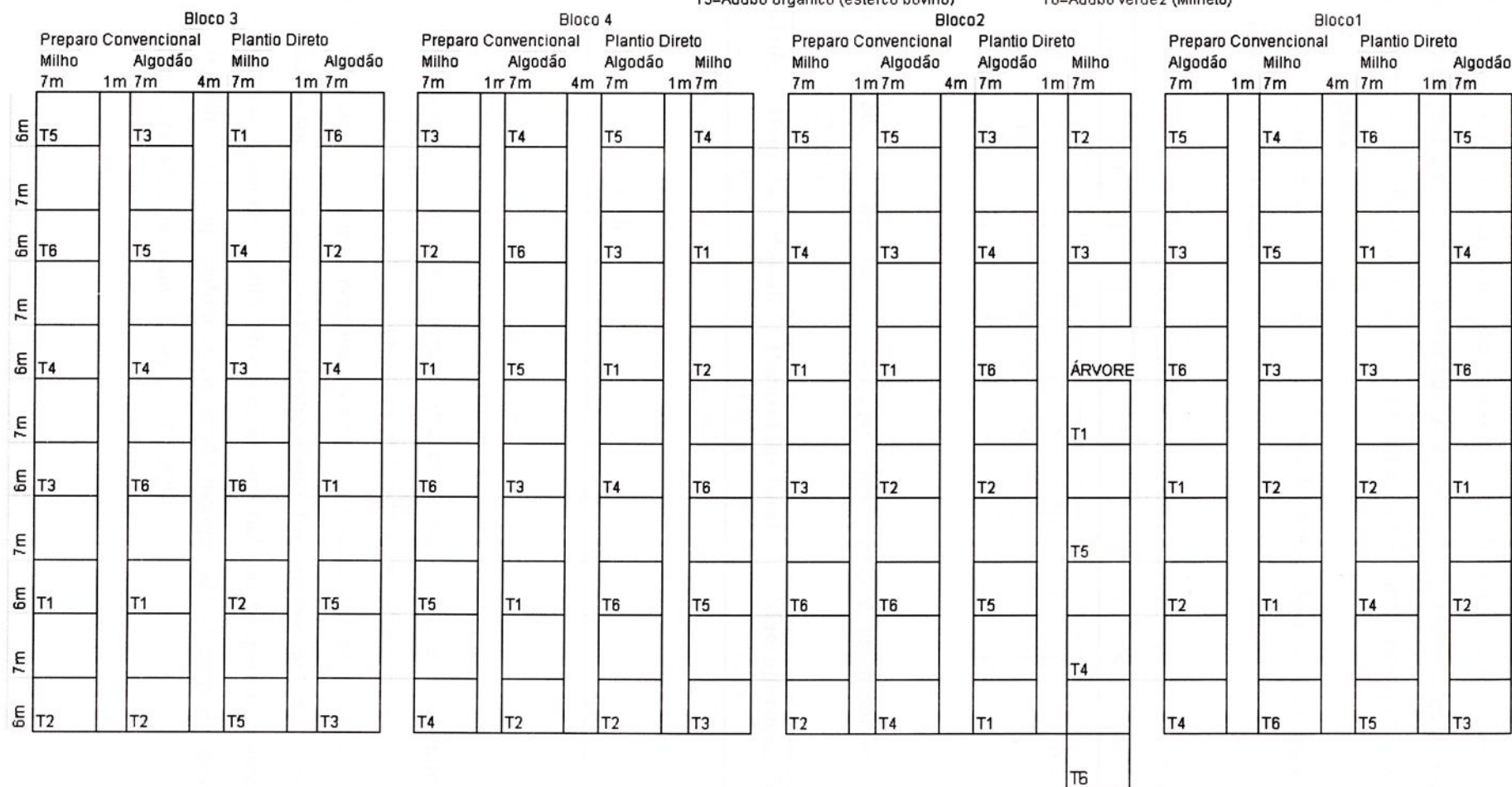


Figura 1: Croqui da área experimental



Cada subparcela teve dimensão de sete metros de largura por seis metros de comprimento, e estavam espaçadas umas das outras por uma distância de sete metros, sendo a área útil constituída pela área central, desprezando-se 0,5 m nas extremidades de cada linha. As culturas de milho e algodão foram implantadas sobre uma pastagem (*Brachiaria decumbens*), sem irrigação.

Antes do início da implantação do experimento foi realizada a caracterização química (Quadro 1) e física do solo (Quadro 2,).

Quadro 1: Análise química do solo antes da implantação do experimento (21/03/2001).

| Prof. (m) | P resina mg dm ⁻³ | M.O. g dm ⁻³ | pH CaCl ₂ | K | Ca | Mg | H+Al | Al | SB | CTC | V |
|--------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------------------|----|----|------|----|------|------|----|
| | | | | mmol _c dm ⁻³ | | | | | | | % |
| 0,0 -0,05 | 9 | 20 | 5,2 | 1,0 | 11 | 7 | 20 | 1 | 19,2 | 39,6 | 47 |
| 0,05-0,10 | 10 | 18 | 5,1 | 0,4 | 11 | 5 | 22 | 1 | 16,5 | 38,2 | 42 |
| 0,10-0,20 | 6 | 16 | 5,0 | 0,4 | 10 | 5 | 22 | 2 | 15,7 | 37,4 | 40 |

Quadro 2: Valores médios de densidade do solo, porosidade total e macroporosidade do solo (21/03/2001)

| Profundidade (m) | Densidade do solo (kg dm ⁻³) | Porosidade total (m ³ m ⁻³) | Macroporosidade (m ³ m ⁻³) |
|---------------------|---|---|--|
| 0,0 -0,05 | 1,61 | 0,36 | 0,07 |
| 0,05-0,10 | 1,59 | 0,36 | 0,08 |
| 0,10-0,20 | 1,56 | 0,37 | 0,11 |

Em maio de 2001, foram semeados os adubos verdes (Figuras 3 e 4). No tratamento com preparo convencional o solo foi gradeado (grades pesada e leve) e, no plantio direto a braquiária foi dessecada (Figura 2) e a semeadura realizada sobre a palha. No florescimento pleno os adubos verdes foram incorporados ao solo, no caso do preparo convencional e, roçadas e deixadas na superfície, no caso do plantio direto. Em outubro de 2001, o restante da braquiária foi dessecada, para o plantio direto e, incorporada no preparo convencional. O adubo orgânico (Quadro 3) foi aplicado a lanço, sendo incorporado no preparo convencional e, sendo deixado na superfície, no plantio direto (07/10/2001).



Figura 2: Vista parcial da área do experimento, parcela à frente com braquiária dessecada.

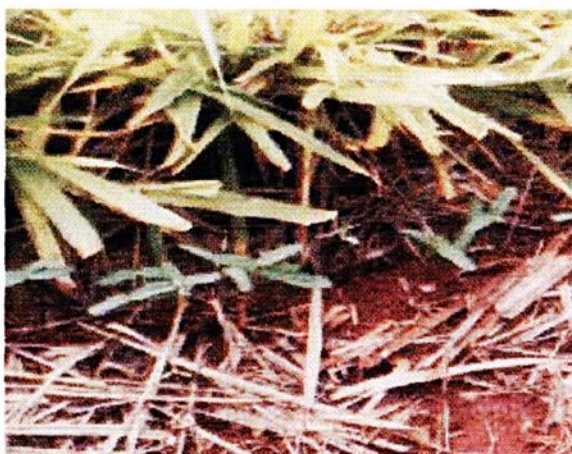


Figura 3: Crotalaria em preparo convencional (esquerda) e em plantio direto (direita), em 23/05/2001.

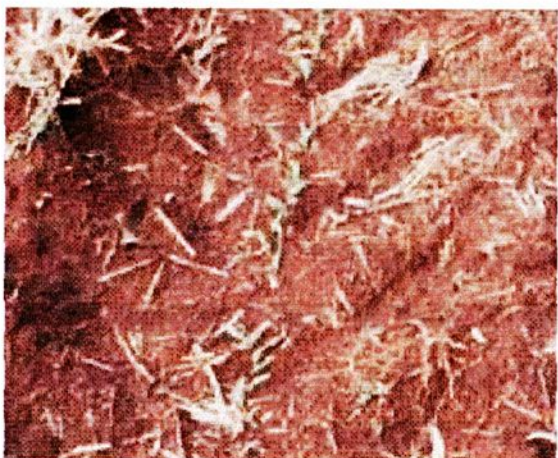


Figura 4: Milheto em preparo convencional (esquerda) e em plantio direto (direita), em 23/05/2001.

Quadro 3: Propriedades físicas e químicas* do esterco bovino utilizado na pesquisa

| Propriedades | Umidade natural | Base seca (110°C) |
|--|------------------------|--------------------------|
| pH em CaCl ₂ 0,01 M | 9,2 | - |
| Densidade | 0,47 g/cm ³ | - |
| Umidade perdida a 60-65°C | 31,00 % | - |
| Umidade perdida entre 65 e 110°C | 1,88 % | - |
| Umidade total | 32,88 % | 00,00 % |
| Matéria orgânica total (combustão) | 25,20 % | 37,54 % |
| Matéria orgânica compostável | 24,75 % | 36,87 % |
| Matéria orgânica resistente à compostagem | 0,45 % | 0,67 % |
| Carbono total (orgânico e mineral) | 14,00 % | 20,86 % |
| Carbono orgânico | 13,75 % | 20,49 % |
| Resíduo mineral total | 41,92 % | 62,46 % |
| Resíduo mineral insolúvel | 33,08 % | 49,28 % |
| Resíduo mineral solúvel | 8,84 % | 13,17 % |
| Nitrogênio total | 1,01 % | 1,50 % |
| Fósforo (P ₂ O ₅) total | 0,48 % | 0,72 % |
| Potássio (K ₂ O) total | 1,51 % | 2,25 % |
| Cálcio (Ca) total | 1,52 % | 2,26 % |
| Magnésio (Mg) total | 0,27 % | 0,40 % |
| Enxofre (S) total | 0,16 % | 0,24 % |
| Relação C/N (C total e N total) | 14/1 | 14/1 |
| Relação C/N (C orgânico e N orgânico) | 14/1 | 14/1 |
| Cobre (Cu) total | 12 mg/kg | 18 mg/kg |
| Manganês (Mn) total | 99 mg/kg | 147 mg/kg |
| Zinco (Zn) total | 51 mg/kg | 76 mg/kg |
| Ferro (Fé) total | 7217 mg/kg | 10752 mg/kg |
| Boro (Bo) total | 1 mg/kg | 1 mg/kg |
| Sódio (Na) total | 3029 mg/kg | 4513 mg/kg |

*realizadas no Laboratório de análise de solos do Departamento de Solos da ESALQ/USP

Em 24 de setembro de 2001 foi realizada a calagem (1200 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico, PRNT 85 %). Em novembro de 2001 foram semeadas as culturas de algodão (IAC 23) e milho (XB 80 10). Aos 32 dias após a emergência e efetuou-se a adubação e cobertura com a aplicação de 300 kg ha⁻¹ para o tratamento com adubação mineral e 150 kg ha⁻¹ para o tratamento esterco + adubação mineral da fórmula 20-00-20 para as culturas (Figuras 5 e 6).

3.2. Avaliações do solo

Avaliou-se a macroporosidade, microporosidade e porosidade total, pelo método da mesa de tensão e a densidade do solo, utilizando o método do anel volumétrico, ambas



metodologias de acordo com EMBRAPA (1997). Em março de 2001 e em abril de 2002 (após a colheita das culturas de algodão e milho) foram coletadas as amostras de solo com o anel volumétrico (Figura 7), em três profundidades, 0-0,05; 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m e, em um ponto por subparcela, na entrelinha das culturas.



Figura 5: Algodão em preparo convencional e em plantio direto (18/12/2001)

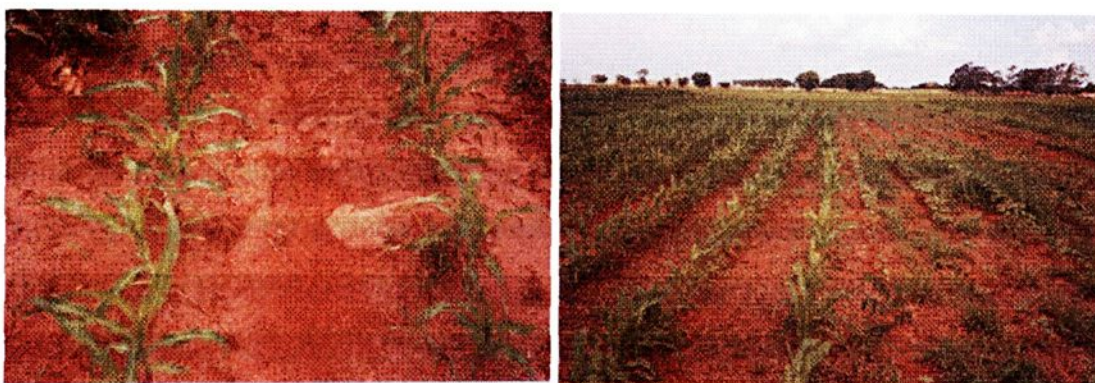


Figura 6: Milho em preparo convencional e em plantio direto (18/12/2001)

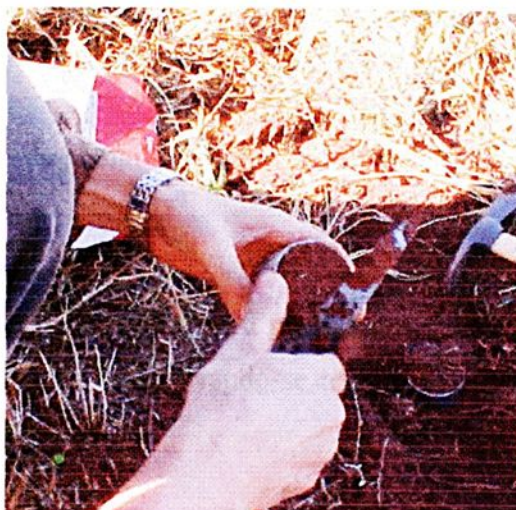


Figura 7: Coleta de solo com anel volumétrico

Para análise química do solo foram retiradas amostras, na mesma época e profundidades da amostragem para análise física, com o auxílio de um trado. Foram determinados os teores de fósforo, potássio, magnésio e cálcio, pelo método de extração com resina trocadora de íons. O teor de matéria orgânica foi determinado através do método colorimétrico e o pH, em cloreto de cálcio. Foi determinado ainda hidrogênio + alumínio (acidez potencial medida a pH 7,0) e alumínio. Foram calculadas a soma de bases ($SB=Ca + Mg + K$), capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases ($V\% = (100 \times SB) / CTC$). As análises foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por RAIJ & QUAGGIO (1983).

3.4. Adubos verdes

3.4.1. Produtividade de matéria seca

Através da coleta de fitomassa contida em 1 m^2 , de dois pontos da área útil de cada subparcela foi determinada a massa de matéria seca (estufa a $60 - 70^\circ \text{C}$, até atingir peso em equilíbrio), ambas no período do florescimento pleno, época do manejo dos mesmos, e os dados foram expressos em kg ha^{-1} .

Para o plantio direto junto com a massa verde dos adubos verdes foi coletada também a massa de braquiária existente.

3.5. Avaliação da cultura do algodão

3.5.1. Altura da planta

A altura das plantas foi obtida em 10 plantas por subparcela, com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, considerando-se a distância entre a superfície do solo e a extremidade apical da haste principal.

3.5.2. Diâmetro da haste principal



O diâmetro médio da haste principal foi determinado a 0,05 m da superfície do solo, com o auxílio de paquímetro digital (modelo 727- 2001), em 10 plantas por subparcela.

3.5.3. Altura de inserção do primeiro ramo reprodutivo

A altura média de inserção do primeiro ramo reprodutivo foi determinada em 10 plantas por subparcela, com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, considerando-se a distância entre a superfície do solo e a inserção do primeiro ramo reprodutivo.

3.5.4. Massa de um capulho

Para a determinação da massa média de um capulho foi amostrado o algodão em caroço proveniente de 40 capulhos da região mediana das plantas.

3.5.5. Produtividade de algodão em caroço

A produtividade de algodão em caroço foi obtida através da colheita de todo o algodão em caroço dos capulhos das plantas das duas linhas centrais. Os valores foram expressos em kg ha^{-1} .

3.6. Avaliação da cultura do milho

3.6.1. Altura de planta

A altura das plantas de milho foi determinada medindo-se a distância entre a superfície do solo e a extremidade superior da planta, em amostras de 10 plantas de cada subparcela.



3.6.2. Altura da inserção da espiga

A altura de inserção da espiga foi obtida da medida da distância entre o colo das plantas até a inserção da espiga, em amostras de 10 plantas de cada subparcela.

3.6.3. Número de espigas

O número de espigas foi obtido através da contagem das espigas de 10 plantas de cada subparcela.

3.6.4. Massa de 100 grãos

A massa de 100 grãos foi obtida pela pesagem de duas amostras retiradas ao acaso, de 100 grãos por subparcela.

3.6.5. Produtividade do milho

Foi avaliada a produtividade da cultura do milho através da colheita manual em área de 1,8 m² em 2 pontos na parte central de cada subparcela. As massas foram corrigidas para a umidade de 13 %.

3.7. Análise estatística

Os procedimentos estatísticos constaram de análise de variância, aplicação do teste F para testar significância (5 %) de probabilidade. Para fontes de variação onde houve diferença significativa aplicou-se o teste de Tukey (5 %) para comparação de médias utilizando-se o programa estatístico SANEST (ZONTA et al., 1984).



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Propriedades físicas do solo

4.1.1. Experimento com a cultura do milho

A análise de variância mostrou que, entre os preparos houve diferença significativa apenas para a porosidade total e densidade do solo, para a profundidade de 0,0 - 0,05 m (Quadro 4). Os valores médios de porosidade total foram mais altos para o preparo convencional, devido à mobilização do solo nesse sistema, resultando também nos valores de densidade do solo menores (Quadro 5). Esses dados concordam com os verificados por SOUZA (2000).

Quadro 4: Valores de quadrados médios para porosidade total, densidade do solo, macroporosidade¹ e microporosidade.

| Tratamento | Profundidade (m) | Porosidade total | Densidade do solo | Macroporosidade | Microporosidade |
|--------------------|------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| Preparo | 0-0,05 | 204,27* | 0,26* | 3,436 ^{ns} | 109,898 ^{ns} |
| | 0,05-0,10 | 8,66 ^{ns} | 0,029 ^{ns} | 1,996 ^{ns} | 229,600 ^{ns} |
| | 0,10-0,20 | 2,33 ^{ns} | 0,032 ^{ns} | 1,322 ^{ns} | 162,766 ^{ns} |
| Adubação | 0-0,05 | 15,06 ^{ns} | 0,00719 ^{ns} | 0,242 ^{ns} | 13,726 ^{ns} |
| | 0,05-0,10 | 26,49 ^{ns} | 0,0214 ^{ns} | 0,218 ^{ns} | 5,339 ^{ns} |
| | 0,10-0,20 | 17,46 ^{ns} | 0,0184* | 0,052 ^{ns} | 6,883 ^{ns} |
| Preparo x Adubação | 0-0,05 | 5,39 ^{ns} | 0,00398 ^{ns} | 0,095 ^{ns} | 5,519 ^{ns} |
| | 0,05-0,10 | 22,29 ^{ns} | 0,0103 ^{ns} | 0,168 ^{ns} | 6,335 ^{ns} |
| | 0,10-0,20 | 28,68* | 0,0116 ^{ns} | 0,151 ^{ns} | 2,665 ^{ns} |
| Preparo (CV %) | 0-0,05 | 6,03 | 6,40 | 32,52 | 43,12 |
| | 0,05-0,10 | 15,54 | 4,90 | 29,24 | 41,69 |
| | 0,10-0,20 | 12,61 | 5,39 | 29,48 | 39,48 |
| Adubação (CV %) | 0-0,05 | 10,67 | 5,45 | 12,54 | 9,95 |
| | 0,05-0,10 | 14,25 | 7,17 | 19,85 | 10,40 |
| | 0,10-0,20 | 8,68 | 4,90 | 17,27 | 12,42 |

* e ns são respectivamente, significativo a 5% e não significativo no Teste F.

¹ transformação das observações segundo LOG (X + 2).



Quadro 5: Valores médios de porosidade total e densidade do solo em função do preparo na profundidade de 0,0-0,05 m

| Preparo | Porosidade Total ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$) | Densidade do solo (kg dm^{-3}) |
|--------------|---|--|
| Convencional | 0,41 a | 1,39 a |
| Direto | 0,37 b | 1,54 b |

Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

Para as demais profundidades do solo avaliadas não houve diferença significativa. CORSINI & FERRAUDO (1999) nos três primeiros anos agrícolas de sua pesquisa verificaram que no sistema de plantio direto há diminuição da porosidade e do potencial de desenvolvimento radicular da camada superficial do solo. O aumento da porosidade ocorreu somente a partir do quinto ano agrícola. Ainda, segundo estes autores, no sistema de plantio direto foram necessários de quatro a oito anos para que ocorresse a recuperação da estrutura na camada superficial do Latossolo Roxo e na linha da cultura, atingindo níveis de densidade do solo, porosidade e de desenvolvimento radicular semelhantes aos obtidos logo após a realização das operações mecânicas de preparo. Portanto, com um ano de estudo as propriedades analisadas não apresentaram modificações influenciadas pelos tratamentos estudados, corroborando com os resultados obtidos nesta pesquisa.

Ao se analisar a adubação (Quadro 4), nota-se que apenas a densidade do solo diferiu significativamente, na profundidade de 0,10 – 0,20 m. Observa-se no Quadro 6 que houve diferença significativa ao nível de 5%, entre a testemunha e os tratamentos crotalária, milho e esterco + ½ adubo mineral, não diferindo da adubação mineral e esterco de gado bovino, as quais não diferiram dos demais tratamentos. Estes resultados provavelmente estão relacionados à variabilidade do solo ocasionada pelo manejo.

Quadro 6: Valores médios de densidade do solo em função de adubação na profundidade 0,10-0,20 m.

| Adubação | Densidade do solo (kg dm^{-3}) |
|-------------------------|--|
| Crotalária | 1,60 a |
| Esterco + ½ ad. mineral | 1,59 a |
| Milho | 1,58 a |
| Esterco de gado | 1,56 ab |
| Mineral | 1,55 ab |
| Testemunha | 1,47 b |

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A interação entre preparo e adubação evidenciou diferença significativa apenas para a porosidade total na profundidade 0,10-0,20 m (Quadro 4), o que é coerente com o resultado da densidade na mesma profundidade. Houve efeito significativo para as médias de preparo dentro da testemunha, onde o preparo convencional apresentou maior porosidade total ($0,43 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) comparado ao plantio direto ($0,35 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$), conforme se observa no Quadro 7. Quando se analisaram os tratamentos dentro de preparos, evidenciou-se diferença significativa no nível de 5 % no sistema de preparo convencional entre a testemunha e os demais tratamentos, mas, a adubação mineral não se diferenciou. No plantio direto não houve diferença entre os tratamentos com as adubações.

Quadro 7: Desdobramento da interação entre preparos e adubação referente às médias de porosidade total ($\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$) na profundidade 0,10 – 0,20 m

| Adubação | Convencional | Direto |
|-------------------------|---------------------|---------------|
| Testemunha | 0,43 Aa | 0,35 Ba |
| Mineral | 0,38 Aab | 0,38 Aa |
| Esterco de gado | 0,36 A b | 0,36 Aa |
| Esterco + ½ ad. mineral | 0,35 A b | 0,35 Aa |
| Crotalária | 0,35 A b | 0,38 Aa |
| Milheto | 0,35 A b | 0,37 Aa |

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

4.1.2. Experimento com a cultura do algodão

Ao ser efetuado o teste F (Quadro 8) para as propriedades porosidade total, densidade do solo, macroporosidade e microporosidade, constatou-se, que para o fator preparo houve diferenças significativas para as três primeiras propriedades na profundidade 0,00-0,05 m e também para densidade do solo e macroporosidade na profundidade 0,05-0,10 m.

O teste de Tukey (Quadro 9) apontou diferenças significativas ao nível de 5% entre os preparos direto ($0,34 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) e convencional ($0,43 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$), para a variável porosidade total na profundidade 0,00-0,05 m. Supõe-se que esses valores mais altos de porosidade total e consequentemente mais baixos de densidade do solo sejam em virtude da mobilização do solo. Tais valores são coerentes com os encontrados por SOUZA (2000). Para a densidade do solo o teste de Tukey não identificou diferença. Para a macroporosidade o teste de Tukey identificou diferenças significativas, sendo que a maior média foi no preparo convencional

Quadro 8: Valores de quadrados médios para porosidade total, densidade do solo, macroporosidade¹ e microporosidade.

| Tratamento | Profundidade (m) | Porosidade total | Densidade do solo | Macroporosidade | Microporosidade |
|--------------------|------------------|------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
| Preparo | 0,0-0,05 | 478,0456 * | 0,3727 * | 7,1777 * | 67,2370 ^{ns} |
| | 0,05-0,10 | 256,3639 ^{ns} | 0,2174 * | 6,0512 * | 44,2944 ^{ns} |
| | 0,10-0,20 | 0,0065 ^{ns} | 0,0276 ^{ns} | 1,4653 ^{ns} | 45,5326 ^{ns} |
| Adubação | 0,0-0,05 | 25,8328 ^{ns} | 0,0172 ^{ns} | 0,2580 ^{ns} | 11,6312 ^{ns} |
| | 0,05-0,10 | 16,2948 ^{ns} | 0,0146 ^{ns} | 0,2038 ^{ns} | 19,2167 ^{ns} |
| | 0,10-0,20 | 86,6362 ^{ns} | 0,0038 ^{ns} | 0,1517 ^{ns} | 10,7470 ^{ns} |
| Preparo x Adubação | 0,0-0,05 | 9,3845 ^{ns} | 0,0109 ^{ns} | 0,1444 ^{ns} | 4,8474 ^{ns} |
| | 0,05-0,10 | 10,5336 ^{ns} | 0,0056 ^{ns} | 0,1611 ^{ns} | 30,6753 * |
| Preparo (CV%) | 0,0-0,05 | 15,26 | 13,35 | 31,79 | 34,27 |
| | 0,05-0,10 | 20,85 | 7,97 | 31,86 | 37,38 |
| | 0,10-0,20 | 30,50 | 10,70 | 21,02 | 37,81 |
| Adubação (CV%) | 0,0-0,05 | 9,53 | 6,79 | 16,17 | 11,13 |
| | 0,05-0,10 | 9,20 | 5,13 | 14,91 | 10,38 |
| | 0,10-0,20 | 20,95 | 5,54 | 18,03 | 12,03 |

* e ns são respectivamente, significativo a 5% e não significativo no Teste F.

¹ transformação das observações segundo LOG(X + 2).

(0,14 m³m⁻³), o que concorda com dados obtidos em 1998 por SOUZA (2000) que obteve valores significativamente maiores no preparo convencional.

Quadro 9: Valor médio de porosidade total, densidade do solo, e macroporosidade, em função do preparo de solo, na profundidade 0,00 a 0,05m.

| Preparo | Porosidade total (m ³ m ⁻³) | Densidade do solo (kg dm ⁻³) | Macroporosidade (m ³ m ⁻³) |
|--------------|--|--|---|
| Convencional | 0,43 a | 1,36 a | 0,14 a |
| Direto | 0,36 b | 1,53 a | 0,06 b |

Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Na profundidade 0,05-0,10 m, o teste de Tukey (Quadro 10) mostrou que a densidade do solo teve a menor média no preparo convencional (1,48 kg dm⁻³), provavelmente em virtude da mobilização do solo nas operações de preparo. A macroporosidade teve a sua maior média no preparo convencional (0,11 m³m⁻³), provavelmente em consequência da menor densidade do solo. No plantio direto, a tendência do aumento da densidade do solo, nos primeiros anos, deve-se ao arranjo natural que o solo tende a apresentar quando deixa

de sofrer a manipulação mecânica. Mas, com a estabilização do sistema, há tendência da densidade do solo diminuir devido ao aumento da matéria orgânica na camada superficial, que favorece um melhor desenvolvimento da estrutura do solo (SOUZA, 2000).

Quadro 10: Valor médio de densidade do solo, e macroporosidade, em função do preparo de solo, na profundidade 0,05 a 0,10 m.

| Preparo | Densidade do solo (kg dm⁻³) | Macroporosidade (m³m⁻³) |
|----------------|---|--|
| Convencional | 1,48 a | 0,11 a |
| Direto | 1,61 b | 0,04 b |

Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

O teste F não identificou diferenças significativas entre as adubações (Quadro 8). Em experimento com adubações verde (ARF et al., 1999), orgânica, organomineral e mineral (NUERNBERG et al., 1986) também não foram encontradas influências destes adubos sobre a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo.

A interação entre preparo e adubação para densidade do solo (0,10-0,20 m) e microporosidade (0,05-0,10 m) detectadas pelo teste F (Quadro 8) foram analisadas pelo teste de Tukey. Para microporosidade (Quadro 11) observa-se que houve efeito significativo para as médias de adubação dentro de preparo, sendo que no preparo convencional houve diferença entre os tratamentos adubo mineral (0,32 m³m⁻³) e milho (0,32 m³m⁻³) e os tratamentos crotalaria (0,25 m³.m⁻³) e esterco (0,24 m³.m⁻³). Não houve diferença no plantio direto. Com relação aos preparos dentro de adubação, o teste de Tukey não identificou diferenças. Para a densidade do solo (0,10-0,20 m) o teste de Tukey (Quadro 12) detectou diferença em preparo dentro de adubação. Entre preparo convencional (1,42 kg dm⁻³) e plantio direto (1,66 kg dm⁻³) para o tratamento milho, provavelmente devido à variabilidade do solo. Ao se analisar adubação dentro de preparos, não se observou diferença significativa.

Quadro 11: D esdobramento da interação entre preparo e a dubação referente a s médias de microporosidade ($m^3 m^{-3}$) na profundidade de 0,00 a 0,05 m.

| | Convencional | Direto |
|-------------------------|--------------|----------|
| Testemunha | 0,31 A ab | 0,31 A a |
| Mineral | 0,32 A a | 0,30 A a |
| Esterco | 0,24 A c | 0,31 A a |
| Esterco + ½ ad. mineral | 0,29 A abc | 0,32 A a |
| Crotalária | 0,25 A bc | 0,31 A a |
| Milheto | 0,32 A a | 0,30 A a |

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%

Quadro 12: D esdobramento da interação entre preparo e a dubação referente a s médias de densidade do solo ($kg dm^{-3}$) na profundidade de 0,10 a 0,20 m.

| | Convencional | Direto |
|-------------------------|--------------|----------|
| Testemunha | 1,50 A a | 1,54 A a |
| Mineral | 1,53 A a | 1,57 A a |
| Esterco | 1,60 A a | 1,58 A a |
| Esterco + ½ ad. mineral | 1,52 A a | 1,57 A a |
| Crotalária | 1,57 A a | 1,53 A a |
| Milheto | 1,42 B a | 1,66 A a |

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

4.2. Propriedades químicas do solo

4.2.1. Experimento com a cultura do milho

A análise de variância para as propriedades químicas (Quadro 13) mostrou que, entre os preparos houve diferença significativa apenas para Mg (0,05-0,10 m), pH (0,05-0,10 m e 0,10-0,20 m), K (0,05-0,10 m), H+Al (0,05-0,10 m e 0,10-0,20 m) e Al (0,10-0,20 m).

O Mg apresentou uma média maior (Quadro 14) na superfície do solo (0,00-0,05 m) no sistema plantio direto, pois preparos com menor mobilização de solo favorecem o acúmulo de nutrientes na camada superficial de 0,00 a 0,05 m (MUZILLI, 1983; SIDIRAS & PAVAN, 1985; BAYER, 1992).

Quadro 13: Valores de quadrados médios para P¹, M.O.¹, pH, K¹, Ca¹, Mg¹, H+Al, Al¹, SB¹, CTC¹ e V %, para os tratamentos e propriedades estudados

| Tratamento | Profundidade (m) | P | M O | pH | K | Ca | Mg | H+Al | Al | SB | CTC | V% |
|--------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|-------------------------|
| Preparo | 0-0,05 | 0,0243 ^{ns} | 0,4084 ^{ns} | 0,3502 ^{ns} | 0,0012 ^{ns} | 1,4774 ^{ns} | 0,6564* | 0,0833 ^{ns} | 0,0034 ^{ns} | 1,2640 ^{ns} | 0,7257 ^{ns} | 420,0833 ^{ns} |
| | 0,05-0,10 | 1,6031 ^{ns} | 0,2826 ^{ns} | 4,4408* | 1,1034* | 3,4184 ^{ns} | 0,2063 ^{ns} | 408,3333* | 0,3514 ^{ns} | 2,0949 ^{ns} | 0,2783 ^{ns} | 3553,5208 ^{ns} |
| | 0,10-0,20 | 0,0793 ^{ns} | 0,2302 ^{ns} | 3,2552* | 0,0893 ^{ns} | 2,1770 ^{ns} | 0,3050 ^{ns} | 325,5208* | 0,4696* | 1,3172 ^{ns} | 0,0975 ^{ns} | 2537,5208 ^{ns} |
| Adubação | 0-0,05 | 1,4113* | 0,0959* | 0,4507* | 0,3553* | 0,4211* | 0,1675* | 20,6833* | 0,0034 ^{ns} | 0,3494* | 0,1445* | 270,3500* |
| | 0,05-0,10 | 0,2553* | 0,0355 ^{ns} | 0,3043* | 0,4102* | 0,0243 ^{ns} | 0,0720* | 20,4333* | 0,0507* | 0,0441 ^{ns} | 0,0049 ^{ns} | 110,2375 ^{ns} |
| | 0,10-0,20 | 0,1704 ^{ns} | 0,0198 ^{ns} | 0,2157* | 0,6619* | 0,0680 ^{ns} | 0,0308 ^{ns} | 14,8708 ^{ns} | 0,0453 ^{ns} | 0,0815 ^{ns} | 0,0096 ^{ns} | 132,8375 ^{ns} |
| Preparo x Adubação | 0-0,05 | 0,1382 ^{ns} | 0,0528 ^{ns} | 0,2757* | 0,0173 ^{ns} | 0,2171 ^{ns} | 0,0584 ^{ns} | 4,5333 ^{ns} | 0,0034 ^{ns} | 0,1613 ^{ns} | 0,0814 ^{ns} | 104,1833 ^{ns} |
| | 0,05-0,10 | 0,0788 ^{ns} | 0,0180 ^{ns} | 0,0143 ^{ns} | 0,0238 ^{ns} | 0,0173 ^{ns} | 0,0071 ^{ns} | 3,3333 ^{ns} | 0,0507* | 0,0080 ^{ns} | 0,0074 ^{ns} | 9,3708 ^{ns} |
| | 0,10-0,20 | 0,2329 ^{ns} | 0,0401 ^{ns} | 0,0727* | 0,0282 ^{ns} | 0,1164 ^{ns} | 0,0227 ^{ns} | 5,6708 ^{ns} | 0,0472 ^{ns} | 0,0564 ^{ns} | 0,0208 ^{ns} | 52,2708 ^{ns} |
| Preparo (CV%) | 0-0,05 | 27,92 | 17,04 | 4,26 | 8,65 | 21,10 | 6,12 | 13,85 | 8,34 | 15,24 | 10,42 | 15,68 |
| | 0,05-0,10 | 18,64 | 19,94 | 7,48 | 4,12 | 35,55 | 7,83 | 6,68 | 37,31 | 24,33 | 13,67 | 31,21 |
| | 0,10-0,20 | 15,85 | 12,21 | 4,09 | 13,25 | 31,30 | 15,88 | 13,56 | 24,92 | 23,45 | 12,69 | 31,99 |
| Adubação (CV%) | 0-0,05 | 13,35 | 5,24 | 5,20 | 13,74 | 10,41 | 9,35 | 12,43 | 8,34 | 8,00 | 5,36 | 10,25 |
| | 0,05-0,10 | 11,30 | 5,55 | 5,72 | 15,36 | 11,55 | 6,76 | 13,59 | 17,34 | 8,20 | 4,41 | 14,07 |
| | 0,10-0,20 | 20,38 | 6,05 | 5,20 | 15,63 | 13,01 | 8,14 | 13,29 | 18,10 | 8,75 | 4,73 | 14,37 |

* e ns são respectivamente, significativo a 5% e não significativo no Teste F.

¹ transformação das observações segundo LOG(X + 2.)



Quadro 14: Teor médio de Mg ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) em função do preparo de solo, na profundidade de 0,00 a 0,05 m.

| Preparo | Mg |
|--------------|------|
| Direto | 11 a |
| Convencional | 8 b |

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Na camada de 0,05 a 0,10 m (Quadro 15), o pH, K e H+Al apresentaram diferença significativa em função dos preparos, sendo que no preparo convencional o valor de pH foi mais elevado. Este fato pode ter ocorrido em virtude da incorporação do calcário no preparo convencional, corrigindo o solo em maior profundidade de solo. Entretanto, estes dados discordam dos obtidos por MARKERT (2001), em cujo trabalho não houve diferença significativa entre os sistemas de preparo no tocante a pH. Conseqüentemente, a acidez potencial (H+Al) apresentou maior valor no plantio direto. O K também apresentou valor mais alto no plantio direto, o que provavelmente ocorreu em virtude de este ser um elemento facilmente lixiviado e não haver revolvimento do solo no plantio direto.

Quadro 15: Valores médios de pH (CaCl_2), K ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) e H+Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) em função do preparo do solo, na profundidade de 0,05 a 0,10 m.

| Preparo | pH | K | H+Al |
|--------------|-------|-------|------|
| Convencional | 5,8 a | 0,9 a | 16 a |
| Direto | 5,2 b | 1,1 b | 22 b |

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

Na camada de 0,10 a 0,20 m (Quadro 16) o preparo convencional também apresentou o valor mais alto de pH, o que novamente reforça a hipótese de ser a incorporação do calcário a responsável por esse resultado. Conseqüentemente, os valores de H+Al (acidez potencial) e Al foram maiores no sistema de plantio direto. Entretanto, esses valores foram inferiores aos obtidos por MARKERT (2001).

Ao analisar a adubação (Quadro 13), notou-se diferenças significativas na profundidade de 0,05 a 0,10 m para quase todos os elementos estudados. A exceção foi o Al, que não diferiu, o que era esperado em virtude da calagem realizada.

Quadro 16: Valores médios de pH (CaCl_2), H^+Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) e Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) em função do preparo do solo, na profundidade de 0,10 a 0,20 m.

| Preparo | pH | H+Al | Al |
|--------------|-------|------|--------|
| Convencional | 5,6 a | 17 a | 0,03 a |
| Direto | 5,1 b | 22 b | 0,48 b |

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

Para P e K (Quadro 17) os tratamentos esterco bovino + $\frac{1}{2}$ adubação mineral e esterco bovino apresentaram semelhança estatística entre si e diferiram dos demais tratamentos, que por sua vez não diferiram significativamente entre si. HOLANDA et al. (1984) citam que a disponibilidade de P, K, Ca e Mg no solo aumenta proporcionalmente às doses de esterco a ele aplicadas. O Ca e o Mg apresentaram comportamento semelhante, onde o tratamento esterco bovino + $\frac{1}{2}$ adubação mineral diferiu apenas da adubação mineral, conseqüentemente acompanhado por SB, CTC e V %. Entretanto, a V % apresentou ainda diferença entre esterco bovino e adubação mineral. O pH apresentou diferença significativa entre o tratamento esterco bovino + $\frac{1}{2}$ adubação mineral e os tratamentos testemunha e adubação mineral, não diferindo significativamente dos demais. Sendo que os tratamentos que adicionaram materiais orgânicos elevaram o pH para valores médios em torno de 6,0, concordando com dados obtidos por DEMÉTRIO (1988). Segundo LUND & DOSS (1980) os óxidos de Ca e Mg presentes nos esterco, lhes conferem um certo valor de neutralização que juntamente com o deslocamento de H^+ pelas bases contidas nos resíduos orgânicos e posterior lixiviação a camadas mais profundas conferem aos esterco um efeito de elevação do pH. Para a variável M.O. observou-se que não houve diferença entre os tratamentos esterco bovino + $\frac{1}{2}$ adubação mineral e esterco bovino, mas também não houve diferença entre esterco bovino e os demais tratamentos.

Com relação à segunda profundidade analisada (0,05 a 0,10 m) (Quadro 18), verificou-se através do teste de Tukey que para o pH, apenas os tratamentos esterco bovino e adubação mineral diferiram entre si. Apesar de significativamente não haver diferença entre os demais tratamentos e adubação mineral, todos os tratamentos que adicionaram resíduo orgânico ao solo resultaram em valores mais altos de pH do que adubação mineral e testemunha. Já para o K, os tratamentos esterco bovino e esterco bovino + $\frac{1}{2}$ adubação mineral apresentaram os maiores valores e diferiram estatisticamente dos demais, provavelmente devido a concentração de K nos adubos orgânicos (Quadro 3).

Quadro 17: Valores médios de P (mg dm^{-3}), M.O. (g dm^{-3}), pH, K ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$), Ca ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$), Mg ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$), H+Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$), S.B. ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$), CTC ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) e V % em função da adubação na profundidade de 0,00 a 0,05 m.

| Adubos | P | M.O. | pH | K | Ca | Mg | H+Al | SB | CTC | V% |
|-------------------------|------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|---------|-------|
| Esterco + ½ ad. mineral | 25 a | 23 a | 6,2 a | 2,3 a | 51 a | 12 a | 14 b | 66,0 a | 81,0 a | 82 a |
| Esterco | 21 a | 19 ab | 6,1 ab | 2,4 a | 40 ab | 11 ab | 14 b | 54,1 ab | 69,0 ab | 79 a |
| Testemunha | 11 b | 17 b | 5,7 bc | 0,9 b | 35 ab | 9 ab | 17 ab | 45,6 ab | 63,9 ab | 72 ab |
| Milheto | 10 b | 18 b | 6,0 abc | 0,8 b | 38 ab | 10 ab | 15 b | 49,7 ab | 66,3 ab | 76 ab |
| Mineral | 8 b | 17 b | 5,5 c | 1,2 b | 24 b | 8 b | 18 a | 34,6 b | 53,7 b | 65 b |
| Crotalária | 8 b | 17 b | 5,9 abc | 0,8 b | 33 ab | 8 ab | 16 ab | 43,1 ab | 60,0 ab | 72 ab |

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

O Mg, H+Al e Al, apesar de diferentes entre si pelo teste F, não tiveram essas diferenças evidenciadas pelo teste de Tukey, entretanto, observa-se no Quadro 18 que os teores de Al são menores nos tratamentos com adubos orgânicos, o que pode ser explicado pela complexação do Al pelos radicais orgânicos do esterco, fenômeno que pode ser reversível à medida que ocorre a mineralização do esterco e conseqüente quebra das cadeias carbônicas (HOLANDA et al., 1984).

Quadro 18: Valores médios de pH, K, Mg, H+Al e Al em função da adubação na profundidade de 0,05 a 0,10 m.

| | pH | K ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) | Mg ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) | H+Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) | Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) |
|---------------------|--------|--|---|---|---|
| Esterco | 5,8 a | 2,2 a | 9 a | 17 a | 0,0 a |
| Est + ½ ad. mineral | 5,8 ab | 1,8 a | 10 a | 17 a | 0,0 a |
| Milheto | 5,5 ab | 0,5 b | 7 a | 19 a | 0,4 a |
| Crotalária | 5,5 ab | 0,6 b | 7 a | 20 a | 0,5 a |
| Testemunha | 5,4 ab | 0,7 b | 8 a | 20 a | 0,1 a |
| Mineral | 5,3 b | 0,7 b | 8 a | 20 a | 0,4 a |

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem ao nível de 5 % pelo teste de Tukey

Na terceira profundidade analisada, o teste F apontou diferenças entre os efeitos dos tratamentos de adubação (Quadro 13) para apenas o pH e o K. O teste de Tukey (Quadro 19) não evidenciou diferenças entre os tratamentos para o pH, entretanto os tratamentos com adubação orgânica apresentaram valores mais próximos a 6, concordando com DEMÉTRIO (1988). Já para o K, observou-se o mesmo comportamento das outras duas profundidades analisadas, ou seja, apresentando maiores valores nos tratamentos esterco bovino e esterco

bovino + ½ adubação mineral, não diferindo significativamente entre si, e diferindo dos demais tratamentos.

Quadro 19: Valores médios de pH e K em função da adubação na profundidade 0,10 a 0,20 m.

| Tratamentos | pH | K (mmol _c dm ⁻³) |
|-------------------------|-------|--|
| Esterco + ½ ad. mineral | 5,6 a | 1,9 a |
| Esterco | 5,6 a | 2,7 a |
| Crotalaria | 5,3 a | 0,5 b |
| Milheto | 5,3 a | 0,4 b |
| Testemunha | 5,3 a | 0,6 b |
| Mineral | 5,2 a | 0,5 b |

Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

A interação significativa apontada pelo teste F (Quadro 13) na profundidade 0,05-0,10 m para o pH foi testada pelo Teste de Tukey (Quadro 20), sendo que houve efeito significativo para as médias de preparo dentro do tratamento milheto e também no tratamento testemunha, onde o plantio direto apresentou os maiores valores de pH (6,2 e 6,1, respectivamente, milheto e testemunha). Os valores mais altos de pH para essa interação podem ter ocorrido porque a dose de calcário na superfície, por não ser incorporada na camada arável (0,2 m) agiu sobre os 5 primeiros centímetros de profundidade, concordando com dados de AMARAL & ANGHINONI (2001) e aliado a isto o efeito do milheto, cuja manutenção da palha sobre o solo evita acidificação mais intensa, conforme descrito por KRETZSCHMAR et al. (1991). Com relação à testemunha, dentro de plantio direto, talvez o efeito observado no milheto por KRETZSCHMAR et al. (1991) seja comum a gramíneas e assim a palhada dessecada da braquiária possa ter agido em conjunto com o calcário não incorporado. Quando se analisaram os tratamentos de adubação dentro de preparos, observou-se que dentro do preparo convencional, apenas a testemunha e esterco bovino + ½ adubação mineral diferiram entre si, mas não diferiram dos demais, o que pode ser explicado pelo fato de adubo orgânico favorecer o aumento de pH (LUND & DOSS, 1980; DEMÉTRIO, 1988) incrementando o efeito da calagem que foi realizada em ambos tratamentos. Ao se analisar a adubação dentro de plantio direto, constatou-se que os tratamentos esterco bovino + ½ ad. mineral e milheto diferiram do tratamento com adubação mineral, isto provavelmente pela ação já descrita do milheto e de adubos orgânicos sobre pH e por outro lado por fertilizantes nitrogenados acidificarem o solo (PETRERE, 1999)

Quadro 20: Desdobramento da interação entre preparo e adubação referente às médias de pH na profundidade de 0,00 a 0,05 m.

| Tratamento | Convencional | Direto |
|-------------------------|--------------|----------|
| Testemunha | 5,4 A b | 6,1 A ab |
| Mineral | 5,6 A ab | 5,5 A b |
| Esterco | 6,0 A ab | 6,1 A ab |
| Esterco + ½ ad. mineral | 6,2 A a | 6,2 A a |
| Crotalária | 6,0 A ab | 5,7 A ab |
| Milheto | 5,7 A ab | 6,2 B a |

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

O teste F (Quadro 13) apontou interação entre preparo e adubação na profundidade 0,05-0,10 m para o Al. Ao se analisar a adubação dentro de preparo (Quadro 21), constatou-se que os tratamentos adubação mineral, crotalária e milho apresentaram maiores valores de alumínio no plantio direto (0,75, 1,00 e 0,75 $\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$, respectivamente) do que no plantio convencional, pois a incorporação foi suficiente para uma melhor reação do corretivo com o solo, enquanto que no plantio direto há formação de gradientes a partir da superfície (AMARAL & ANGHINONI, 2001). Por outro lado, os tratamentos com adubos orgânicos propiciam menores teores de Al em virtude da complexação do Al pelos radicais orgânicos do esterco (HOLANDA et al., 1984). Já ao se analisar preparo dentro de adubação (Quadro 21) observou-se que no plantio direto o tratamento crotalária diferenciou-se significativamente dos tratamentos esterco bovino e esterco bovino + ½ adubação mineral, pois estes propiciam a complexação do Al e conseqüentemente menores valores deste elemento, aliado a isto o efeito da calagem que não é uniforme no plantio direto. No preparo convencional não houve diferenças entre os tratamentos.

Quadro 21: Desdobramento da interação entre preparo e adubação referente as médias de Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) na profundidade de 0,05 a 0,10 m.

| | Convencional | Direto |
|-------------------------|--------------|-----------|
| Testemunha | 0,00 A a | 0,25 A ab |
| Mineral | 0,00 B a | 0,75 A ab |
| Esterco | 0,00 A a | 0,00 A b |
| Esterco + ½ ad. mineral | 0,00 A a | 0,00 A b |
| Crotalária | 0,00 B a | 1,00 A a |
| Milheto | 0,00 B a | 0,75 A ab |

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

4.2.2. Experimento com a cultura do algodão

A análise de variância dos resultados verificados para o P, M.O., pH, K, Ca, Mg, H+Al, SB, CTC e V% (Quadro 22) mostrou que, entre os preparos houve diferença significativa apenas para pH (0,05-0,10 m) e K (0,10-0,20 m).

Ao se executar o teste de Tukey para pH (0,00-0,05 m) e K (0,10-0,20 m), notou-se (Quadro 23) no preparo convencional um valor mais elevado de pH (5,97) do que no plantio direto (5,80). Provavelmente isso ocorreu em virtude da incorporação do calcário no preparo convencional. Contudo, estes dados discordam dos obtidos por MARKERT (2001), que não obteve diferença significativa entre os sistemas de preparo para pH. Já para o K (Quadro 24), maior valor ($1,18 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$) no plantio direto, o que pode ter ocorrido em virtude do K ser um elemento facilmente lixiviado.



Quadro 22: Valores de quadrados médios para P¹, M.O.¹, pH, K¹, Ca¹, Mg¹, H+Al, Al¹, SB¹, CTC¹ e V%¹, para os tratamentos e profundidades estudados

| Tratamento | Prof (m) | P | M,O, | pH | K | Ca | Mg | H+Al | Al | SB | CTC | V% |
|-------------------|-----------|-------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Preparo | 0-0,05 | 0.0131 ^{ns} | 0.3881 ^{ns} | 0.3675 [*] | 0.0276 ^{ns} | 0.0862 ^{ns} | 0.0467 ^{ns} | 30.0833 ^{ns} | 0.0034 ^{ns} | 0.0216 ^{ns} | 0.0000 ^{ns} | 0.0249 ^{ns} |
| | 0,05-0,10 | 0.0773 ^{ns} | 0.1946 ^{ns} | 3.0502 ^{ns} | 0.0787 ^{ns} | 2.1995 ^{ns} | 0.1484 ^{ns} | 243.0000 ^{ns} | 0.8387 ^{ns} | 1.0048 ^{ns} | 0.0598 ^{ns} | 0.6587 ^{ns} |
| | 0,10-0,20 | 0.0000074 ^{ns} | 0.1812 ^{ns} | 4.3199 ^{ns} | 0.2457 [*] | 1.3223 ^{ns} | 0.4490 ^{ns} | 420.0833 ^{ns} | 1.4320 ^{ns} | 0.7901 ^{ns} | 0.0013 ^{ns} | 1.0021 ^{ns} |
| Adubação | 0-0,05 | 0.8747 [*] | 0.0248 ^{ns} | 0.4148 [*] | 0.4751 [*] | 0.1797 ^{ns} | 0.1041 ^{ns} | 18.5833 [*] | 0.0144 ^{ns} | 0.1501 ^{ns} | 0.0457 ^{ns} | 0.0346 ^{ns} |
| | 0,05-0,10 | 0.0729 ^{ns} | 0.0415 [*] | 0.2739 [*] | 0.5254 [*] | 0.0450 ^{ns} | 0.0524 ^{ns} | 27.3333 [*] | 0.0517 ^{ns} | 0.0524 ^{ns} | 0.0181 ^{ns} | 0.0421 ^{ns} |
| | 0,10-0,20 | 1.1014 ^{ns} | 0.1167 [*] | 0.2435 ^{ns} | 0.4065 [*] | 0.1362 ^{ns} | 0.0487 ^{ns} | 32.7833 [*] | 0.0753 ^{ns} | 0.0602 ^{ns} | 0.0697 ^{ns} | 0.0259 ^{ns} |
| Preparo x | 0-0,05 | 0.1321 ^{ns} | 0.0100 ^{ns} | 0.1560 ^{ns} | 0.0325 ^{ns} | 0.5271 [*] | 0.0094 ^{ns} | 7.1833 ^{ns} | 0.0034 ^{ns} | 0.2794 ^{ns} | 0.1378 ^{ns} | 0.0332 ^{ns} |
| | 0,05-0,10 | 0.0350 ^{ns} | 0.0013 ^{ns} | 0.0852 ^{ns} | 0.1111 [*] | 0.2706 ^{ns} | 0.0912 ^{ns} | 7.0000 ^{ns} | 0.0517 ^{ns} | 0.1274 ^{ns} | 0.0425 ^{ns} | 0.0369 ^{ns} |
| | Adubação | 0,10-0,20 | 0.03892 ^{ns} | 0.0260 ^{ns} | 0.1370 ^{ns} | 0.0501 ^{ns} | 0.1621 ^{ns} | 0.0405 ^{ns} | 8.5333 ^{ns} | 0.0362 ^{ns} | 0.0818 ^{ns} | 0.0365 ^{ns} |
| Preparo (CV%) | 0-0,05 | 11,096 | 17,146 | 2,731 | 10,075 | 9,578 | 11,642 | 15,280 | 8,145 | 6,636 | 3,839 | 2,881 |
| | 0,05-0,10 | 14,400 | 13,230 | 11,505 | 16,441 | 44,294 | 12,150 | 47,971 | 60,351 | 26,712 | 11,593 | 13,399 |
| | 0,10-0,20 | 23,229 | 14,254 | 17,587 | 10,041 | 58,756 | 21,778 | 52,576 | 78,641 | 36,662 | 14,121 | 18,457 |
| Adubação (CV%) | 0-0,05 | 10,116 | 4,729 | 5,123 | 14,538 | 12,802 | 8,872 | 13,522 | 14,418 | 9,181 | 5,881 | 3,013 |
| | 0,05-0,10 | 10,777 | 4,341 | 5,618 | 11,372 | 11,374 | 11,082 | 12,390 | 21,967 | 7,635 | 3,928 | 3,467 |
| | 0,10-0,20 | 19,612 | 6,182 | 7,068 | 19,088 | 14,829 | 7,958 | 18,289 | 20,098 | 10,482 | 5,924 | 4,054 |

* e ns é respectivamente, significativo a 5% e não significativo no Teste F.

¹ transformação das observações segundo LOG(X + 2).



Quadro 23: Valores médios de pH em função do preparo do solo, na profundidade de 0,00 a 0,05 m.

| Preparo | pH (CaCl ₂) |
|--------------|-------------------------|
| Convencional | 6,0 a |
| Direto | 5,8 b |

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

Quadro 24: Valores médios de K em função do preparo do solo, na profundidade de 0,10 a 0,20 m.

| Preparo | K (mmol _c dm ⁻³) |
|--------------|---|
| Direto | 1,18 a |
| Convencional | 0,75 b |

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

Os tratamentos com as diferentes adubações ao serem analisados pelo teste F, apresentaram diferenças significativas para as variáveis P (0,00-0,05 m), M.O. (0,05-0,10 m e 0,10-0,20 m), pH (0,00-0,05 m e 0,05-0,10 m), K (0,00-0,05 m, 0,05-0,10 m e 0,10-0,20 m) e H+Al (0,00-0,05 m, 0,05-0,10 m e 0,10-0,20 m). Ao se analisar estes resultados pelo teste de Tukey (Quadro 25) para detectar as diferenças ao nível de 5 %, notou-se que os tratamentos esterco bovino e esterco bovino + ½ adubação mineral proporcionaram as médias mais altas para o P, concordando com dados obtidos por NUERNBERG (1983), o que pode ser atribuído à riqueza deste nutriente na composição do adubo orgânico (Quadro 3). O pH apresentou os valores mais elevados para esterco bovino e esterco bovino + ½ adubação mineral (ambas 6,15), este efeito de elevação do pH pode ser atribuído aos óxidos de Ca e Mg presentes nos esterco, auferindo-lhes certo valor de neutralização e também pelo deslocamento do H⁺ pelas bases contidas nos resíduos orgânicos e posterior lixiviação a camadas mais profundas (LUND & DOSS, 1980). O H+Al apresentou comportamento estatístico semelhante, e obviamente foi a testemunha que apresentou valor mais alto (17,63 mmol_cdm⁻³) em virtude do pH mais baixo. O K apresentou média de valor mais elevado para o tratamento esterco bovino + ½ adubação mineral (3,16 mmol_cdm⁻³), que não diferiu estatisticamente de esterco (1,96 mmol_cdm⁻³), o que concorda com os dados de HOLANDA et al. (1984) que citam aumento de disponibilidade de K nos solos conforme aumento de dose de adubo orgânico. A adubação mineral (1,49 mmol_cdm⁻³) não diferiu nem de esterco, nem dos demais tratamentos. Entretanto, apesar de estatisticamente a adubação mineral não ter diferido dos outros

tratamentos, é interessante notar que este tratamento apresenta o dobro do teor de K da testemunha.

Quadro 25: Valores médios de P, pH, K e H+Al em função da adubação na profundidade de 0,00 a 0,05 m.

| | P (mg.dm ⁻³) | pH | K (mmol _c .dm ⁻³) | H+Al (mmol _c .dm ⁻³) |
|-------------------------|------------------------------------|-----------|--|---|
| Testemunha | 7 b | 5,6 b | 0,7 c | 18 a |
| Mineral | 7 b | 5,7 ab | 1,5 bc | 17 ab |
| Esterco | 16 a | 6,2 a | 2,0 ab | 14 b |
| Esterco + ½ ad. mineral | 15 a | 6,2 a | 3,2 a | 14 b |
| Crotalaria | 8 b | 5,8 ab | 0,9 c | 16 ab |
| Milheto | 8 b | 5,9 ab | 0,9 c | 15 ab |

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Na segunda profundidade (0,05-0,10m) o teste F (Quadro 24) indicou que a M.O., pH, K e H+Al em função da adubação tiveram diferença significativa. Entretanto, ao submetê-los ao teste de Tukey (Quadro 26), este não detectou diferenças entre os tratamentos para M.O. e pH. O K apresentou maiores médias para os tratamentos esterco bovino e esterco bovino + ½ adubação mineral, que diferiram dos demais tratamentos. Segundo HOLANDA et al. (1984) a disponibilidade de K no solo aumenta proporcionalmente à dose de esterco aplicada. O H+Al apresentou a menor média para esterco bovino + ½ adubação mineral, que não diferiu estatisticamente de esterco, que por sua vez não diferiu dos demais tratamentos.

Quadro 26: Valores médios de M. O.¹, pH, K¹e H+Al em função da adubação na profundidade de 0,05 a 0,10 m.

| Tratamento | M.O. (g dm ⁻³) | pH | K (mmol _c .dm ⁻³) | H+Al (mmol _c .dm ⁻³) |
|-------------------------|--------------------------------------|-----------|--|---|
| Testemunha | 16 a | 5,4 a | 0,6 b | 19 a |
| Mineral | 19 a | 5,5a | 1,0 b | 20 a |
| Esterco | 17a | 5,7 a | 2,0 a | 17 ab |
| Esterco + ½ ad. mineral | 15a | 5,8 a | 2,6 a | 15 b |
| Crotalaria | 16a | 5,4 a | 0,6 b | 20 a |
| Milheto | 15 a | 5,4 a | 0,5 b | 19 a |

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

Com relação à terceira profundidade analisada, apesar do Teste F (Quadro 22) indicar diferença para H+Al, o teste de Tukey (Quadro 27) não conseguiu identificá-la. Para a M.O. e o K, houve no caso da primeira, diferença significativa apenas entre a adubação mineral e o milho. Sendo que os demais tratamentos não diferiram daqueles nem entre si. É possível que a adubação mineral tenha proporcionado melhor desenvolvimento da cultura e esta conseqüentemente tenha conseguido atingir essa profundidade, influenciando no teor de matéria orgânica. A variável K manteve o comportamento apresentado na profundidade de 0,05-0,10 m, ou seja, esterco bovino e esterco bovino + ½ adubação mineral (1,78 e 2,09, $\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$, respectivamente) não diferiram entre si, mas diferiram dos demais.

Quadro 27: Valores médios de M.O., K e H+Al em função da adubação na profundidade de 0,10 a 0,20 m.

| | M.O. (g dm^{-3}) | K ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) | H+Al ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) |
|-------------------------|---------------------------------------|---|--|
| Testemunha | 18 ab | 0,7 b | 21a |
| Mineral | 18 a | 0,6 b | 21 a |
| Esterco | 14 ab | 1,8 a | 17 a |
| Esterco + ½ ad. mineral | 14 ab | 2,1 a | 17 a |
| Crotalaria | 14 ab | 0,5 b | 20 a |
| Milho | 13 b | 0,4 b | 18 a |

Médias seguidas de letras distintas na coluna, diferem ao nível de 5 % pelo teste de Tukey.

A interação significativa entre preparo e adubação ocorreu para Ca na profundidade 0,00-0,05 m e para K (Quadro 22) na profundidade 0,05-0,10 m. Nos Quadros 28 e 29 apresentam-se os desdobramentos sendo que houve efeito significativo para as médias de preparo dentro do tratamento mineral e do tratamento esterco bovino + ½ adubação mineral para o Ca. O efeito levou à maior média de Ca no preparo convencional para o tratamento esterco bovino + ½ adubação mineral ($44,31 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$) e a maior média de Ca no plantio direto para o tratamento mineral ($42,87 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$). Quando se analisaram os tratamentos de adubação dentro de preparo, observou-se que não houve diferenças.

Quadro 28: Desdobramento da interação entre preparo e adubação referente às médias de Ca ($\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$) na profundidade de 0,00 a 0,05 m.

| Tratamento | Convencional | Direto |
|-------------------------|--------------|--------|
| Testemunha | 24 A a | 24 A a |
| Mineral | 22 B a | 43 A a |
| Esterco | 44 A a | 33 A a |
| Esterco + ½ ad. mineral | 44 A a | 21 B a |
| Crotalária | 36 A a | 21 A a |
| Milheto | 28 A a | 40 A a |

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 %.

Quadro 29: Desdobramento da interação entre preparos e adubação referente às médias de K na profundidade de 0,05 a 0,10 m.

| Tratamento | Convencional | Direto |
|-------------------------|--------------|---------|
| Testemunha | 0,6 A b | 0,5 A b |
| Mineral | 1,2 A ab | 0,8 A b |
| Esterco | 1,1 B ab | 3,0 A a |
| Esterco + ½ ad. mineral | 2,1 B a | 3,2 A a |
| Crotalária | 0,6 A b | 0,5 A b |
| Milheto | 0,5 A b | 0,5 A b |

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 %.

A interação detectada pelo teste F (Quadro 22) referente a variável K na profundidade 0,05-0,10 m foi analisada pelo teste de Tukey (Quadro 29) ao nível de 5 % e observou-se que houve efeito significativo para as médias de preparo dentro dos tratamentos esterco bovino e esterco bovino + ½ adubação mineral, com o plantio direto obtendo as maiores médias (3,00 e 3,19, $\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$, respectivamente). Provavelmente houve a lixiviação do K no plantio direto da camada superficial, além disso, os adubos orgânicos aumentam a disponibilidade de K no solo (HOLANDA et al., 1984). Já analisando adubações, dentro de preparo, no preparo convencional houve diferença significativa entre esterco bovino + ½ adubação mineral e os tratamentos testemunha, crotalária e milho, sendo as médias respectivas 2,06; 0,64; 0,63 e 0,50 $\text{mmol}_c\text{dm}^{-3}$, o que é, possivelmente, devido ao teor mais alto de K nos adubos orgânicos. No plantio direto, esterco e esterco + mineral se diferenciaram das demais, provavelmente em virtude da concentração de K nestes adubos.

4.3. Características agronômicas

4.3.1. Cultura do milho

A análise de variância da produtividade, massa de 100 grãos, altura de planta, altura de inserção de espiga e número de espigas da cultura do milho (Quadro 30) mostrou que, entre os preparos houve diferença significativa apenas para a produtividade. Já para as adubações houve diferenças significativas em todas as características analisadas. Não houve interação significativa entre preparo e adubação.

Quadro 30: Quadrados médios da produtividade, massa de 100 grãos, altura de planta, altura de inserção de espiga e número de espigas para a cultura do milho, nos tratamentos estudados

| Tratamento | Produtividade | Massa 100 grãos | Altura de planta | Altura de inserção de espiga | Número de espigas |
|--------------------|--------------------------|---------------------|------------------------|------------------------------|--------------------|
| Preparo | 19495694,73* | 14,22 ^{ns} | 11193,52 ^{ns} | 3250,52 ^{ns} | 0,05 ^{ns} |
| Adubação | 2952170,35* | 11,33* | 1431,97* | 558,43* | 0,02* |
| Preparo x Adubação | 1334353,95 ^{ns} | 5,34 ^{ns} | 276,57 ^{ns} | 110,07 ^{ns} | 0,01 ^{ns} |
| Preparo (CV %) | 42,45 | 8,85 | 29,37 | 35,74 | 11,26 |
| Adubação(CV %) | 28,78 | 7,37 | 11,70 | 18,38 | 7,87 |

* e ns são respectivamente, significativo a 5% e não significativo no Teste F.

Os valores médios da produtividade entre os preparos (Quadro 31) mostraram que no preparo convencional a produtividade de milho foi maior do que no plantio direto, o que provavelmente ocorreu em função da mobilização do solo que favoreceu o desenvolvimento das raízes no preparo convencional, permitindo um melhor desenvolvimento da cultura. Os resultados obtidos de produtividade de milho no preparo convencional (Quadro 31) apresentaram-se coerentes com os resultados obtidos por SILVA (1999).

Quadro 31: Valores médios de produtividade de milho (kg ha^{-1}) em função do preparo.

| | Convencional | Direto |
|----------------------|--------------|--------|
| Produtividade | 3649 a | 2374 b |

Médias seguidas de letras distintas nas linhas diferem ao nível de 5 % pelo Teste de Tukey.

Para massa de 100 grãos (Quadro 32), observou-se que o Teste de Tukey não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, apesar do Teste F ter indicado a existência dessa diferença.

Quadro 32: Valores médios de produtividade, massa de 100 grãos, altura de planta, altura de inserção de espiga e número de espigas em 10 plantas em função da adubação.

| Tratamento | Produtividade (kg ha^{-1}) | Massa de 100 grãos (g) | Altura de planta (m) | Altura de inserção de espiga (m) | Número de espigas /10 plantas |
|--|--|------------------------------|----------------------------|--|-------------------------------------|
| Adubação mineral | 3670 a | 27,35 a | 1,42 a | 0,67 a | 10 ab |
| Esterco + $\frac{1}{2}$ ad. mineral | 3564 a | 28,35 a | 1,41 a | 0,66 a | 10 ab |
| Crotalária | 3149 ab | 25,93 a | 1,16 b | 0,49 b | 10 ab |
| Esterco bovino | 2876 ab | 28,35 a | 1,31 ab | 0,60 ab | 11 a |
| Milheto | 2819 ab | 25,58 a | 1,23 ab | 0,52 ab | 10 ab |
| Testemunha | 1996 b | 26,60 a | 1,09 b | 0,48 b | 9 b |

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem ao nível de 5 % pelo Teste de Tukey.

Ao se analisar a produtividade pelo Teste de Tukey, verificou-se que houve diferença entre os tratamentos mineral e esterco bovino + $\frac{1}{2}$ ad. mineral e o tratamento testemunha, sendo que os outros tratamentos não diferiram entre si. O tratamento esterco bovino + $\frac{1}{2}$ ad. mineral supriu, adequadamente, as necessidades da cultura, possivelmente devido ao teor de P, K, Ca e Mg que o adubo orgânico consegue disponibilizar no solo (HOLANDA et al., 1984) e também ao contribuir para a elevação do valor de pH (LUND & DOSS, 1980; DEMÉTRIO, 1988) o que cria um ambiente mais favorável ao crescimento e desenvolvimento da planta produziu 78 % a mais do que o tratamento testemunha. O tratamento crotalária, que apesar de não apresentar diferenças significativas dos demais tratamentos produziu 57 % a mais do que a testemunha. O possível mecanismo para esse resultado é o fornecimento

eficiente de N, além da adição de matéria orgânica ao solo (DE-POLLI & CHADA, 1989). A altura de planta e a altura de inserção de espiga apresentaram comportamento semelhante, sendo que as adubações mineral e esterco + ½ ad. mineral diferiram da testemunha e da crotalária, mas não das demais (Quadro 32).

Quanto ao número de espigas (Quadro 32), apenas a adubação com esterco diferiu significativamente da testemunha. Estes resultados discordam de CARVALHO (2000) que não verificou, em trabalho realizado sob solo de cerrado, diferenças significativas para altura de plantas e altura de inserção de espigas na cultura do milho, implantada após plantas de cobertura (milheto e crotalária).

4.3.2. Cultura do algodão

Ao se realizar a análise estatística (Quadro 33), verificou-se pelo Teste F que existe diferença significativa para a produtividade nos tratamentos preparo e adubação, bem como na interação entre estes.

Quadro 33: Valores de quadrados médios para produtividade, massa médio de capulhos, altura de planta, diâmetro da haste principal e altura de inserção do primeiro ramo reprodutivo, para a cultura do algodão.

| Tratamento | Produtividade | Massa de capulhos | Altura de planta | Diâmetro da haste principal | Alt. inserção 1º ramo reprodutivo |
|--------------------|---------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| Preparo | 16532,877* | 6,939 ^{ns} | 4070,08* | 48,000* | 12,000 ^{ns} |
| Adubação | 4281,190* | 2,141* | 889,100* | 17,665* | 13,900 ^{ns} |
| Preparo x Adubação | 1462,808* | 0,415 ^{ns} | 111,883 ^{ns} | 1,782* | 7,200 ^{ns} |
| Preparo (CV%) | 43,00 | 24,55 | 12,85 | 9,40 | 55,93 |
| Adubação (CV%) | 32,25 | 11,51 | 11,03 | 10,70 | 59,61 |

* e ns são respectivamente, significativo a 5 % e não significativo no Teste F.

Quando se realizou o teste de Tukey (Quadro 34) ao nível de 5 % de significância, verificou-se que houve diferença significativa entre os preparos para a produtividade, sendo que o preparo convencional apresentou a maior média (1212 kg ha⁻¹). CARVALHO (2000) em trabalho realizado num LATOSSOLO VERMELHO argiloso, também de cerrado não encontrou diferenças entre semeaduras (1246 e 1456 kg ha⁻¹, em preparo convencional e plantio direto, respectivamente) Entretanto, neste trabalho, o solo foi revolvido para a implantação de plantio direto.

Quadro 34: Valor médio de produtividade, altura de planta e diâmetro da haste principal em função do preparo do solo.

| Preparo | Produtividade (kg ha ⁻¹) | Altura de planta (m) | Diâmetro de haste principal (mm) |
|--------------|---|-------------------------|-------------------------------------|
| Convencional | 1212,15 a | 0,70 a | 8,25 a |
| Direto | 655,35 b | 0,52 b | 6,25 b |

Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Ao se realizar o teste de Tukey (Quadro 35) para avaliar a produtividade com relação às adubações, notou-se que o tratamento esterco bovino + ½ adubação mineral, com a maior média (1602 kg ha⁻¹), diferiu dos demais. BOLONHEZI & OLIVEIRA (2001) trabalhando com plantas de cobertura obtiveram produtividade média de 1952 e 1621 kg ha⁻¹ de algodão em caroço após o cultivo de crotalária e milheto, respectivamente. Entretanto, deve-se ressaltar que, essas plantas de cobertura foram semeadas em outubro e, portanto devem ter fornecido uma maior produção de fitomassa e, propiciando maiores efeitos sobre o solo, enquanto que na presente pesquisa, a crotalária e o milheto foram conduzidos no inverno e, conseqüentemente forneceram pouca fitomassa (Anexo 1). A produtividade média mais alta obtida nesta pesquisa foi inferior à média de Mato Grosso do Sul que é de 2500 kg ha⁻¹ (CARVALHO & CHIAVEGATO, 1999).

Quadro 35: Valor médio de produtividade, peso médio de capulhos, altura de planta e diâmetro da haste principal em função de adubação.

| Preparo | Produtividade (kg ha ⁻¹) | Massa de capulhos (g) | Altura de planta (m) | Diâmetro da haste principal (mm) |
|-------------------------|---|--------------------------|-------------------------|-------------------------------------|
| Testemunha | 594 b | 4,41 c | 0,47 c | 5,63 c |
| Mineral | 890 b | 5,48 ab | 0,64 b | 7,63 b |
| Esterco | 856 b | 5,04 abc | 0,64 b | 7,73 b |
| Esterco + ½ ad. mineral | 1602 a | 5,87 a | 0,78 a | 9,80 a |
| Crotalária | 903 b | 5,08 abc | 0,56 bc | 6,38 c |
| Milheto | 758 b | 4,76 bc | 0,56 bc | 6,38 c |

Médias seguidas de letras distintas nas colunas, diferem ao nível de 5% pelo teste de Tukey.

Ao se realizar a análise estatística (Quadro 33) verificou-se pelo teste F que houve diferença significativa apenas para os tratamentos com adubação relacionada com massa média de capulhos. O teste de Tukey (Quadro 35) detectou que o tratamento esterco + ½ adubação mineral apresentou a maior média (5,87g) que se diferenciou dos tratamentos

milheto (4,76g) e testemunha (4,41g). Em trabalho com diversos adubos verdes BOLONHEZI et al. (1999) constataram que milheto e crotalária apresentaram diferença significativa na massa de 1 capulho, 4,30 e 4,86 g, respectivamente. Com relação à massa de capulhos, o tratamento esterco bovino + ½ adubação mineral proporcionou o valor mais alto, não diferindo significativamente de adubação mineral, esterco bovino e crotalária, o que pode ser explicado pelo provável fornecimento de N por estes tratamentos, pois o esterco bovino apresenta estreita relação C/N, (14/1) o que possibilita rápida decomposição dos resíduos orgânicos e maior disponibilidade do N para a cultura posteriormente implantada (DERPSCH et al., 1985) e a crotalária, por se tratar de leguminosa tem a capacidade de fixar o N atmosférico através da simbiose com *Rhizobium* (MIYASAKA et al., 1984).

Ao se proceder a análise estatística, verificou-se pelo Teste F (Quadro 33) que a altura de planta apresentou diferença significativa para os tratamentos com preparo e adubação, mas não houve interação significativa entre ambos.

O teste de Tukey (Quadro 34) detectou que houve diferença entre preparos, sendo que a média de altura para o preparo convencional foi de 0,70 m e a do plantio direto foi de 0,52 m. A altura de plantas foi bastante inferior à obtida em experimento conduzido por CRUZ (2001), onde em plantio direto as plantas apresentaram média de 1,0 m de altura. Para o fator adubação, o teste de Tukey (Quadro 35) indicou que houve diferenças significativas ao nível de 5 %. Sendo que o tratamento esterco + ½ adubação mineral se diferenciou dos demais com a maior média (0,78 m). Os tratamentos com adubo mineral e esterco diferiram da testemunha.

Para o diâmetro da haste principal o teste F (Quadro 33) apontou diferenças significativas para os tratamentos preparo e adubação, bem como para a interação entre eles. O teste de Tukey (Quadro 34) mostrou que houve diferenças significativas ao nível de 5 % entre os preparos, sendo que a maior média (8,25 mm) foi no preparo convencional. Com relação à adubação, o Teste de Tukey (Quadro 35) mostrou que o tratamento esterco + ½ adubação mineral apresentou a maior média (9,80 mm) e diferiu dos demais tratamentos. O tratamento testemunha apresentou a menor média (5,63 mm) e não diferiu dos tratamentos milheto e crotalária, ambos com a média de 6,38 mm.

Na interação (Quadro 36) percebeu-se que, os tratamentos esterco bovino, esterco bovino + ½ adubação mineral e crotalária diferiram nos preparos, sendo que apresentaram maiores médias de produtividade no preparo convencional (1112; 2256 e 1244 kg ha⁻¹, respectivamente), o que provavelmente ocorreu em função da mobilização do solo que favoreceu o desenvolvimento das raízes. Já ao se analisar os adubos dentro de preparos, observou-se que no preparo convencional, o tratamento esterco bovino + ½ adubação mineral

diferiu dos demais, provavelmente por dispor de mais nutrientes (HOLANDA et al., 1984). Ao se analisar o plantio direto, notou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos de adubação.

Quadro 36: Desdobramento da interação entre preparo e adubação referente às médias de produtividade (kg ha^{-1}) da cultura do algodão

| Tratamento | Convencional | Direto |
|-------------------------|--------------|---------|
| Testemunha | 776 A b | 411 A a |
| Mineral | 1009 A b | 771 A a |
| Esterco | 1112 A b | 600 B a |
| Esterco + ½ ad. mineral | 2256 A a | 948 B a |
| Crotalária | 1244 A b | 563 B a |
| Milheto | 876 A b | 640 A a |

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

A interação entre preparo e adubação analisada pelo Teste de Tukey (Quadro 37) mostrou que entre os preparos houve diferenças em todos os tratamentos, com exceção da adubação mineral. Dentro de adubação houve diferenças para o preparo convencional, sendo que o tratamento esterco + ½ adubação mineral diferiu dos demais com a maior média (11,08 mm). Ainda dentro de adubação, também houve diferenças para o plantio direto, onde o tratamento esterco + ½ adubação mineral também apresentou a maior média (8,53 mm) não diferindo do tratamento mineral (7,50 mm), mas diferindo dos demais.

Quadro 37: Desdobramento da interação entre preparo e adubação referente às médias de diâmetro de haste principal, para a cultura de algodão.

| Tratamento | Convencional | Direto |
|-------------------------|--------------|-----------|
| Testemunha | 6,75 A c | 4,50 B d |
| Mineral | 7,75 A bc | 7,50 A ab |
| Esterco | 9,20 A b | 6,25 B bc |
| Esterco + ½ ad. mineral | 11,08 A a | 8,53 B a |
| Crotalária | 7,50 A c | 5,25 B cd |
| Milheto | 7,25 A c | 5,50 B cd |

Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

4. CONCLUSÕES

Considerando-se que o presente trabalho avaliou apenas um ano de pesquisa, conclui-se que:

1. Os adubos verdes, as adubações orgânica e mineral não causaram alterações nas propriedades físicas do solo estudado.
2. As adubações verdes, orgânica e mineral causaram em geral alterações nas propriedades químicas do solo estudado.
3. O esterco de bovino e a associação esterco de bovino + metade da adubação mineral foram os tratamentos que causaram maiores aumentos nos teores dos elementos no solo.
4. O milho e a crotalária não se diferenciaram quanto as suas influências nas propriedades químicas do solo.
5. Com um ano de implantação do experimento o preparo convencional proporcionou melhores resultados de rendimento para as culturas de milho e de algodão.
6. Para a cultura do milho o aumento na produtividade foi de 84, 79, 58, 44 e 41 % quando utilizado, respectivamente, adubação mineral, esterco + $\frac{1}{2}$ adubação mineral, crotalária, esterco de bovino e milho.
7. Para a cultura do algodão o aumento de produtividade foi de 170, 52, 50, 44 e 28 % quando utilizado, respectivamente, esterco de bovino + $\frac{1}{2}$ da adubação mineral, crotalária, adubação mineral, esterco de bovino e milho.



6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÂMOLI, J.; MACEDO, J. ;AZEVEDO, L.G.; NETTO, J.M. Caracterização da região dos cerrados. In: GOEDFERT, W.M. (Ed.) **Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC,1996. p.33-74 .

ALBUQUERQUE, J.A.; REINERT, D.J.; FIORIN, J.E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C.; FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma de estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, p.115-119, 1995.

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

ALVARENGA, R.C. **Potencialidades de adubos verdes para conservação e recuperação de solos**. Viçosa: 1993. 112p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

ALVARENGA, R.C.; COSTA,L.M.; MOURA FILHO,W. ; REGAZZI, A.J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.30, n.2 ,p.175-185, 1995.

ALVES, M.C. **Sistemas de rotação de culturas com plantio direto em LATOSSOLO ROXO; efeito nas propriedades físicas e químicas**. Piracicaba. 1992. 173 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

AMARAL, A.S.; ANGHINONI, I. Alteração de parâmetros químicos do solo pela reaplicação superficial de calcário no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n. 4, p. 695-702, 2001.

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

BARCELLOS, A.O. Sistemas extensivos e semi-intensivos de produção pecuária bovina de corte nos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8, INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANAS, 1, 1996, Brasília. D.F. **Anais...** Planaltina,: EMBRAPA-CPAC, 1996. p.130-136.

BAYER, C. **Características químicas do solo, nutrição e rendimento do milho afetados por métodos de preparo e sistemas de culturas**. Porto Alegre, 1992. 172p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Nitrogênio total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.235-239, 1997.

BERTOL, I.; SANTOS, J. C. P. Uso do solo e propriedades físico-hídricas no planalto catarinense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.30, n.2, p. 263-267, 1995.

BOLONHEZI, A. C.; OLIVEIRA, R.C. Algodão em rotação com diversas plantas de cobertura, no sistema de plantio direto. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 3, 2001, Campo Grande-MS, **Anais....** Campina Grande: Embrapa Algodão; Campo Grande: UFMS; Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. p. 599-601

BOLONHEZI, A. C.; OLIVEIRA, R.C.; VALÉRIO FILHO, W.V.; JUSTI, M.M.; BOLONHEZI, D. Efeito de diversos adubos verdes na produção de algodão no sistema de plantio direto. In: Congresso Brasileiro de Algodão, 2. 1999, Ribeirão Preto-SP, **Anais....** Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999. p.391-393.

BRAGAGNOLO, N. & MIELNICZUK, J. Cobertura do solo por resíduos de oito seqüências de culturas e seu relacionamento com a temperatura e umidade do solo, germinação e crescimento inicial do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 14:91-98, 1990.

CALEGARI, A.; ASSMANN, A.L.; SANGUANINI, J.N. Influencia do sistema de cultivo e da adubacao verde de inverno na agregacao do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTIO DIRETO PARA UMA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL, 1996. Ponta Grossa-PR. **Resumos...** Ponta Grossa: IAPAR-PRP/PG, 1996, p. 95-97.

CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; COSTA, M. B. B. ; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M. B. B. (Coord.) **Adubação verde no sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993. p. 1-56.

CARVALHO, L.H.; CHIAVEGATO, E..J. A cultura do algodão no Brasil: fatores que afetam a produtividade. In: CIA, E.; FREIRE, E.C. ; SANTOS, W.J. **Cultura do algodoeiro**. Piracicaba: POTAFOS,, p.1-8, 1999.

CARVALHO, M.A.C. **Adubação verde e sucessão de culturas em semeadura direta e convencional em Selvíria-MS**. Jaboticabal, 2000, 189p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista.

CARVALHO, M. A. C.; PAULINO, H. B.; FURLANI-JÚNIOR, E.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E.; ATHAYDE, M. L. F. U so da a dubação foliar nit rogenada e p otássica no algodoeiro. **Bragantia**. Campinas, v.60, n.3, p. 239-244, 2001.

CASTRO, C.; PARRA, M.S.; OLIVEIRA, E.; COSTA, M.A.T.; OLIVEIRA, E.L.; MIYAZAWA,M. Alterações nas propriedades físicas do solo em função da aplicação de chorume de suínos e diferentes sistemas de preparo. REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 13, 2000, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: SBSC (CD-ROM).

CASTRO, O.M.; VIEIRA, S.R.; MARIA, I.C. Sistemas de preparo do solo e disponibilidade de água. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DE ÁGUA NA AGRICULTURA, 1987, Campinas. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.27-51

CAVALERI, P.A.; FUZZATO, M.G.; FREIRE, E.S. Adubação do algodoeiro. XIV Experiências com mucuna e adubos minerais. **Bragantia**, Campinas, v.22, p.331-350, 1963.

CORSINI, P.C.; FERRAUDO, A.S., Efeitos de sistemas de cultivos na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo Roxo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.34, n.2, p.289-298, 1999.

CRUZ, F.A.B. **Calcário e gesso na cultura do algodão (*Gossypium hirsutum* L.) em sistema plantio direto**. Ilha Solteira, 2001. 123 p. Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

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

DEMATTE, J.L.I. **Levantamento detalhado dos solos do "CAMPUS" experimental de Ilha Solteira**. Piracicaba: s.n., 1980 131p. (Mimeogr.).

DEMÉTRIO, R. **Efeitos da aplicação de matéria orgânica sobre a biomassa-C microbiana do solo e o crescimento e absorção de Nitrogênio em milho (*Zea mays* L.)** Rio de Janeiro, 1988. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

DE-POLLI, H.; CHADA, S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 13: 287-293, 1989.

DERPSCH, R. Desenvolvimento e difusão do sistema de plantio direto em resíduos de adubos verdes em pequenas propriedades no Paraguai. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1, 1993, Londrina. **Resumos...** Londrina: IAPAR, 1993. 56p.

DERPSCH, R. Importância de la siembra directa para obtener la sustentabilidad de la producción agrícola. In: CONGRESSO NACIONAL DE AAPRESID, 5, 1997, Mar del Plata. **Conferências...** Mar del Plata: s.n., 1997a. p.153-176.

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; ROTH, C.H. Results of studies made from 1977 to 1984 to control erosion by cover crops and no-tillage techniques in Parana-Brazil. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, 8:253-263, 1986.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa/CNPSO, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1999. 412 p.

ERNANI, P.R.; GIANELLO, C. Diminuição do Alumínio trocável do solo pela incorporação de esterco de bovinos e camas de aviário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 7: 161-165, 1983.

FERNANDES, B.; GALLOWAY, H.M.; BRONSON, R.D.; MANNERING, J.V. Efeito de três sistemas de preparo do solo na densidade aparente, na porosidade total e na distribuição dos poros, em dois solos (Typic Argiaquoll e Typic Hapludalf). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 7: 329-333, 1983.

FERNANDES, I.C. **O sistema agroindustrial da soja no cerrado baiano: competitividade do segmento de processamento na região de Barreiras (BA)**. Campina Grande, 1998. (Monografia apresentada a II Curso de especialização em Agribusiness, Universidade Federal da Paraíba, Campus de Campina Grande, para a obtenção do Diploma de Especialista em Agribusiness).

FERRAZ, C.A.M.; CIA, E. Efeitos da mucuna e amendoim em rotação com o algodoeiro. **Bragantia**. Campinas, v. 36:1-9, 1977.

FRANCHINI, J.C.; BORKERT, C.M.; FERREIRA, M.M.; GAUDÊNCIO, C.A. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 24:459-67, 2000.

FREIRE, E.C. Algodão no cerrado. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1998. 29p. EMBRAPA-CNPA. Documentos, 57.

FREIRE, E.C.; FARIAS, F.J.C.; FERRAZ, C.T. Cultivares. In: EMBRAPA-CPAO. Algodão: informações técnicas. EMBRAPA-CNPA: Campina Grande, 1998. p.85-102. (EMBRAPA-CPAO, Circular técnica, 7)

GIANELLO, C.; ERNANI, P.R. Rendimento de matéria seca de milho e alterações na composição química do solo pela incorporação de quantidades crescentes de cama de frangos, em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 7: 285-290, 1983.

GONÇALVES, C.N. & CERETTA, C.A. Plantas de cobertura de solo antecedendo o milho e seu efeito sobre o carbono orgânico do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 23:307-313, 1999.

GONÇALVES, J.R.P.; BICUDO, S.J.; CRUCIOL, C.A.; SANTOS, J.R. Variações em algumas propriedades físicas de um solo sob sistema de plantio direto e preparo convencional em função do cultivo de adubos verdes no inverno. **REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA**, 13, 2000, Ilhéus. **Anais... Ilhéus: EDITORA.SBCS, 2000. (CD-ROM)**.

HARRIS, R.F.; CHESTERS, G.; ALLEN, D.N. Dynamic of soil aggregation. **Advances in Agronomy**, New York, 18:107-69, 1966.

HOLANDA, J.S. **Utilização de esterco e adubo mineral em quatro seqüências de culturas em solo da encosta basáltica do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 1981. 67p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

HOLANDA, J.S.; TORRES FILHO, J.; BEZERRA NETO, F. Alterações na fertilidade de dois solos adubados com esterco de curral e cultivados com caupi. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 8:301-304, 1984.

IGUE, K.; PAVAN, M.A. Uso eficiente de adubos orgânicos. In: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1984, Brasília, DF. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DEP, 1984. p.383-418

JORGE, J.A. Sistema de cultivo dos solos agrícolas. In: **__ Física e manejo dos solos tropicais**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1986. p.271-290

KEMPER, B. & DERPSCH, R. Results of studies made in 1978 and 1979 to control erosion by covers crops and no-till tillage techniques in Paraná, Brazil. **Soil Till. Res.**, 1:253-267, 1981.

KIEHL, E.J. **Contribuição para o estudo da poda e da decomposição de adubos verdes**. Piracicaba: 1960. 113 p. Tese (Livre do cência) - Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Ceres, 1985.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**: relação solo: água-plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p.

KLEPKER, D.; ANGHINONI, I. Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, p.395-401, 1995.

KRETZSCHMAR, R.M.; HAFNER, H.; BATIONO, A.; MARCHNER, H. Long-term and short-term effects of crop **residues** on aluminium toxicity, phosphorus availability and growth of pearl millet in acid sandy soil. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 136, p. 215-223, 1991.

LAL, R. Role of No-Till Farming in Sustainable Agriculture in the Tropics. In : ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1, 1993, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: IAPAR 1993. p.29-62, 1993.

LAL, R. Soil management in the developing countries. **Soil Science**, Baltimore, v.165, p.57-72, 2000.

LARSON, W.E.; ALMARAS, R.R. Management factors and natural forces as related to compaction. In: BARNES, K.K., **Compaction of agricultural soils**. St Joseph, ASAE. 1971. P. 367-430.

LUND, Z.F.; DOSS, B.D. Residual effects of dairy cattle manure on plant growth and soil properties. **Agronomy Journal**, Madison, v. 72, p. 123-30, 1980.

MACEDO, J. Os solos da região dos cerrados. In: ÁLVARES, V.H.V. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: SBCS, 1996. p. 135-155.

MACHADO, J.A. **Efeito do sistema convencional de cultivo na capacidade de infiltração da água no solo**. Santa Maria, RS. 1976. 135 p. Dissertação (Mestrado). Centro de Ciências Rurais - Universidade Federal de Santa Maria.

MACHADO, J.A.; BRUM, A.C.R. Efeito de sistemas de cultivo em algumas propriedades físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 2 :81-84, 1978.

MAFIOLETTI, R.L. **Formação de preços na cadeia agro-industrial da soja na década de 90**. Piracicaba, 2000. 95p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz", Universidade de São Paulo.

MANNERING, J.V.; MEYER, L.D. The effects of various rates of surface mulch on infiltration and erosion. **Soil Science Society America Proceedings**, v.27, p.84-86, 1963.

MARCHIORI, M.J.& MELO, W.J., Carbono, Carbono da biomassa microbiana e atividade enzimática em um solo sob mata natural, pastagem e cultura do algodoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 23:257-63, 1999.

MARKERT, R.C. **Efeitos do preparo sobre algumas propriedades físicas, químicas e biológicas de um Latossolo Vermelho da região de Cerrado**. Ilha Solteira, 2001, 64 p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista

MIYASAKA, S. Uso de resíduos orgânicos. In: SIMPÓSIO SOBRE ENERGIA NA AGRICULTURA, TECNOLOGIAS POUPADORAS DE INSUMOS, INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS E PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, 1, 1985, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FCAV-UNESP.

MIYASAKA, S.;CAMARGO, O .A., CAVALERI, P.A.;GODOY, I.J.; WERNER, J.C.; CURI, S.M.; LOMBARDI NETO, F.; MEDINA, J.C.; CERVellini, G.S.; BULISANI, E.A.; KAGE, H., **Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no estado de São Paulo**. Campinas: Fundação Cargill, 1984.

MUZILLI, O. Influência do sistema de plantio direto, comparado ao convencional, sobre a fertilidade da camada arável do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 7:95-102, 1983.

MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E.L.; CALEGARI, A. Economia de Nitrogênio pela adubação verde. In: MUZILLI, O.; OLIVEIRA, E.L.; CALEGARI, A. **Adubação no milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1989.

NUERNBERG, N.J. **Efeito de sucessões de culturas e tipos de adubação no rendimento e características de um solo na encosta basáltica sulriograndense**. Porto Alegre, 1983. 146 p. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Agronomia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

NUERNBERG, N.J.; STAMMEL, J.G.; CABEDA, M.S.V. Efeito de sucessões de culturas e tipos de adubação em características físicas de um solo da encosta basáltica sul-rio-grandense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 10, p. 185-190, 1986.

OLIVEIRA FILHO, J.M.; CARVALHO, M.A.; GUEDES,G.A.A. Matéria orgânica do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.13, n.147, p.22-24, 1987.

PARENTONI, S.N.; GAMA, E.E.G.; SANTOS, M.X.; LOPES, M. A.; ALVES, V.M.C.; BAHIA FILHO, A.F.C.; VASCONCELLOS, C. A.; MAGNAVACA, R.; PACHECO, C.A.P.; MEIRELLES, W.F.; GUIMARÃES, P.E. O.; SILVA, A. E.; NASPOLINI FILHO, W.; MORO, J.R.; VIANA, R.T.; PITTA, G.V. E.; FANCA, G. E.; RURCINO, A. A.; SOUZA, I.R.P.; ARRIEL, I. E.; MACHADO, A.T.; CORREA, L. A.; OLIVEIRA, A.C.; PRIVA, E. Adaptação de milho a solos ácidos: tolerância à toxidez de alumínio e eficiência no uso de nutrientes no programa de pesquisa da EMBRAPA-Milho e Sorgo. In: REUNION LATINO AMERICANA DEL MAIZ, 18, 1999, Sete Lagoas. **Memórias...** Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1999. p. 179-199.

PAULA, M.B.; ASSIS, R.P.; BAHIA, V.G.; OLIVEIRA, C.V. Efeitos do amnejo dos resíduos culturais, adubos verdes, rotação de culturas e aplicação de corretivos nas propriedades físicas e recuperação dos solos. **Informe Agropecuario**, Belo Horizonte, v.18, n. 191, p.66-70, 1998.

PAVINATO, A. ; AITA, C.; CERETTA, C.A. ; BEVILÁQUA, G.P. Resíduos culturais de espécies de inverno e o rendimento de grãos de milho no sistema de cultivo mínimo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.29, n.9, p.1427-1432, 1994.

PETRERE, C. Correção do solo e plantio direto. In: CURSO SOBRE ASPECTOS BÁSICOS DE FERTILIDADE E MICROBIOLOGIA DO SOLO SOB PLANTIO DIRETO. 1999. Cruz Alta – RS. **Resumos de palestras**. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1999. p. 5-18.

PÖTTKER, D; BEM, J.R., Calagem para uma rotação de culturas no sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.22, p.675-684, 1998.

PRADO, R.M. Saturação por bases e híbridos de milho sob sistema plantio direto. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n.2: 391-394, 2001.

RAIJ, B. van.; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agrônomo da Campinas, 1983. 31p. (Boletim Técnico, 81).

RESCK, D.V.S. Plantio direto desafios para os cerrados. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23., 1998, Caxambú. **Resumos...** Lavras: UFLA, 1998. p.32-33.

RESENDE, M., KER, J.V.C.; BAHIA FILHO, F.C. Desenvolvimento sustentado do cerrado. In: ÁLVARES, V.H.V. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. Viçosa, MG: SBCS ,1996. p.169-200, 1996.

RHEINHEIMER, D.S.; KAMINSKI, J.; LUPATINI, G.C.; SANTOS, E.J.S. Modificações em atributos químicos de solo arenoso... **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 22:713-21, 1998.

SABOYA, L.V. **A dinâmica locacional da avicultura e suinocultura no centro-oeste brasileiro**. Piracicaba, 2001, 146p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; BORGES, E.P.; PAIVA, C. Avaliação do sistema de plantio direto na sucessão de soja sobre pastagem de braquiária. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 25, 1995, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: SBCS, 1995. p.1816-1818.

SANCHEZ, P.A.; LOGAN, T.J. Myths and science about the chemistry and fertility of soils in the tropics. In: LAL, R.; SANCHEZ, P.A. (Ed.). **Myths and science of soil of the tropics**. Madison: SSSA/ASA, 1992. p.35-46. (Special Publication, 29).

SENA, J.O.A de, **Fertilidade de solo e rendimento de culturas em um solo na encosta basáltica sulriograndense, após cinco anos de exploração intensiva, submetido à adubação orgânica e mineral**. Porto Alegre, 1985. 127p. Dissertação (Mestrado)- Faculdade de Agronomia- Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SIDIRAS, N.; HENKLAIN, J.C. & DERPSCHE, R. Comparison of three different tillage system with respect to aggregate stability, the soil and water conservation and the yields of soybean and wheat on na oxisol. **Journal of Agronomy Crop Science**, 151:137-148, 1982.

SIDIRAS, N.; PAVAN, M.A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, 9:249-254, 1985.

SILVA, C.F. **Adubação nitrogenada e potássica na cultura do milho**. Ilha Solteira, 1999. 46p. (Trabalho de Graduação) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

SILVA, J.R.C. ; SILVA, F.J. Eficiência de dois níveis de adubação orgânica com esterco de galinha e bovino no rendimento de milho irrigado em solo aluvial vértico. REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 12, 1998, Fortaleza. **Resumos expandidos... Fortaleza: UFCE**, 1998. p.114-115.

SILVA, E.M.R.; ALMEIDA, D.L.; FRANCO, A.A. ; DÖBEREINER, J. A adubação verde no aproveitamento do fosfato em solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.9, p.85-88.

SILVA, N.M. Efeitos da rotação de culturas em algodão, no Estado de São Paulo. In: **Adubação verde no Brasil**. Campinas: Fundação Cargill, 1984.

SOUZA, Z. M. **Propriedades físicas e químicas de um LATOSSOLO Vermelho-escuro de Selvíria (MS) sob diferentes usos e manejos**. Ilha Solteira, 2000. 127p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; DIAS, O.S.; CAMPIDELLI, C.; BULISANI, E.A. Cultivo da soja após incorporação de adubo verde e orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.11: 1477-1483, 1992.

TESTA, V.M.; TEIXEIRA, L.A.J. & MIELNICZUK, J. Características químicas de um Podzólico Vermelho-Escuro afetadas por sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 16:107-114, 1992.

WISCHMEYER, W.H. **Conservation tillage to control water erosion**. Ankeny: Soil Conserv. Soc. Am., 1973.

WISCHMEYER, W.H. Cropping-managent factor evaluation for a universal soil-loss equation. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.24, n.4:322-6, 1960.



ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A.; SILVEIRA Jr, P. **Sistema de análise estatística para microcomputadores (SANEST)**. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1984. 151p.

Produtividade de leite em vacas leiteiras de diferentes raças e tipos de leite...

Cultura e prática de leite em vacas leiteiras de diferentes raças e tipos de leite...

Algoritmo de cálculo de produtividade de leite em vacas leiteiras de diferentes raças e tipos de leite...

Algoritmo de cálculo de produtividade de leite em vacas leiteiras de diferentes raças e tipos de leite...

Módulo de cálculo de produtividade de leite em vacas leiteiras de diferentes raças e tipos de leite...

Módulo de cálculo de produtividade de leite em vacas leiteiras de diferentes raças e tipos de leite...

ANEXO

Produtividade de massa seca de adubos verdes e braquiária, (10/07/2001).

| Cultura e preparo | Crotalária | Braquiária | kg ha ⁻¹ | |
|---------------------------------|------------|------------|---------------------|------------|
| | | | Milheto | Braquiária |
| Algodão em plantio direto | 129,23 | 5450,23 | 19,45 | 4870,75 |
| Algodão em preparo convencional | 597,15 | | 221,73 | |
| Milho em plantio direto | 164,86 | 5317,92 | 21,35 | 5179,58 |
| Milho em preparo convencional | 735,59 | | 207,25 | |





unesp 

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Câmpus de Ilha Solteira
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Av. Brasil, 56 Centro
15385-000 Ilha Solteira - SP
www.feis.unesp.br

