



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

“MODIFICAÇÕES DE PROPRIEDADES QUÍMICAS E AGREGAÇÃO DE UM LATOSSOLO DE CERRADO SOB SISTEMAS DE CULTIVO E ADUBAÇÕES ORGÂNICA E/OU MINERAL”

CID TACAOCA MURAISHI

Orientadora: Prof^a Dr^a Marlene Cristina Alves

Tese apresentado à Faculdade de Engenharia, UNESP – Campus de Ilha Solteira, para obtenção do título de Doutor em Agronomia – Especialidade: Sistema de Produção.

ILHA SOLTEIRA - SP
Dezembro 2006

FICHA CATALOGRÁFICA

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

M972m	Muraishi, Cid Tacaoca Modificações de propriedades químicas e agregação de um latossolo de cerrado sob sistemas de cultivo e adubações orgânica e/ou mineral / Cid Tacaoca Muraishi. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2006 104 p. : il. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2006 Orientador: Marlene Cristina Alves Bibliografia: p. 70-85 1. Esterco bovino. 2. Lodo de esgoto. 3. Solos - Manejo. 4. Plantio direto.
-------	---

o mundo não está ameaçado pelas más pessoas,

mas sim por aqueles que permitem a maldade.

(Albert Einstein)

Cada um de nós é um anjo com apenas uma asa,

e só podemos voar se nos abraçamos uns aos outros.

(Luciano de Crescenso)

DEDICO

A DEUS

A minha futura noiva Tatiana Midori Harada
que sempre me apoiou e incentivou na luta pelos meus
objetivos, que sempre esteve ao meu lado, em todos os
momentos de minha vida.

OFEREÇO

Aos meus pais Shiromo Muraishi
e Amélia T. Muraishi, à minha irmã Lucia e
ao meu sobrinho Rafael e a todos meus
amigos que me incentivaram e apoiaram de
forma direta ou indireta, em silêncio ou em
palavras.

AGRADECIMENTOS

- ✓ Em especial à Professora Dra Marlene Cristina Alves, por todos estes anos de orientações, ensinamentos, companheirismo, amizade, compreensão e incentivo.
- ✓ Ao professor e grande amigo Edson Lazarini pelos anos de convivência e paciência e a todos os professores da FE de Ilha Solteira, que contribuíram para minha formação, tanto profissional quanto pessoal.
- ✓ Ao Sr. Valdivino dos Santos, pela amizade e ajuda em todos os trabalhos de campo.
- ✓ Aos funcionários da Seção Técnica Acadêmica.
- ✓ Ao Sr. João Josué Barbosa e demais funcionários da biblioteca da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP.
- ✓ Aos supervisores da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) da Faculdade de Ilha Solteira – UNESP pela concessão da área para realização deste trabalho, e a todos os seus funcionários que participaram na realização do mesmo.
- ✓ Aos amigos de república Maurício Rotundo, Tiago Mendes Faria, Aguinaldo José F. Leal, Germison V. Tomquelski, e principalmente meu grande amigo Leandro R. Rodrigues, que mesmo longe, provou que a amizade e companheirismo é um das principais virtudes de uma pessoa.
- ✓ Enfim, quero agradecer as pessoas que de algum modo fizeram parte da minha vida e que sem dúvida dividiram comigo momentos bons e momentos ruins, pois são desses momentos que tiro as lições de vida e otimismo que preciso.

MODIFICAÇÕES DE PROPRIEDADES QUÍMICAS E AGREGAÇÃO DE UM LATOSSOLO DE CERRADO SOB SISTEMAS DE CULTIVO E ADUBAÇÕES ORGÂNICA E/OU MINERAL

Autor: Cid Tacaoca Muraishi

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marlene Cristina Alves

RESUMO

O solo é um dos recursos de fundamental importância para a produção de alimentos e matéria prima, portanto, a sua recuperação e conservação para a manutenção de sua qualidade, são primordiais para garantir a sustentabilidade do sistema. Neste sentido o presente trabalho teve por objetivo estudar as modificações de propriedades químicas e agregação de um Latossolo Vermelho de Cerrado, sob manejo com adubação orgânica e/ou mineral e com diferentes sistemas de cultivo. O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Estadual Paulista – UNESP, localizada no município de Selvíria, MS, nos anos agrícolas 2003/04 e 2004/05. Os tratamentos constaram de três sistemas de cultivo do solo (convencional; cultivo mínimo e semeadura direta) e seis adubações (testemunha - sem adubação; adubação mineral-70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O; adubação orgânica - esterco bovino-20 Mg ha⁻¹; ½ adubação orgânica (esterco bovino)+ ½ da adubação mineral recomendada; 20 e 30 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto). No ano 2003/04 foi utilizada a soja como cultura e em 2005/06 o sorgo forrageiro. Avaliaram-se as propriedades químicas e a estabilidade de agregados em

água, bem como a produtividade e massa de 100 grãos para a cultura da soja e, massa seca da cultura do sorgo forrageiro. As propriedades químicas do solo foram modificadas no primeiro ano após as adubações orgânicas e/ou mineral, porém, no segundo ano atingiram níveis semelhantes ao início da pesquisa, com exceção do P e K. O manejo com a semeadura direta levou a um acréscimo nos níveis de K no solo. A agregação do solo foi modificada após 2 anos, sendo que os manejos com semeadura direta e cultivo mínimo apresentaram os melhores resultados, quanto aos adubos mineral e orgânicos, estes se destacaram em relação a testemunha. Para a massa de 100 grãos a utilização de adubos minerais e orgânicos proporcionou melhores resultados em comparação a testemunha, no entanto, para a produtividade foram semelhantes. Para produção de massa seca de sorgo o cultivo convencional foi melhor do que a semeadura direta e, o cultivo mínimo foi semelhante a ambos.

Palavras-chave: Esterco bovino, lodo de esgoto, manejo do solo, semeadura direta, soja, sorgo.

**CHEMICAL PROPERTIES MODIFICATIONS AND AGGREGATE OF
OXISOL SAVANNAH UNDER SYSTEMS OF CULTIVATION AND
ORGANIC MANURINGS AND/OR MINERAL**

Author: Cid Tacaoca Muraishi

Advisor: Prof^a. Dr^a. Marlene Cristina Alves

ABSTRACT

The soil is one of the resources of fundamental importance for the production of foods and matter excels, therefore, this conservation and recovery for the maintenance of quality are primordial to guarantee the sustainability of the system. In this sense the present work had for objective to study the modifications of chemical properties and of the aggregation of a soil after two years of management with organic manuring and/or mineral under different preparation systems. The experiment was carried out in Selvíria, state of the Mato Grosso do Sul, Brazil, during the agricultural years of 2003/04 and 2004/05. The treatments were: Conventional-tillage, chisel tillage and no-tillage besides six manurings: control (no manuring), manuring mineral, organic manure, organic+mineral, 20 and 30 Mg ha⁻¹ of sewage sludge. In the first year the culture was soybean and, at the next year, sorghum, being evaluated the chemical properties of an Oxisol. The chemical properties and the aggregate stability of an Oxisol of Savanna were evaluated, as well as the sorghum dry matter and production and mass of 100 grains for soybean. It was observed that there was increase in the rates of P, K, potential acidity and decrease of the pH, when the sewage sludge was applied. The no-till provided better results for K in the soil. After two years of the application of the

fertilizers, organic and/or mineral, an improvement was observed in the chemical properties of the soil in comparison with initial analysis. Regarding the aggregate stability of the soil, organic fertilizers and/or minerals and no-till and the minimum cultivation provided a better aggregation of the soil. To weight of 100 soybean grains there was significant difference try use of organic and mineral fertilization; however it was not observed for the production. To dry matter of sorghum the conventional preparation presented the largest values compared to the no-till and, the minimum preparation was similar the both.

Key words: manure bovine, sewage sludge, soil management, no-tillage, soybean, sorghum.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização química do solo da área experimental antes da implantação do experimento, em outubro/2003.....	40
Tabela 2 - Propriedades parasitológicas do lodo de esgoto em função de número de ovos de helmintos por grama de massa seca.....	45
Tabela 3 - Propriedades parasitológicas do lodo de esgoto após 15 dias em função de número de ovos de helmintos por grama de massa seca.	46
Tabela 4 - Propriedades químicas do lodo de esgoto utilizado.	46
Tabela 5 - Metais pesados presentes no lodo de esgoto utilizado.	47
Tabela 6 - Propriedades químicas do esterco bovino utilizado.	48
Tabela 7 - Valores de F e coeficiente de variação para os teores de P, M.O., K e valores de pH, em função do ano de amostragem, preparo do solo e adubação. Selvíria, safra 2003/04 e 2004/05.....	52
Tabela 8 - Valores de F e coeficiente de variação para os teores de Ca, Mg, H+Al e Al em função do ano de amostragem, preparo do solo e adubação. Selvíria, safra 2003/04 e 2004/05.	53
Tabela 9 - Valores de F para os valores de SB, CTC e V % em função do ano de amostragem, preparo e adubação. Selvíria, safra 2003/04 e 2004/05.	54
Tabela 10 - Propriedades químicas do solo em função dos tratamentos e camadas de solo estudadas. Selvíria, MS, safra 2003/04 e 2004/05.	57
Tabela 11 - Propriedades químicas do solo para diferentes camadas de solo em função dos anos. Selvíria, safra 2003/04 e 2004/05.	58
Tabela 12 - Desdobramento da interação entre ano de amostragem x adubação para os teores de fósforo em diferentes camadas de solo. Selvíria, safra 2003/04 e 2004/05.	59

Tabela 13 - Desdobramento da interação entre ano de amostragem x preparo para os teores de potássio na camada de 0,05 – 0,10 m. Selvíria, safra 2003/04 e 2004/05.....	60
Tabela 14 – Valores de F para DMP e classes de tamanho de agregados em função do preparo e adubação. Selvíria, safra 2004/05.....	61
Tabela 15 - Valores de F para classes de tamanho de agregados em função do preparo e adubação. Selvíria, safra 2004/05.....	62
Tabela 16 - Valores médios de DMP e distribuição de tamanho de agregados em porcentagem, em função de diferentes tratamentos. Selvíria, safra 2004/05.	64
Tabela 17 - Valores médios para massa de 100 grãos e produtividade da soja para os tratamentos estudados. Selvíria, safra 2003/04.	65
Tabela 18 - Valores médios de massa seca (MS) para a cultura do sorgo em função dos tratamentos. Selvíria, safra 2005/06	66

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Área experimental com braquiária antes da implantação da pesquisa (15/11/03).	40
Figura 2 - Croqui da área experimental	42
Figura 3 - Soja em estágio R3 (formação de vagens) em 05/03/04.....	43
Figura 4 - Sorgo na época em que foi feita a coleta de fitomassa	44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Hipótese de Trabalho.....	17
2. OBJETIVO	18
3. REVISÃO DE LITERATURA	19
3.1. Solos do cerrado	19
3.2. Efeitos do manejo do solo nas suas propriedades físicas	22
3.3. Condições físicas do solo favoráveis ao desenvolvimento das plantas	24
3.4. Alterações de propriedades físicas e químicas do solo por materiais orgânicos	26
3.5. Uso do Lodo de esgoto na agricultura	29
3.6. Uso de esterco bovino na agricultura	31
3.7. Uso e manejo do solo e a estabilidade de agregados	33
3.8. Importância da cultura do sorgo	35
3.9. Importância da cultura da soja.....	36
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	38
4.1. Localização e caracterização da área experimental	38
4.2. Histórico da área experimental e esquema da pesquisa.....	39
4.3. Propriedades do lodo de esgoto	44
4.3.1. Propriedades parasitológicas	44
4.3.2. Propriedades microbiológicas.....	45
4.3.3. Propriedades químicas do lodo de esgoto	46
4.3.4. Metais pesados presentes no lodo utilizado.....	47
4.4. Propriedades químicas do esterco bovino utilizado	48

4.5.	Determinações	48
4.5.1.	Estabilidade de agregados do solo em água	48
4.5.2.	Propriedades químicas do solo	49
4.5.3.	Análise de massa de 100 grãos e produtividade de grãos de soja	49
4.5.4.	Fitomassa do sorgo	49
4.5.5.	Ánálise estatística	50
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
6.	CONCLUSÕES	68
7.	REFERÊNCIAS	70
8.	APÊNDICE	86
9.	ANEXOS	90

1. INTRODUÇÃO

Com o grande crescimento populacional, surge a necessidade de aumentar a produção de alimentos no mundo. No Brasil, uma das opções é a expansão da agricultura e o aumento da produtividade nos cerrados; porém nesta região os solos possuem limitações para produção agrícola devido à baixa fertilidade e elevada acidez associada a veranicos e à falta de água disponível na prolongada estação seca.

A pecuária é uma das atividades mais importantes na região dos Cerrados, com cerca de 44 % do rebanho nacional; cuja base alimentar é a pastagem cultivada. Contudo, aproximadamente 80 % das pastagens do Cerrado encontram-se em algum grau de degradação (BARCELLOS, 1996).

A degradação das pastagens é um processo de perda de vigor e produtividade da forrageira, sem possibilidade de recuperação natural, que afeta a produção e o desempenho animal, e culmina com a degradação do solo e dos recursos naturais em função de manejos inadequados. Sua causa está relacionada com diversos fatores, dentre

eles, má escolha da espécie forrageira, má formação inicial, falta de adubação, de manutenção e manejo inadequado da pastagem. Associado a estes fatores, o fato de haver intenso pisoteio por animais leva a um aumento da densidade do solo e maior susceptibilidade à degradação, reduzindo a porosidade total, a taxa de infiltração, diminuindo o teor de matéria orgânica no solo, aumentando a compactação e levando à menor disponibilidade de nutrientes. Estas alterações podem refletir-se no desenvolvimento do sistema radicular, e também na produção de massa da parte aérea das pastagens. A degradação da pastagem diminui a cobertura do solo e o deixa exposto à chuva e ao pisoteio do gado.

Os diferentes implementos disponíveis para o preparo do solo provocam alterações nas suas propriedades físicas com conseqüências indiretas nas químicas, e biológicas. Cada implemento trabalha o solo de maneira própria, alterando, de maneira diferenciada, estas propriedades (SÁ, 1998).

Com a finalidade de minimizar a poluição dos rios, tem-se feito o tratamento dos efluentes domésticos e industriais, cujo produto final é denominado lodo de esgoto. O seu manuseio e disposição final são as fases mais preocupantes do processo. O uso agrícola do lodo de esgoto, como fonte de nutrientes e matéria orgânica, é um método alternativo de disposição final desse resíduo, no qual se podem obter benefícios (BERTON et al., 1989; SILVA et al., 1998). O uso intensivo do solo com a cultura da soja e a falta de manejo adequado tem provocado reduções nos teores de matéria orgânica e aumentado a acidez dos solos como conseqüência, a ocorrência de deficiência de alguns micronutrientes essenciais à cultura da soja.

Uma vez que nos dias atuais exista a necessidade do produtor de diversificar, quanto às atividades existentes em sua propriedade, apesar da evolução da agricultura nossa região ainda tem a pecuária como principal atividade. A integração agricultura

pecuária vem surgindo como uma forma de opção, visto que se busca cada vez mais a sustentabilidade dos sistemas produtivos, surge, então, a idéia de se utilizar adubos orgânicos tais como o esterco bovino, como fonte de nutrientes para as plantas.

O sorgo, na região central do Brasil, devido à sua rusticidade e pouca necessidade de água, apresenta-se como opção viável para aumentar o rendimento dos produtores. A aplicação de insumos é pequena e não há necessidade de alterações e investimentos no maquinário. Neste caso, o sorgo entra com o aproveitamento das condições residuais deixadas pela soja. Com esse cultivo, há maior exploração do solo por ano agrícola, sendo necessário avaliar as alterações na sua fertilidade, inclusive em função da qualidade do resíduo de sorgo, que poderá influenciar os plantios subsequentes.

1.1. Hipótese de Trabalho

Na busca de inovações tecnológicas para a agricultura, baseadas na sustentabilidade, enquadram-se a preocupação com as pastagens degradadas na região do Mato Grosso do Sul; o problema ambiental gerado pelos resíduos do tratamento das águas residuárias; o manejo do solo e o efeito do preparo intensivo. Neste sentido desenvolveu-se este trabalho baseado nas seguintes hipóteses:

- a recuperação de pastagem degradada com o uso de lodo de esgoto, em curto prazo, modifica as propriedades químicas e agregação do solo, obtendo melhores resultados do que a adubação com esterco bovino e/ou mineral;
- os sistemas de preparo conservacionistas são melhores para a introdução do sistema de integração lavoura-pecuária;
- a soja e o sorgo são culturas opcionais no planejamento da recuperação da pastagem.

2. OBJETIVO

O trabalho teve como objetivo estudar as modificações de propriedades químicas e da agregação de um Latossolo Vermelho de Cerrado sob manejo com adubação orgânica e/ou mineral e com diferentes sistemas de cultivo, utilizando-se soja e sorgo.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Solos do cerrado

No Brasil, são descritos seis grandes biomas: o Cerrado, os Campos e Florestas Meridionais, a Floresta Atlântica, a Caatinga, a Floresta Amazônica e o Pantanal, sendo a localização geográfica destes, condicionada predominantemente pelos fatores climáticos, como a temperatura, a pluviosidade e a umidade relativa, e em menor escala pelo tipo de substrato (RIBEIRO e WALTER, 1998).

O Cerrado é o segundo maior bioma do País, apenas superado em área pela Floresta Amazônica. Originalmente, abrangia 22 % do território brasileiro, o bioma cerrado possui aproximadamente 1,8 milhões de km², representada pelas regiões do Brasil Central e Centro Oeste, é hoje responsável pela produção de 35 % de grãos do país (soja e milho) e com uma pecuária em franca evolução. Os solos desta região são

predominantemente latossolos, cerca de 85 % da área, de baixa fertilidade (Demattê e Demattê, 1993), sendo aproximadamente 136 milhões de hectares destinados a produção animal, gerando 40 % da carne e 12 % do leite produzidos no país (CORRECHEL et al., 1999).

Os solos de cerrado, em seu estado natural, geralmente apresentam baixa produtividade devido à elevada saturação por alumínio, baixos teores da maioria dos nutrientes minerais necessários ao desenvolvimento das plantas, baixos teores de matéria orgânica, conferindo-lhes baixa CTC e alta capacidade de fixação do fósforo. A região do cerrado ocupa o equivalente a um quarto do território nacional. Estima-se que a maior parte desta área seja potencialmente agricultável. Um dos desafios da agricultura nos solos da região do cerrado é o manejo da adubação das culturas de importância econômica em semeadura direta, e especialmente o nitrogênio, que é amplamente requerido por estas culturas (CAMPOS, 2006).

Solos ácidos e com alta saturação por Al, apresentam problemas na solubilidade de seus compostos, principalmente nutrientes, sendo que, no caso do P, com o abaixamento do pH ocorre diminuição em sua disponibilidade para as plantas. Outro ponto importante nestes solos é a CTC, ou seja, eles são ricos em sesquióxidos, gibbsite e caulinita, cuja quantidade de cargas negativas é baixa resultando em baixa CTC, sendo que em alguns casos, apresenta cargas positivas, aumentando a adsorção de ânions como o ortofosfato. Para minimizar estes problemas, práticas adequadas de manejo do solo, fertilizantes e plantas devem ser adotadas (FERNANDES e MURAOKA, 2002).

Os elevados índices de produtividade e a maior rentabilidade, de acordo com Wutke et al. (2000) dependem fundamentalmente da capacidade produtiva dos solos. Assim, a associação de práticas agrícolas, tais como a calagem, a rotação de culturas e a adubação verde, objetivam proporcionar modificações nos teores de nutrientes, na estrutura, na porosidade, na agregação e na densidade do solo, bem como na infiltração e disponibilidade

de água, tendo em vista o adequado crescimento radicular da cultura. De acordo com Andreola et al. (2000 b), além das práticas acima citadas, outras práticas de manejo de solos e de culturas, tais como o cultivo mínimo, semeadura direta, adubação orgânica, consorciação, dentre outras, têm sido recomendadas com o objetivo de reverter o processo de degradação física dos solos agrícolas.

Beutler et al. (2001) afirmaram que em solos tropicais, na região dos cerrados, as temperaturas mais elevadas aceleram a decomposição da matéria orgânica, levando à necessidade de contínuo aporte da mesma para manter a estrutura do solo em condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas, sendo de fundamental importância estudos que visem incluir culturas de rotação e de cobertura vegetal, objetivando a melhoria das propriedades físicas do solo importantes para a manutenção da sua qualidade, da produtividade e da sustentabilidade ambiental. Estudos recentes indicam que a adequada cobertura do solo por resíduos culturais pode prevenir sua erosão, manter o conteúdo de matéria orgânica e permitir a sustentabilidade das culturas. Para manter a cobertura do solo com palha, recomenda-se o uso de sistema de manejo conservacionista como a semeadura direta, com economia de tempo, combustível e trabalho.

As intensidades de revolvimento do solo e de incorporação dos resíduos culturais promovem modificações nos teores de matéria orgânica, na capacidade de troca de cátions, no pH, na dinâmica dos íons e na agregação do solo. Estas modificações tornam-se mais evidentes, conforme aumenta o tempo de uso da área (TOGNON et al., 1997; DE MARIA et al, 1999). Neste sentido, para amenizar os efeitos negativos da mobilização do solo, surgem os sistemas de preparos conservacionistas.

3.2. Efeitos do manejo do solo nas suas propriedades físicas

Todo solo apresenta, em seu estado natural, propriedades físicas e químicas definidas em função da rocha matriz, processos pedogenéticos, tipos de vegetação natural, topografia etc. A alteração da vegetação natural e o uso da mecanização intensiva favorecem alterações nas propriedades do solo levando ao processo de degradação. Dependendo das condições de uso e manejo no processo produtivo, as propriedades físicas do solo podem ser modificadas, evoluindo para situações positivas ou negativas ao crescimento e produtividade (SILVEIRA et al., 1999). Dentre as propriedades físicas do solo que são afetadas pelo sistema de manejo, tem-se: porosidade total, densidade do solo, agregação das partículas do solo, diâmetro e distribuição dos poros, capacidade de drenagem e retenção de água no solo, condutividade hidráulica, disponibilidade de água e nutrientes, temperatura, matéria orgânica e a atividade biológica.

Dentre as técnicas modernas adotadas para o sucesso da agricultura, a mecanização intensa tem sido uma constante. Entretanto, muitas vezes a produtividade é comprometida pelo excesso ou pela inadequação de práticas a que o solo é submetido, desde o seu preparo até a colheita da cultura que nele estabeleceu. Embora o objetivo do preparo do solo seja alterar algumas de suas propriedades físicas, conferindo-lhes novas condições que favoreçam o crescimento e desenvolvimento das plantas, via de regra tem proporcionado deterioração dessas propriedades (CENTURION e DEMATÊ, 1992).

Segundo Bertol et al. (2001) em solos intensamente cultivados o surgimento de camadas compactadas determina a diminuição do volume de poros ocupado pelo ar e o

aumento na retenção de água. Em decorrência disto, foi observado pelos autores diminuição da taxa de infiltração de água no solo, com conseqüente aumento das taxas de escoamento superficial e de erosão.

Segundo Andreola et al. (2000 a) para solos compactados recomenda-se a aplicação de matéria orgânica nas suas diferentes formas (adubos verdes, esterco de animais, compostagem, tortas ou resíduos diversos), que além de reduzir a compactação e a densidade do solo há um aumento da macroporosidade e porosidade total, facilitando a movimentação de ar e água, infiltração de água no solo e drenagem em solos argilosos, e melhora a penetração do sistema radicular.

Os diferentes sistemas de manejo do solo têm a finalidade de criar condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas. Todavia, o desrespeito às condições mais favoráveis (solo úmido – consistência friável) para o preparo do solo e o uso de máquinas cada vez maiores e pesadas para essas operações podem levar a modificações da sua estrutura, causando-lhe maior ou menor compactação, que poderá interferir na densidade do solo, na porosidade, na infiltração de água e no desenvolvimento radicular das culturas, e, conseqüentemente, reduzir sua produtividade (DE MARIA et al., 1999).

A semeadura direta, por ser um sistema conservacionista de preparo do solo, contribui significativamente para diminuição da erosão. Por ser um processo de semeadura em solo não revolvido, no qual a mobilização é efetuada apenas na linha de semeadura, mantendo os restos culturais da cultura anterior na superfície, protege o solo contra a chuva e permite maior infiltração de água no perfil. O solo coberto com resíduos culturais apresenta melhorias em sua estrutura na camada superficial, devido ao aumento de umidade e de matéria orgânica e à proteção contra chuva e enxurrada (DE MARIA e CASTRO, 1993).

3.3. Condições físicas do solo favoráveis ao desenvolvimento das plantas

Segundo Oliveira et al. (2003) o condicionamento físico do solo é a operação mais importante porque atua diretamente sobre a sua estrutura, afetando uma série de outras propriedades, especialmente a densidade do solo e sua porosidade, as quais tendem a se diferenciar de sua condição natural com o decorrer do tempo. O efeito do condicionamento do solo nas suas propriedades físicas varia consideravelmente conforme o tipo de equipamento empregado, o tipo de solo e umidade no momento da operação. É importante conhecer esses efeitos, pois, ao afetar a densidade do solo e a porosidade, interfere diretamente no desenvolvimento e na produtividade das culturas (SILVEIRA et al., 1999).

Para Pedroti et al. (2001) o condicionamento físico do solo, além de proporcionar melhores condições de semeadura, visa controlar plantas invasoras, pragas e doenças e melhorar as propriedades físicas do solo. Com isto busca principalmente, maior infiltração de água, movimentação de ar e redução da resistência mecânica do solo à penetração. No entanto, esses objetivos nem sempre são alcançados, principalmente quando o cultivo é inadequado e intenso. Ainda de acordo com os mesmos autores estes ressaltam que os condicionamentos físicos do solo considerados convencionais, como preparo intensivo com o uso de arados, grades e subsoladores, além de exigir o uso cada vez mais intenso de fertilizantes, corretivos e pesticidas são os responsáveis pela degradação física, química e biológica do solo. Ocorre a pulverização excessivamente da camada arável, formando camadas compactadas subsuperficialmente, resultando em perda da capacidade produtiva e redução da matéria orgânica.

Segundo Moreira (1997) os condicionadores físicos conservacionistas do solo são definidos por um conjunto de sistemas de manejo que reduzem a perda de solo e água em relação ao preparo convencional, que não provocam inversão da camada arável e que mantêm os restos vegetais na superfície do solo. O cultivo mínimo e o sistema semeadura direta são formas de condicionamentos físicos conservacionistas do solo que envolvem todas as técnicas recomendadas para a produtividade. Conservam ou melhoram continuamente o ambiente e consistem na mínima mobilização em toda área de plantio ou na mobilização apenas na linha de semeadura, com o solo parcialmente ou totalmente coberto com plantas de cobertura ou restos culturais (HERNANI e SALTON, 1998; CURY, 2000; FURLANI, 2000).

Segundo Assis e Bahia (1998) escarificação é o rompimento do solo na camada arável, que além de ser uma técnica de condicionamento físico reduzido, é também uma prática conservacionista de grande importância. De acordo com a EMBRAPA (2002) a escarificação, como alternativa de condicionamento físico do solo, substitui, com vantagem, a aração e a gradagem pesada, além de possibilitar a permanência de resíduos orgânicos na superfície do solo.

Tormena et al. (2002) trabalhando em Latossolo Vermelho Distroférrico de Araruna (PR) verificaram maiores valores de densidade do solo e menores de macroporosidade do solo na camada de 0-0,10 m na semeadura direta e cultivo mínimo (escarificação com 0,30 m), em relação ao preparo convencional (arado de aivecas com 0,25 m e grade niveladora). Silveira et al. (1999) estudaram diferentes sistemas de condicionamentos físicos do solo e concluíram que a grade aradora diminui a densidade do solo na camada superficial (0-0,10 m), e o arado de aiveca, nas camadas mais profundas (0,10-0,20 e 0,20-0,30 m); e a semeadura direta aumentou a densidade do solo e diminuiu a macroporosidade na sua camada superficial.

3.4. Alterações de propriedades físicas e químicas do solo por materiais orgânicos

Baver et al. (1973) relatam que à medida que se adiciona material orgânico ao solo, a atividade microbiana é intensificada, resultando em produtos que desempenham função na formação e estabilização (agentes cimentantes) dos agregados. Os efeitos benéficos sobre essa agregação são os resultados da atividade conjunta dos microrganismos, da fauna e da vegetação. O material orgânico, em si, sem transformações biológicas, tem efeito muito pequeno, se é que tem algum, na estrutura do solo. As culturas adequadamente manejadas, especialmente em sistema de rotação, são agentes importantes na agregação do solo. Segundo estes autores, o cultivo de gramíneas apresenta considerável efeito de agregação devido à extensão de seu sistema radicular.

De acordo com Malavolta (1979) os adubos verdes aumentam a matéria orgânica, devolvem às camadas superiores os elementos nutritivos que as raízes absorveram e foram encaminhadas para a parte aérea; melhoram a estrutura do solo e retêm os nutrientes que seriam perdidos por lixiviação (arrastamento pelas águas da chuva).

Diversos são os trabalhos que mostram as alterações no solo provocadas pela aplicação de materiais orgânicos. Do ponto de vista químico, segundo Glória (1992), esta aplicação pode provocar alterações no pH e aumento das cargas negativas do solo (conseqüentemente da CTC). Além disso, o autor afirma que a utilização de resíduos permite a reciclagem de nutrientes e contribui para o solo em termos de matéria orgânica, que está presente em elevada concentração nesses materiais. Comumente

ocorrem também alterações em propriedades físicas do solo associadas ao aumento do conteúdo de matéria orgânica proporcionadas pela aplicação de resíduos.

Trabalhos antigos como de Bouyoucos (1939) já evidenciavam efeitos de materiais orgânicos em propriedades físicas do solo. Utilizando 100 g de 7 solos e acondicionando a cada um deles as quantidades 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 g de solo orgânico, turfa ou esterco de curral, Bouyoucos (1939) verificou aumento na água disponível às plantas com o aumento da dose do material aplicado. O efeito foi proporcionalmente maior quanto mais arenoso era o solo, ou seja, quanto menor a sua capacidade de retenção original. Neste caso, mediu-se apenas a transferência da capacidade de retenção de água dos resíduos, para o solo. Pode-se, portanto, evidenciar duas maneiras pelas quais a matéria orgânica age sobre as propriedades físico-hídricas do solo. A primeira é pela sua ação cimentante, a qual leva à manutenção das alterações estruturais induzidas pelo revolvimento do solo durante o preparo. A segunda é pela transferência ao solo de suas propriedades intrínsecas denominadas efeito mistura.

O resultado final da incorporação de um resíduo ao solo será devido ao balanço entre a ação cimentante e o efeito mistura. A predominância de um ou outro será basicamente função da quantidade aplicada. Se a quantidade aplicada for pequena, pode-se esperar a predominância da ação cimentante, afetando a estrutura do solo. Caso a quantidade aplicada seja mais elevada, a transferência das propriedades do resíduo para o solo pelo efeito mistura pode ter um significado mais pronunciado.

Souza et al. (2005) observou que para a resistência do solo à penetração e umidade do solo, a análise de variância não mostrou interação entre doses de lodo de esgoto e a profundidade em dois diferentes tipos de solos. A aplicação de até 50 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto não alterou significativamente a resistência do solo à penetração e a umidade nos solos estudados. Já Aggelides e Londra (2000) verificaram menor

resistência do solo à penetração a partir da aplicação de $78 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de uma mistura de 62 % de lixo doméstico, 21 % de lodo de esgoto e 17 % de serragem a 0,15 m de profundidade em um solo argiloso. Neste sentido, não observaram diferença nos valores de resistência à penetração quando os solos apresentavam mais de 300 g dm^{-3} de argila de acordo com a variação de 1,6 a $57,7 \text{ g dm}^{-3}$ do teor de matéria orgânica, sendo verificada a influência desta em solos arenosos.

Melo et al. (2004) testando diferentes dosagens de lodo de esgoto verificaram que a densidade de um Latossolo Vermelho Distrófico diminuiu significativamente apenas com dose de 50 Mg ha^{-1} de lodo de esgoto, na camada de 0,0-0,1 m. Para macroporosidade apresentou valores superiores a partir de $47,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ e 50 Mg ha^{-1} em Latossolo Vermelho Distrófico e Latossolo Vermelho Eutroférico argiloso, respectivamente, e apenas na camada de 0,0-0,1 m. Navas et al. (1998) também observaram que a aplicação de 40 Mg ha^{-1} de lodo de esgoto em um solo de textura média promoveu redução da densidade do solo, e Lindsay e Logan (1998) verificaram que a aplicação de 60 Mg ha^{-1} , em quatro anos, promoveu redução da densidade do solo no último ano.

Silva et al. (2004) trabalhando com esterco bovino e cultura do milho observaram que para a densidade do solo, houve efeito apenas para as camadas de solo estudadas. Na camada de 0-0,20 m ($1,46 \text{ kg dm}^{-3}$) a mesma foi superior à camada de 0,20-0,40 m ($1,34 \text{ kg dm}^{-3}$). Para densidade de partículas não houve efeitos de camadas de estudos no solo, ou da aplicação de doses de esterco (a densidade média foi de $2,62 \text{ kg dm}^{-3}$). A porosidade total foi maior na camada de 0,20-0,40 m ($0,49 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) do que na de 0-0,20 m ($0,44 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$), mas ela não foi influenciada pela aplicação das doses de esterco.

O uso de cobertura vegetal como medida mitigadora dos impactos ambientais é uma opção coerente, prática e econômica embora apresente dificuldades de adaptações

inerentes ao novo sistema ecológico que se desenvolve no local de origem (NEVES et al. 2001).

3.5. Uso do Lodo de esgoto na agricultura

Um dos grandes problemas ambientais da atualidade é a alta produção de resíduos urbanos. A maior parte dos esgotos é lançada “in natura” nos cursos d’água e o lixo urbano depositado a céu aberto ou, em alguns casos, em aterros sanitários. Ambos causam odores desagradáveis, atraem animais e insetos transmissores de doenças e comprometem a qualidade dos recursos hídricos de determinadas regiões, podendo inclusive contaminar águas de abastecimento urbano. Os esgotos podem ser tratados, o que resolve apenas parte do problema, pois este processo gera uma grande quantidade de lodo de esgoto, um resíduo de consistência pastosa e composição predominantemente orgânica. Se a destinação final deste novo resíduo não for adequada, a eficiência ambiental do tratamento dos esgotos passa a ser reduzida. Neste sentido, o uso agrícola do lodo de esgoto é uma possibilidade. Quanto ao lixo, uma das alternativas para a redução do volume a ser descartado é a produção de composto orgânico, também com destinação agrícola (MOLINA, 2004).

A aplicação de lodo de esgoto na agricultura tem se tornado uma forma racional e promissora de sua utilização, uma vez que ele é um composto rico em nutrientes, principalmente fósforo (P) e nitrogênio (N). O P, apesar de seu elevado teor total nos solos brasileiros, é considerado um dos fatores limitantes à produção agrícola, em decorrência dos processos de adsorção e/ou fixação em colóides minerais e orgânicos a que está sujeito (Novais e Smyth, 1999) citado por Vieira et al. (2004). Os lodos de esgoto geralmente são pobres em potássio devido ao processo de obtenção, ao contrário

do fósforo que apresenta teores elevados e o que é importante cerca de 80 % está disponível no primeiro ano de aplicação (RAIJ et al., 1997).

Borges e Coutinho (2004) trabalhando com lodo de esgoto observaram que após a aplicação de lodo de esgoto houve um aumento no teor de matéria orgânica e pH do solo sem corretivo. Nascimento et al. (2004) avaliando as alterações químicas de um solo cultivado com milho e feijão utilizando lodo de esgoto constataram um aumento no teor de matéria orgânica, nitrogênio total, fósforo, cálcio e magnésio dos solos, com exceção dos teores de potássio e sódio que não foram alterados.

Resultados semelhantes encontrados por Silva Junior (2005), que avaliou as propriedades químicas de um Latossolo Vermelho utilizando adubações químicas e orgânicas, constatou que após a utilização de adubos orgânicos, constatou-se um aumento nos valores do pH e nos teores de fósforo no solo. Já Perecin Junior (2005), observou um aumento nos teores de fósforo e de alumínio trocável, ocasionando uma diminuição dos valores de pH.

Silva et al. (2001b) observaram que o lodo de esgoto melhora a fertilidade do solo pelo fornecimento de nutrientes, principalmente de Ca, P, S e Zn e pelo aumento da CTC efetiva, proporcionando melhor recuperação para o solo degradado.

Suzuki (2005) trabalhando em recuperação de um solo com adubo verde, lodo de esgoto e receitado com espécie arbórea, verificou que houve diferença significativa entre os tratamentos, para as propriedades químicas com exceção da matéria orgânica e do potássio.

Campos (2006) trabalhando com o uso do lodo de esgoto na reestruturação de um Latossolo Vermelho degradado, obteve os melhores resultados para o fator fósforo, quando se utilizou o lodo de esgoto, principalmente na dose de 60 Mg ha⁻¹.

3.6. Uso de esterco bovino na agricultura

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. 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: M.O. = 57,1 %; N = 1,67 %; P_2O_5 = 0,86 %; K_2O = 1,37 % e relação C/N = 32/1 (KIEHL, 1985).

Caetano e Carvalho (2006) avaliando a utilização de boro e esterco bovino na cultura da figueira observaram que a utilização de esterco bovino proporcionou uma diminuição nos teores de alumínio no solo e aumento nos teores de fósforo e potássio, a redução dos níveis de alumínio pode ocorrer por hidrólise, devido à complexação por ácidos orgânicos liberados por estes materiais. Os valores médios de CTC e os teores de micronutrientes e carbono não apresentaram efeito significativo das doses de esterco, assim como os valores de (H + Al) e de saturação em bases (V).

Para Souto et al. (2005) os benefícios no uso de esterco animal podem ser assim elencados: melhorias nas propriedades físicas do solo e no fornecimento de nutrientes; aumento no teor de matéria orgânica, melhorando a infiltração da água como também aumentando a capacidade de troca de cátions.

Silva et al. (2004) avaliando a utilização do esterco bovino na cultura do milho, observou que o valor do pH, os teores trocáveis de cálcio e magnésio e o teor de matéria orgânica foram maiores à profundidade de 0-0,20 m que os valores respectivos à

profundidade de 0,20-0,40 m. Houve um acréscimo nos teores de fósforo e não ocorreu diferença nos teores de potássio. Meneses (1993) citado pelo mesmo autor, também verificou aumentos lineares nos teores de potássio e fósforo, com o aumento da dose de esterco, mas ele verificou ainda aumentos do pH e dos teores de Mg e matéria orgânica. Os esterco foram muito utilizados no passado, mas com o advento dos adubos químicos o interesse pelos fertilizantes orgânicos diminuiu. Atualmente, a preocupação com a degradação ambiental renovou o interesse pelo uso dos esterco, ou seja, pela agricultura sustentável Sua função química é manifestada pela habilidade para interagir com metais, óxidos e hidróxidos metálicos e formar complexos orgânico-metálicos atuando como depósito de N, P e S. Em solos ácidos sob cerrado, o efeito da matéria orgânica na disponibilidade de fósforo aplicado tem caráter residual (ERNANI e GIANELLO, 1982).

O esterco de bovinos e a cama de frango, aplicados nas doses de 12 t há⁻¹ e 36 t há⁻¹ diminuíram o alumínio trocável de 5,4 para 4,8 e 2,5 meq/100g, respectivamente, mantendo 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 cálcio na diminuição de alumínio, ocasiona decréscimo em seus teores. Os benefícios às culturas são maiores nos primeiros meses após sua adição, quando o efeito é maior e o alumínio decrescido matem-se inalterado (ERNANI e GIANELLO, 1983).

Manningel (2002) avaliando o efeito de adubações verde, orgânica e mineral sob preparo convencional direto, observou que quando se comparou os preparos, o plantio direto proporcionou uma diminuição dos valores do pH e alumínio trocável e quanto a utilização de esterco, houve um acréscimo nos teores de fósforo e pH, quanto à matéria

orgânica não houve uma diferença significativa, resultados estes semelhantes aos encontrados por Silva Junior et al. (2005).

3.7. Uso e manejo do solo e a estabilidade de agregados

A degradação da estrutura causa ao solo perda das condições favoráveis ao desenvolvimento vegetal e o predispõe ao aumento de erosão hídrica. A rotação de culturas e o manejo do solo amenizam esses problemas e agem com o intuito de restaurar-lhe a estrutura. Diferentes práticas de manejo e sucessões de culturas induzem alterações nas propriedades do solo. A estabilidade dos agregados tem mostrado variação dependente do tipo de manejo do solo e das culturas (CAMPOS et al., 1995).

A formação e a estabilização dos agregados do solo ocorrem mediante a atuação de processos físicos, químicos e biológicos que, por sua vez, atuam por mecanismos próprios, nos quais são envolvidas substâncias que agem na agregação e na estabilização (SILVA e MIELNICZUK, 1997).

Dentre as propriedades físico-mecânicas do solo, salienta-se a formação de unidades estruturais compostas, ou agregados, as quais são separadas por superfícies de fraqueza e determinam a distribuição e o tamanho dos poros. Dessa forma, a estabilidade desses agregados decorre da aproximação e cimentação das partículas do solo mediante atuação de diversas substâncias de natureza mineral e orgânica, por meio de mecanismos físicos, químicos e biológicos (SILVA e MIELNICZUK, 1998). A intensidade desses mecanismos influencia a resistência das unidades estruturais ante as forças desagregantes, que podem ser advindas da abrasão por implementos agrícolas, do impacto das gotas de chuva, bem como do cisalhamento pelo fluxo de água, e, ou, pela

entrada de água nos agregados. Esses fatores são, em grande parte, alterados pelos sistemas de manejo adotados, não só por efeito direto do revolvimento mecânico ocasionado durante o preparo do solo, que favorece sua degradação, principalmente por ação da erosão hídrica, mas também pelas modificações no ambiente edáfico, por influência dos sistemas de culturas (LIMA et al., 2003).

O equilíbrio entre os fatores relacionados com a agregação do solo, diminuída notadamente com o preparo do solo, ou estimulada pela atuação de processos biológicos, é particularmente importante em solos com baixos teores de matéria orgânica e argila, como Argissolos com textura superficial arenosa e acentuado gradiente textural. Dessa forma, vários estudos recentes desenvolvidos na região sul do Brasil têm evidenciado a influência dos sistemas de manejo sobre propriedades físicas do solo, em especial sobre a forma e estabilidade dos agregados (SILVA et al. 2006).

A estabilidade dos agregados do solo pode ser resultado da ação de união mecânica por células e hifas dos organismos, dos efeitos cimentantes dos produtos derivados da síntese microbiana ou da ação estabilizadora dos produtos de decomposição que agem individualmente ou em combinação (BAVER et al., 1973). A agregação do solo pode sofrer alterações permanentes ou temporárias, demonstrando variação cíclica provocada por práticas de manejo de solo e culturas (Campos et al., 1999). A variação estacional da estabilidade estrutural do solo varia com processos físicos relacionados com o preparo do solo e tráfego de máquinas agrícolas, clima e crescimento de plantas.

A influência da matéria orgânica na agregação do solo é um processo dinâmico, sendo necessário o acréscimo contínuo de material orgânico para manter a estrutura adequada ao desenvolvimento das plantas. Sistemas de manejo de solo e de cultura,

adequadamente conduzidos, proporcionam o aporte de material orgânico por meio de resíduos vegetais, além da ação benéfica das raízes das plantas e proteção oferecida à superfície do solo (CAMPOS et al., 1995).

Perecin Junior (2005) avaliando as propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho tratado com lodo de esgoto e cultivado com sorgo observou que a utilização do Lodo de esgoto proporcionou uma melhor estabilidade de agregados em água nas camadas superficiais e teores de P, pH, K, Al e alumínio trocável.

Campos (2006), trabalhando com lodo de esgoto na reestruturação de um Latossolo vermelho, observou, que os tratamentos que não utilizaram o lodo proporcionaram menos valor de estabilidade de agregados, provavelmente devido o menor conteúdo de matéria orgânica no solo. A adição de matéria orgânica ao solo pode aumentar a agregação total e alterar a proporção de agregados estáveis em água (JORGE et al. 1991).

3.8. Importância da cultura do sorgo

O sorgo é uma planta anual pertencente à família *Gramineae*, de ciclo de verão, porte ereto, com período de desenvolvimento de 100 a 120 dias, apresentando maior resistência a falta de água que a cultura do milho (SAWAZAKI, 1998).

Visando estudar o comportamento de milho e sorgo no estado de Tocantins, em plantio direto na safrinha (após a colheita da soja), com três níveis de adubação e avaliar a produção de matéria seca para formação de palha e os efeitos da cobertura morta em parâmetros de fertilidade do solo, Collier et al. (2000) observaram que as produções de matéria seca e massa verde dos materiais de sorgo e milho foram

inferiores às regiões tradicionais do cerrado (Sul de GO, MS e DF), mas satisfatória considerando a época de menor disponibilidade hídrica, sendo que o sorgo se destacou com potencial de fornecimento de palha para o plantio direto.

O sorgo, na região central do Brasil, devido à sua rusticidade e pouca necessidade de água, apresenta-se como opção viável para aumentar o rendimento dos produtores. A aplicação de insumos é pequena e não há necessidade de alterações e investimentos no maquinário. Neste caso, o sorgo entra com o aproveitamento das condições residuais deixadas pela soja. Com esse cultivo, há maior exploração do solo por ano agrícola, sendo necessário avaliar as alterações na sua fertilidade, inclusive em função da qualidade do resíduo de sorgo, que poderá influenciar os plantios subsequentes (VASCONCELLOS et al. 2001).

3.9. Importância da cultura da soja

Em 2003, o Brasil figurou como o segundo produtor mundial de soja, responsável por 52,5 das 196,8 milhões de toneladas produzidas em nível global, ou seja, 26,7 % da safra mundial (DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS, 2004).

O aumento progressivo das produções de soja, fruto do uso intensivo de técnicas agrícolas, vem promovendo uma retirada crescente de micronutrientes dos solos, sem que se estabeleça uma reposição adequada. Associado a este fato, a má correção da acidez e o seu manejo inadequado, promovendo um decréscimo acentuado no teor de matéria orgânica, provavelmente estariam alterando a disponibilidade de macro e micronutrientes essenciais à nutrição da soja e ao perfeito estabelecimento da

associação *Bradyrhizobium* x soja. Para uma melhor eficiência desse processo simbiótico é indispensável à adubação fosfatada adequada, em consequência da forte influência deste elemento no metabolismo energético (Israel, 1987) citado por (Vieira et al. 2004).

Segundo Cardoso (2003) os produtores de soja vêm obtendo sucesso ao iniciar a cultura em pastagem de *Brachiaria decumbens* apenas dessecada, em solos primitivamente pobres de cerrado, dispensando a correção por calagem incorporada.

Um dos fatores que limitam a produtividade da soja é a acidez do solo. A maioria dos solos tropicais sob vegetação de cerrado onde esta leguminosa tem sua maior fronteira de expansão no Brasil tem perfil ácido e, conseqüentemente, teor de alumínio (Al) na solução e na forma trocável em níveis tóxicos para as plantas. Altos rendimentos agrícolas necessitam substratos que permitam o desenvolvimento das raízes sem obstáculos físicos e químicos. A pesquisa tem demonstrado que o desenvolvimento do sistema radicular pode ser severamente limitado devido à presença de quantidades apreciáveis de Al em solos ácidos. O calcário é comumente usado para neutralizar a acidez do solo. No entanto, a sua ação corretiva não ultrapassa as camadas superficiais do solo, impossibilitando o crescimento normal das raízes das plantas que necessitam de maior volume do solo a explorar, inclusive em profundidade. A consequência da presença de Al em nível tóxico no subsolo é o mau desenvolvimento das raízes. Infere-se que para uma alta produção é necessário o desenvolvimento de raízes nas camadas mais profundas para a absorção de água e de nutrientes (MASCARENHAS e TANAKA, 1995).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi desenvolvido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da Faculdade de Engenharia/UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS. A área experimental apresenta como coordenadas geográficas 51°22'W e 20°22'S aproximadamente e altitude de 335 m. O tipo climático é Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura e precipitação média anual de 24,5° C e 1232 mm respectivamente, e umidade relativa média de 64,8 %. O solo da área em estudo foi previamente classificado como Latossolo Vermelho-Escuro Distrófico, textura franco argilo arenosa, relevo moderado plano a levemente ondulado (Demattê, 1980), correspondendo ao Latossolo Vermelho Distrófico, (EMBRAPA, 1999). Nos Apêndices 1 e 2 encontram-se

os resultados de granulometria, densidade do solo e principais propriedades químicas do perfil do solo estudado, segundo Demattê (1980).

4.2. Histórico da área experimental e esquema da pesquisa

A área apresentava um histórico de 5 anos sob pastagem com *Brachiaria decumbens* e com animais em pastejo intensivo. Durante este período o solo não foi corrigido e nem adubado. Nenhum tratamento para renovação, recuperação ou manutenção, foi adotado anteriormente na pastagem em estudo. Em Novembro de 2001 a área foi cultivada com algodão e milho em sistema convencional (grade aradora e niveladora). Foi realizada a correção do solo para elevar a saturação por bases a 70 %, utilizando-se 1200 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico com PRNT de 85 %. A adubação mineral foi realizada de acordo com o resultado da análise química do solo e, utilizou-se 750 kg ha⁻¹ e 375 kg ha⁻¹ de adubo da fórmula 08-28-16, para as duas culturas (algodão e milho) respectivamente. No período de Abril/2002 a outubro/2003 a área ficou em pousio o que possibilitou o retorno espontâneo da braquiária (Figura 1).

No mês de outubro/2003 foi realizada amostragem de solo, para nova caracterização química da área experimental. Coletaram-se amostras compostas originadas de 20 amostras simples, em três camadas de solo: 0,00–0,05; 0,05–0,10 e de 0,10–0,20 m. Os resultados da análise encontram-se na Tabela 1, os quais foram utilizados para determinar as quantidades de P e K a serem utilizados na semeadura da soja, segundo as recomendações de Mascarenhas e Tanaka (1995).



Figura 1 - Área experimental com braquiária antes da implantação da pesquisa (15/11/03).

Tabela 1 - Caracterização química do solo da área experimental antes da implantação do experimento, em outubro/2003.

Camada 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									%
0,00-0,05	10	18	5,6	0,8	20	7	15	0	27,6	42,6	65
0,05-0,10	13	17	5,3	0,2	15	6	16	0	21,0	37,0	57
0,10-0,20	5	15	5,0	0,2	10	5	18	1	16,0	34,0	47

Para a safra 2003/04 e 2004/05 foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados com quatro repetições, num esquema fatorial (2x3x6) (Figura 2).

Os tratamentos foram:

- 2 Safras

- a) 2003/04

- b) 2004/05

- 3 sistemas de cultivo do solo:

- a) semeadura direta;

- b) cultivo mínimo (escarificador de 7 hastes + uma gradagem com grade niveladora);

- c) preparo convencional (uma aração com arado de disco + uma gradagem com grade niveladora).

- 6 formas de adubação:

- a) Testemunha (sem adubação);

- b) 20 Mg ha⁻¹ de esterco bovino (a base seca);

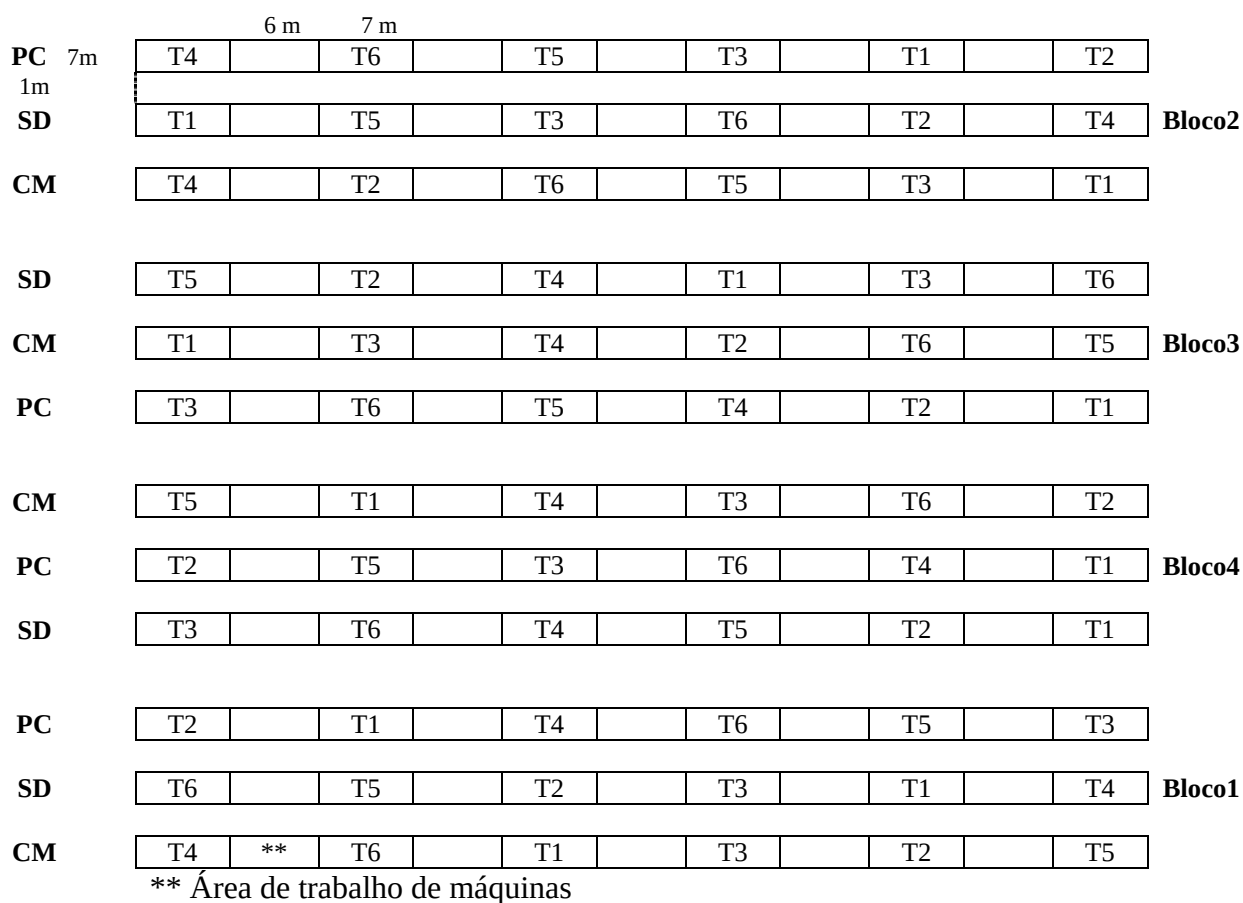
- c) adubação mineral de acordo com a análise química do solo e necessidade da cultura (70 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 80 kg ha⁻¹ de K₂O);

- d) 10 Mg ha⁻¹ esterco bovino + ½ adubação mineral recomendada;

- e) 20 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto (a base seca);

- f) 30 Mg ha⁻¹ de lodo de esgoto (a base seca).

Para a safra 2005/06 somente foi avaliado a fitomassa da cultura do sorgo, num esquema fatorial (3x6), com 4 repetições, sendo 3 cultivos e 6 adubações. Sendo que somente houve adubação na safra 2003/04 e nas demais somente o residual dos adubos.



PC – Preparo convencional

CM – Cultivo mínimo

SD – Semeadura direta

T1= Testemunha (sem adubação)

T2= Adubação mineral recomendada

T3= Adubação orgânica (esterco bovino) - 20 Mg ha⁻¹ (a base seca)

T4= 10 Mg ha⁻¹ Adubo orgânico(esterco) + 1/2 adubação mineral recomendada

T5= 20 Mg de lodo ha⁻¹ (a base seca)

T6= 30 Mg de lodo ha⁻¹ (a base seca)

Figura 2 - Croqui da área experimental

Para a instalação dos tratamentos com materiais orgânicos foi utilizada enxada manual para espalhar o material sob a superfície do solo, logo após foi realizada uma aração com arado de discos. Esta operação se fez necessária, pois o lodo de esgoto, por recomendações sanitárias, deve ser incorporado ao solo. Mesmo procedimento foi adotado para o esterco bovino. Portanto, no ano agrícola de 2003/04 o solo da área experimental foi cultivado utilizando-se o preparo convencional, a partir de 2004/05 é que se introduziram os três sistemas de cultivos.

No dia 27 de dezembro de 2003 foi realizada a semeadura da soja IAC 19, com espaçamento de 0,45 m entrelinhas e 20 sementes por metro (Figura 3), na safra 2004/05 semeou-se a cultura da soja, no entanto devido a problemas climáticos não, se obteve produtividade da cultura. Na safra 2005/06 foi semeado a cultura do sorgo forrageiro, no dia 20 de dezembro, espaçado de 0,45 m entrelinhas (hibrido BR 700) (Figura 4).



Figura 3 - Soja em estágio R3 (formação de vages) em 05/03/04.



Figura 4 - Sorgo na época em que foi feita a coleta de fitomassa em 04/03/2006

4.3. Propriedades do lodo de esgoto

4.3.1. Propriedades parasitológicas

O lodo de esgoto utilizado foi obtido da SANEAR, Saneamento de Araçatuba, localizada no município de Araçatuba – SP. Foi utilizado o lodo de esgoto obtido de efluente predominantemente doméstico, com umidade de 84 %. O teor de metais pesados é baixo e para alguns elementos é nulo.

Na estação de Tratamento de Esgoto (ETE) de Araçatuba, utiliza-se o tratamento em lagoa com aeração prolongada, por meio da oxigenação por equipamentos eletromecânicos. Após a aeração, o efluente é desaguado por centrífuga do tipo Decanter, reduzindo sua umidade de 14 a 20 %. O período de residência do lodo na

lagoa é de 2 dias. Desta forma apresenta-se com uma carga elevada de agentes patogênicos, determinando, assim, um maior cuidado no seu manuseio antes e após a incorporação no solo. Nas Tabelas 2 e 3 encontram-se as características parasitológicas do lodo de esgoto.

Tabela 2 - Propriedades parasitológicas do lodo de esgoto em função de número de ovos de helmintos por grama de massa seca.

Helmintos	Média		Total Geral
	Viáveis	Inviáveis	
<i>Ascaris sp</i>	0,04	0,16	0,20
<i>Trichuris sp.</i>	-	0,24	0,24
<i>Toxocara sp.</i>	-	0,08	0,08
<i>Trichuroidea</i>	-	0,04	0,04
<i>Hymenolepis diminuta</i>	-	0,12	0,12
Total	0,04	0,64	0,68
% de viabilidade			0,32 %

Metodologia: Thomaz Soccol V., Castro EA., Paulino R.IN: SANEPAR, Manual de métodos para análises Parasitológicas em reciclagem de lodo, Curitiba, 2000, p. 27-41. O resultado apresenta a média das análises feitas em triplicatas.

4.3.2. Propriedades microbiológicas

De acordo com a ETE de Araçatuba, o lodo de esgoto apresenta os seguintes dados microbiológicos:

Coliformes totais: $2,3 \cdot 10^8$ NMP g⁻¹ de lodo

Coliformes fecais: $1,4 \cdot 10^2$ NMP g⁻¹ de lodo

Pesquisa positiva para *Salmonellas sp*: 3,2 NMP g⁻¹ lodo

Responsável pela análise: LABORTECHNIC tecnologia - São Paulo, SP.

Tabela 3 - Propriedades parasitológicas do lodo de esgoto após 15 dias em função de número de ovos de helmintos por grama de massa seca.

Helmintos	Média		Total Geral
	Viáveis	Inviáveis	
<i>Ascaris</i> sp	0	0,04	0,04
<i>Trichuris</i> sp.	0	0,15	0,15
<i>Toxocara</i> sp.	0	0,04	0,04
<i>Hymenolepis diminuta</i>	0	0,12	0,12
Total	0	0,35	0,35
% de viabilidade	0	0	0

Metodologia: Thomaz Soccol V., Castro EA., Paulino R.IN: SANEPAR, Manual de métodos para análises Parasitológicas em reciclagem de lodo, Curitiba, 2000, p. 27-41. O resultado apresenta a média das análises feitas em triplicatas.

4.3.3. Propriedades químicas do lodo de esgoto

Na Tabela 4 apresenta-se as propriedades químicas do lodo utilizado.

Tabela 4 - Propriedades químicas do lodo de esgoto utilizado.

M.O.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Umidade
g dm ⁻³	g kg ⁻¹						mg kg ⁻¹					%
200	71	19	15	11	3	8	16,4	160,1	960,6	115,7	583,5	85,4

No Apêndice 3 consta as quantidades de nutrientes aplicados ao solo de acordo com as propriedades químicas do lodo de esgoto e as dosagens utilizadas nos tratamentos.

4.3.4. Metais pesados presentes no lodo utilizado

Os metais pesados presentes no lodo de esgoto estão relatados na Tabela 5.

Tabela 5 - Metais pesados presentes no lodo de esgoto utilizado.

Elementos químicos	Unidade	Resultado	Limite Máximo
Arsênio	mg kg ⁻¹	Nd	1000
Berílio	mg kg ⁻¹	Nd	100
Chumbo	mg kg ⁻¹	0,97	100
Cianeto	mg kg ⁻¹	Nd	1000
Cromo Hexavalente	mg kg ⁻¹	2,0	100
Fenol	mg kg ⁻¹	Nd	10
Óleos e Graxas	mg kg ⁻¹	1,30	-
Merúrio	mg kg ⁻¹	Nd	100
Selênio	mg kg ⁻¹	Nd	100
Vanádio	mg kg ⁻¹	Nd	1000

Natureza do Trabalho: Ensaio na Massa Bruta. Métodos de análises baseados na 20ª edição do “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”. Análises efetuadas segundo a NBR 10.004 – Resíduos Sólidos. nd = não detectado
 (*) – Limite para teor de chumbo: compostos orgânicos: 100 mgPb kg⁻¹
 compostos minerais: 1000 mgPb kg⁻¹

4.4. Propriedades químicas do esterco bovino utilizado

O esterco bovino usado foi oriundo de área de confinamento da fazenda do Grupo Damha Nutrição Animal e suas propriedades químicas encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 - Propriedades químicas do esterco bovino utilizado.

M.O.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Umidade
g dm ⁻³		g kg ⁻¹							mg kg ⁻¹			%
252	10	5	15	15	3	2	1,0	12,0	7217,0	99,0	51,0	32,9

No Apêndice 4 consta a tabela com as quantidades de nutrientes aplicados ao solo de acordo com as propriedades químicas do esterco bovino e as dosagens utilizadas nos tratamentos.

4.5. Determinações

4.5.1. Estabilidade de agregados do solo em água

Para análise da estabilidade de agregados do solo em água foi utilizado o método de Angers e Mehuys (1993) e, os resultados foram representados pelo diâmetro médio ponderado (DMP) e pela porcentagem de distribuição de tamanho de agregados, os agregados foram peneirados inicialmente em peneira de 6 mm e posteriormente passados em peneiras de 4, 2, 1, 0,5, 0,25 e <0,25 mm. Foram coletadas no dia 10/04 de 2004, 4 amostras indeformadas, por tratamento nas seguintes camadas de solo: 0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,20 m, com um auxílio de um enxadão.

4.5.2. Propriedades químicas do solo

As análises químicas do solo foram realizadas em amostras obtidas nas camadas de: 0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,20 m, sendo determinados: P, M.O., pH, K, Ca, Mg, H+Al, Al; e calculadas: SB, CTC e V %, de acordo com metodologia de Raij e Quaggio (1983). As amostragens foram feitas antes da instalação do experimento e após a colheita da soja. Uma amostra composta para a área total, advinda de 20 amostras simples foi realizada para a caracterização inicial, em novembro de 2003. Após a colheita da soja em abril de 2004 em abril de 2005 foram realizadas as amostragens de solo para avaliar as propriedades químicas do solo, tomando-se uma amostra composta por parcela, originada de cinco amostras simples, nas entrelinhas, para cada camada já mencionada.

4.5.3. Análise de massa de 100 grãos e produtividade de grãos de soja

Para avaliação de produtividade e massa de 100 grãos da soja com 13 % na base úmida, foi colhida manualmente toda a área da parcela descartando-se 2 linhas de semeadura como bordadura.

4.5.4. Fitomassa do sorgo

Para a cultura do sorgo avaliou-se a fitomassa seca das culturas de cobertura, no dia 04/04/2006, amostrando-se a parte aérea das plantas contidas em uma área de 0,90

m² dentro da área útil de cada parcela, para cada tratamento. O material obtido foi seco em estufa de circulação forçada de ar, a aproximadamente 65° C, até atingir massa constante. A seguir, as amostras foram pesadas e calculou-se a produção de fitomassa seca por hectare.

4.5.5. Análise estatística

Para a avaliação estatística, foi utilizado o programa estatístico SANEST (ZONTA et al., 1984). Foi utilizado o teste de Tukey a 5 % de probabilidade para comparação de médias e análise de variância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 07, 08 e 09 encontram-se os valores de F e coeficiente de variação em função dos tratamentos e anos agrícolas estudados, para a análise das propriedades químicas do solo. Para os teores de P obteve-se F significativo para ano, adubação e interação ano x adubação, para todas as camadas, exceto na camada de 0,05-0,10 m onde não houve significância para a interação. Para o teor de matéria orgânica, obteve-se F significativo para ano nas seguintes camadas: 0,05-0,10 e 0,10-0,20 m. Para os valores de pH somente houve significância para as duas primeiras camadas, para o fator ano e adubação. Para o elemento K houve significância para os fatores ano e adubação para as três camadas de solo estudadas 0,00-0,05 e 0,10-0,20 m. Para a de 0,05-0,10 m houve significância para preparo e interação ano x preparo. Para as demais camadas não houve diferença entre os tratamentos nem entre as interações. Para Ca, Mg, H+Al, Al, SB, CTC e V % somente houve significância para ano, em todas as camadas de solo estudadas. Para a acidez potencial não houve significância para maiores profundidades além de 0,10 m, para o fator ano, para adubação o que se observou foi significância para as duas primeiras profundidades.

Tabela 7 - Valores de F e coeficiente de variação para os teores de P, M.O., K e valores de pH, em função do ano de amostragem, preparo do solo e adubação. Selvíria, safra 2003/04 e 2004/05.

Causa de Variação	P			M.O.			pH			K		
	Camada de solo (m)											
	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20
Ano (A)	12,1 *	8,5 **	17,2 *	0,2 ^{ns}	24,5 *	53,9 *	14,4 *	13,1 *	1,5 ^{ns}	103,5 *	11,9 *	13,0 *
Preparo (P)	3,6 ^{ns}	1,4 ^{ns}	1,2 ^{ns}	0,2 ^{ns}	2,5 ^{ns}	0,8 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,9 ^{ns}	7,0 *	1,5 ^{ns}
Adub. (Ad.)	11,9 *	11,4 **	2,7 **	0,6 ^{ns}	0,6 ^{ns}	2,6 ^{ns}	4,2 *	4,4 *	1,4 ^{ns}	4,1 *	6,4 *	5,9 *
A x P	3,6 ^{ns}	1,4 ^{ns}	1,2 ^{ns}	0,2 ^{ns}	2,5 ^{ns}	0,8 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,9 ^{ns}	7,0 *	1,5 ^{ns}
A x Ad.	5,3 *	3,1 ^{ns}	4,4 *	0,9 ^{ns}	1,0 ^{ns}	1,3 ^{ns}	0,4 ^{ns}	1,5 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,9 ^{ns}	1,6 ^{ns}	2,2 ^{ns}
P x Ad.	0,9 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,7 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,2 ^{ns}
CV %	51,4	46,5	43,7	15,4	15,0	11,3	5,2	6,9	6,8	28,7	32,2	49,4

** - Significativo no nível de 1 %, * - significativo no nível de 5 %, ns – não significativo – CV – coeficiente de variação.

Tabela 8 - Valores de F e coeficiente de variação para os teores de Ca, Mg, H+Al e Al em função do ano de amostragem, preparo do solo e adubação. Selvíria, safra 2003/04 e 2004/05.

Causa de Variação	Ca			Mg			H +Al			Al		
	Camada de solo (m)											
	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20
Ano (A)	337,7 *	229,6 *	176,3 *	53,0 *	131,8 *	93,2 *	9,1 *	2,5 ^{ns}	3,8 ^{ns}	35,5 *	5,3 **	3,9 **
Preparo (P)	0,5 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,5 ^{ns}	1,6 ^{ns}	2,8 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,7 ^{ns}
Adub. (Ad.)	1,8 ^{ns}	2,4 ^{ns}	1,1 ^{ns}	1,8 ^{ns}	0,9 ^{ns}	1,0 ^{ns}	3,9 *	4,2 *	0,9 ^{ns}	0,7 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,1 ^{ns}
A x P	0,5 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,5 ^{ns}	1,6 ^{ns}	2,8 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,7 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,7 ^{ns}
A x Ad.	1,3 ^{ns}	1,2 ^{ns}	1,2 ^{ns}	1,2 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,8 ^{ns}	0,6 ^{ns}	1,5 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,7 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}
P x Ad.	0,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,6 ^{ns}	1,6 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,2 ^{ns}
CV %	24,1	28,3	27,8	20,7	23,7	28,5	12,6	15,8	16,4	70,2	90,1	104,1

** - Significativo no nível de 1 %, * - significativo no nível de 5 %, ns – não significativo.

Tabela 9 - Valores de F para os valores de SB, CTC e V % em função do ano de amostragem, preparo e adubação. Selvíria, safra 2003/04 e 2004/05.

Causa de Variação	SB		CTC					V %	
			Camada de solo (m)						
	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20
Ano (A)	244,5 *	206,3 *	241,7 *	114,1 *	244,7 *	412,9 *	101,8 *	85,7 *	76,8 *
Preparo (P)	0,1 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,1 ^{ns}
Adub. (Ad.)	0,8 ^{ns}	1,7 ^{ns}	1,7 ^{ns}	0,7 ^{ns}	0,7 ^{ns}	1,1 ^{ns}	0,9 ^{ns}	1,6 ^{ns}	1,0 ^{ns}
A x P	0,1 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,1 ^{ns}
A x Ad.	0,9 ^{ns}	1,0 ^{ns}	1,1 ^{ns}	1,2 ^{ns}	1,9 ^{ns}	1,7 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,3 ^{ns}
P x Ad.	0,1 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,2 ^{ns}
CV%	21,5	25,8	22,7	17,7	13,7	10,6	14,6	19,0	18,3

** - Significativo no nível de 1 %, * - significativo no nível de 5 %, ns – não significativo.

De acordo com a Tabela 10 observou-se significância para o P somente na camada 0,05-0,10 m, onde os tratamentos com lodo de esgoto proporcionaram os melhores resultados, o mesmo foi observado por Galdos et al. (2004) no seu primeiro ano de experimento. Vale salientar que na presente pesquisa trata-se do efeito residual do segundo ano de pesquisa. A aplicação de lodo de esgoto funciona como uma adubação corretiva elevando os teores inicialmente baixos até teores muito altos. Todavia a sua aplicação de forma a aumentar o P no solo para valores tão altos deve ser cautelosa em áreas suscetíveis ao escoamento superficial, pois pode provocar contaminação de cursos de água (TAMANINI, 2004).

Para o desdobramento da interação ano de amostragem x adubação (Tabela 12) com relação ao teor de P notou-se que para a profundidade de 0,00-0,05 m, somente houve significância para os tratamentos com lodo, quando se comparou os anos sendo que em 2005 os resultados foram maiores. Entre as adubações somente em 2005 teve significância, onde os tratamentos com lodo também se destacaram. Para a profundidade de 0,10-0,20 m o ano de 2004 apresentou os melhores resultados e quando se comparou as adubações novamente os tratamentos com lodo se destacaram com os maiores valores para os teores de P no solo. Resultados semelhantes foram encontrados por Barbosa et al. (2002), após aplicação de dois anos consecutivos de lodo de esgoto, observaram ainda que os tratamentos com lodo de esgoto apresentaram as melhores propriedades químicas, quando comparadas com a testemunha e a parcela que somente recebeu tratamento químico pelo período de dois anos, mesmo após cessado a aplicação de lodo.

Para o fator pH (Tabela 10) observou-se que os tratamentos com lodo proporcionaram os menores valores não se diferenciando por sua vez dos tratamentos com adubação mineral, orgânica e testemunha. Quando do uso de adubação orgânica, a

redução do pH ocorre porque a matéria orgânica do solo está continuamente sendo decomposta pelos microorganismos em ácidos orgânicos, dióxidos de carbono (CO_2) e água, formando ácido carbônico. O ácido carbônico, por sua vez, reage com os carbonatos de cálcio e magnésio no solo para formar bicarbonatos solúveis que são lixiviados, deixando o solo mais ácido (LOPES, 1998).

Para os teores de K pode-se observar que para todas as camadas estudadas do solo a utilização de lodo resultou em menores teores do elemento, comparado aos tratamentos com adubação com esterco bovino e adubação mineral, fato este certamente devido a absorção pelas plantas e pela lixiviação e também pelo fato do lodo de esgoto ser pobre em potássio. Os tratamentos com lodo assemelharam-se a testemunha. Resultados semelhantes aos verificados por Rocha et al. (2004) que trabalhando com eucalipto, verificaram diminuição nos teores de K, 36 meses após a aplicação de lodo.

Para o desdobramento da interação ano de amostragem x preparo para os teores de K (Tabela 13), observou-se que somente houve significância para a semeadura direta, onde o ano de 2005 apresentou os melhores resultados e quando se compara os preparos, para o ano de 2005 o sistema semeadura direta apresentou os maiores valores. Estes por sua vez contrariam o observado por Trannin et al (2005), que verificaram diminuição nos teores de K com a aplicação de lodo de esgoto, devido o aumento dos teores de Na no solo e na planta, considerando que esse elemento exerce efeito antagônico sobre o K, por causa da competição entre estes íons pelos sítios de absorção. Portanto, este aumento pode ser atribuído ao sistema de semeadura direta, o qual há uma maior ciclagem de nutrientes no solo, onde se preserva os restos de cultura anterior.

Tabela 10 - Propriedades químicas do solo em função dos tratamentos e camadas de solo estudadas. Selvíria, MS, safra 2003/04 e 2004/05.

	P resina	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
Tratamentos	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	mmol _c dm ⁻³							%
Camada de 0,00-0,05 m											
Testemunha	7,9 c	19,4	5,3 ab	1,1 c	20,1	8,3	16,9 ab	0,8	29,5	40,4	63
Ad. Mineral	12,0 c	19,8	5,4 ab	1,3 abc	21,7	7,7	16,5 ab	0,6	41,3	47,5	62
Ad. Esterco	9,7 c	18,7	5,3 ab	1,4 ab	18,5	8,2	16,4 ab	0,6	36,8	44,7	59
Est. + miner.	14,8 bc	18,5	5,5 a	1,5 a	22,5	7,1	15,4 b	0,5	41,8	46,7	64
20 Mg ha ^{-1*}	21,2 ab	18,8	5,1 b	1,1 bc	19,1	7,8	17,9 a	0,7	36,1	46,1	59
30 Mg ha ^{-1*}	23,0 a	19,4	5,1 b	1,3 abc	21,1	8,6	18,1 a	0,8	42,0	48,4	59
Camada de 0,05-0,10 m											
Testemunha	11,9 b	17,4	5,1 b	0,7 cd	18,9	7,0	17,5 ab	0,9	26,7	44,0	59
Ad. Mineral	11,0 b	17,1	5,3 ab	0,9 abc	22,1	7,3	16,8 ab	0,8	30,3	47,2	60
Ad. Esterco	12,4 b	16,8	5,3 ab	1,0 ab	18,6	7,5	17,0 ab	0,9	27,1	45,2	58
Est. + miner.	12,8 b	17,2	5,6 a	1,1 a	23,9	6,8	15,0 b	0,8	31,8	46,9	64
20 Mg ha ⁻¹	22,7 a	16,1	5,1 b	0,6 d	19,6	6,4	18,3 a	0,7	26,9	45,0	57
30 Mg ha ⁻¹	23,7 a	17,2	5,0 b	0,8 bcd	19,1	6,8	18,8 a	1,1	26,8	45,6	54
Camada de 0,10-0,20 m											
Testemunha	8,2	13,5	5,1	0,5 c	16,5	6,3	16,8	0,8	23,2	40,6	55
Ad. Mineral	8,2	14,2	5,3	0,8 abc	17,1	6,5	17,7	0,7	24,4	41,0	57
Ad. Esterco	8,8	12,9	5,2	0,9 ab	15,8	6,5	16,5	0,7	23,3	39,8	56
Est. + miner.	8,9	13,4	5,4	1,1 a	18,3	6,9	16,0	0,8	26,4	42,3	60
20 Mg ha ⁻¹	11,4	14,2	5,1	0,6 bc	15,2	5,7	17,9	0,9	21,6	39,4	53
30 Mg ha ⁻¹	11,7	12,9	5,2	0,7 bc	17,7	5,9	16,8	0,8	22,8	39,6	54

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey no nível de 5 % de probabilidade.

* Lodo de esgoto

Para a acidez potencial (Tabela 10) observou-se para as camadas de 0,00-0,05 e 0,05-0,10 m que a utilização do lodo de esgoto proporcionou aumento da mesma quando comparado ao tratamento com esterco bovino + ½ da adubação mineral. Este

fato pode ser devido a maior mineralização da matéria orgânica existente. Para os demais nutrientes não se observou diferença significativa, provavelmente devido ao baixo efeito residual. Os valores médios podem ser observados no Apêndice 5. A aplicação de lodo de esgoto na agricultura tem se tornado uma forma racional e promissora de sua utilização, uma vez que ele é um composto rico em nutrientes, principalmente P e N. Outro fator importante é que a decomposição do lodo de esgoto no solo permite um melhor aproveitamento dos nutrientes pelas plantas, em decorrência da lenta liberação dos mesmos por meio do processo de mineralização da matéria orgânica (CARVALHO e BARRAL, 1981). Para todos os nutrientes que apresentaram significância no ano de 2004 verificaram-se os maiores resultados independentes das camadas de estudo (Tabela 11).

Tabela 11 - Propriedades químicas do solo para diferentes camadas de solo em função dos anos. Selvíria, safra 2003/04 e 2004/05.

	P resina	M.O.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
Tratamentos	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	mmol _c dm ⁻³							%
Camada de 0,05-0,10 m											
2004	-	-	5,4 a	1,7 a	29,3 a	9,1 a	17,5 a	1,0 a	39,3 a	55,7 a	70,3 a
2005	-	-	5,2 b	0,9 b	11,8 b	6,8 b	16,3 b	0,4 b	20,1 b	38,6 b	52,8 b
Camada de 0,05-0,10 m											
2004	17,8 a	18,2 a	5,4 a	-	28,8 a	8,8 a	-	1,1 a	38,4 a	55,1 a	69,2 a
2005	13,7 b	15,7b	5,1 b	-	11,9 b	5,2 b	-	0,7 b	18,2 b	36,2 b	49,1 b
Camada de 0,10-0,20 m											
2004	-	14,6 a	-	0,9 a	22,7 a	8,0 a	-	1,0 a	31,6 a	48,9 a	64,6 a
2005	-	12,4 b	-	0,7 b	10,8 b	4,6 b	-	0,7 b	15,6 b	32,1 b	47,3 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey no nível de 5 % de probabilidade.

Pode-se observar que quanto aos teores de magnésio houve uma diminuição, com o passar do ano (Tabela 11), resultado semelhante ao encontrado por Rocha et al (2002). Passados 32 meses após a aplicação, os autores verificaram diminuição do Mg, resultados esses em virtude da baixa concentração de elemento no lodo de esgoto, ou mesmo no solo.

Tabela 12 - Desdobramento da interação entre ano de amostragem x adubação para os teores de fósforo em diferentes camadas de solo. Selvíria, safra 2003/04 e 2004/05.

Camada de 0,00-0,05 m						
Anos	Testemunha	Ad. Mineral	Ad. Est.	Est. + Min.	20 Mg ha ^{-1*}	30 Mg ha ^{-1*}
2003/04	6,6	11,3	10,3	16,0	15,0 b	14,0 b
2004/05	9,1 B	12,6 B	9,0 B	13,7 B	27,0 a A	32,1 a A
Camada de 0,10-0,20 m						
2003/04	11,3 a	9,6	12,6 a	12,0 a	12,2	12,5
2004/05	5,1 b C	6,6 BC	4,8 b C	5,9 b C	11,3 AB	10,3 A

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5 % de probabilidade.

* lodo de esgoto

Com a aplicação do lodo de esgoto, houve diminuição do pH e aumento da acidez potencial (H+Al) e do Al trocável (Tabela 11), com conseqüente aumento da saturação por Al. Isto pode ser explicado, em parte, pelo fato deste resíduo ser produzido sem adição de calcário, apresentando, por isso, baixa eficiência corretiva. A mineralização do N orgânico e subsequente nitrificação também pode ter contribuído na acidificação do solo. e semelhantes foram verificados por Trannin et al. (2005). Para os fatores SB, CTC e V% o que se observou foi que para todas as camadas o ano de 2004,

apresentou os melhores resultados. Suzuki (2005) trabalhando na recuperação de uma área degradada com adubos verde, lodo de esgoto e revegetado com espécies arbóreas, observou que a utilização de lodo de esgoto nas áreas proporcionaram uma melhora da qualidade química do solo, uma vez que antes da implantação dos tratamentos não havia significância para os tratamentos.

Tabela 13 - Desdobramento da interação entre ano de amostragem x preparo para os teores de potássio na camada de 0,05 – 0,10 m. Selvíria, safra 2003/04 e 2004/05.

Camada de 0,05-0,10 m			
Anos	P. Convencional	C. Mínimo	S. Direta
2003/04	0,8 a	0,8 a	0,8 b
2004/05	0,8 a B	0,8 a B	1,2 a A

Médias seguidas de letras distintas, maiúscula na linha e minúscula na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5 % de probabilidade.

De acordo com as Tabelas 14 e 15, onde se observa os valores de F para diâmetro médio ponderado e classes de tamanho de agregados, observa-se que para o diâmetro médio ponderado somente houve significância para o fator preparo na profundidade de 0,00 – 0,05m, para as classes 6-4 mm, 4 – 2 mm e < 0,25mm somente houve significância para o fator preparo nas camadas de 0,00 – 0,05 m e na camada de 0,10 – 0,20 m para a classe de 4 – 2 mm, não havendo significância para os demais fatores nas demais classes de tamanho de agregados.

Tabela 14 – Valores de F para DMP e classes de tamanho de agregados em função do preparo e adubação. Selvíria, safra 2004/05.

Causa de	DMP											
	mm											
Variação	Camada de solo (m)											
	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20
Preparo (P)	4,5 *	0,1 ns	0,9 ns	4,2 *	0,2 ns	1,6 ns	5,3 **	0,5 ns	5,4 **	2,5 ns	0,3 ns	1,4 ns
Adub. (Ad.)	0,7 ns	0,4ns	1,0 ns	0,4 ns	0,4 ns	1,1 ns	0,7 ns	2,1 *	0,5 ns	0,9 ns	0,7 ns	1,7 ns
P x Ad.	0,7 ns	1,5 ns	1,2 ns	1,3 ns	1,4 ns	0,9 ns	1,6 ns	1,2 ns	0,3 ns	1,5 ns	0,5 ns	0,5 ns
CV %	19,1	17,9	17,2	26,0	26,9	27,3	28,3	27,4	37,5	44,7	50,7	55,8

Tabela 15 - Valores de F para classes de tamanho de agregados em função do preparo e adubação. Selvíria, safra 2004/05.

Causa de Variação	mm										
	1 - 0,5			0,5 - 0,25							< 0,25
	Camada de solo (m)										
	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20	0,00-0,05	0,05-0,10	0,10-0,20		
Preparo (P)	1,5 ns	1,2 ns	1,0 ns	2,4 ns	0,6 ns	1,4 ns	5,8 **	1,0 ns	0,9 ns		
Adub. (Ad.)	0,5 ns	0,9 ns	2,0 ns	1,6 ns	0,9 ns	1,3 ns	1,0 ns	1,4 ns	0,6 ns		
P x Ad.	1,0 ns	0,7 ns	0,9 ns	0,8 ns	0,8 ns	1,0 ns	0,9 ns	1,9 ns	0,6 ns		
CV %	59,9	50,0	53,8	58,6	44,8	54,8	38,5	52,8	56,2		

De acordo com a Tabela 16 pode-se observar que quando se compara o Diâmetro Médio Ponderado observa-se que somente houve significância para a camada de 0-0,05 m onde o cultivo mínimo proporcionou maior estabilidade de agregados. Castro Filho et al. (1998) trabalhando num Latossolo Vermelho Distroférrico de Londrina (PR), observaram aumento no tamanho dos agregados estáveis em água pela adoção da semeadura direta em comparação com o preparo convencional após 14 anos de adoção dos sistemas. As maiores diferenças foram constatadas na camada de 0-0,10 m, reforçando o papel da adição de resíduos orgânicos e da proteção superficial do solo pela palhada.

Para os agregados compreendidos entre 6-4 e 4-2 mm, observa-se que o sistema semeadura direta e o cultivo mínimo proporcionaram os melhores resultados e quando comparamos as adubações, o que se pode constatar foi que a utilização de adubos orgânicos proporcionou melhor estabilidade de agregados, certamente devido a maior quantidade de matéria orgânica existente nos tratamentos. Resultados estes semelhantes aos encontrados por Perecin Junior (2005) que utilizou o lodo de esgoto para o cultivo de sorgo, tendo observado melhor estabilidade de agregados com o aumento da doses de lodo. Bertol et al. (2006) observaram que houve um aumento no valor do diâmetro médio ponderado em função do preparo, onde o sistema semeadura direta proporcionou os maiores resultados, haja vista que a área não ocorreu revolvimento do solo e conseqüentemente um maior acúmulo de matéria orgânica.

Para a classe menor que 0,25 mm, o que se observa foi que somente houve significância para a camada superficial do solo, onde a semeadura convencional proporcionou a maior quantidade de partículas pequenas, demonstrando assim uma maior pulverização do solo e uma menor agregação das partículas, não se diferindo da

semeadura direta. Para a semeadura direta e para o cultivo mínimo, cerca de mais de 70 % dos agregados se encontra entre 6 e 2 mm, fato este faz com que o solo tenha uma maior quantidade de macroporos e conseqüentemente tenha uma melhor aeração e uma menor compactação da área.

Tabela 16 - Valores médios de DMP e distribuição de tamanho de agregados em porcentagem, em função de diferentes tratamentos. Selvíria, safra 2004/05.

Tratamentos	DMPmm.....	6 – 4 mm	4 – 2 mm%	< 0,25 mm
Camada de 0,00-0,05 m				
Preparo Convencional	3,1 b	50,1 b	16,1 b	15,7 a
Cultivo Mínimo	3,7 a	62,9 a	14,6 ab	10,0 b
Semeadura Direta	3,3 b	52,1 ab	19,6 a	13,0 ab
Camada de 0,05-0,10 m				
Testemunha	-	-	12,8 b	-
Ad. Mineral	-	-	17,1 ab	-
Ad. Esterco	-	-	16,9 ab	-
Est. + miner.	-	-	14,8 ab	-
20 Mg ha⁻¹*	-	-	19,2 a	-
30 Mg ha⁻¹*	-	-	16,8 ab	-
Camada de 0,10-0,20 m				
Preparo Convencional	-	-	12,2 b	-
Cultivo Mínimo	-	-	16,9 ab	-
Semeadura Direta	-	-	18,5 a	-

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5 % de probabilidade.

* lodo de esgoto

De acordo com a Tabela 17 os tratamentos com lodo de esgoto, adubação mineral e adubação orgânica+adubação mineral obtiveram os melhores resultados para a massa de 100 grãos. Lam-Sanchez e Yuyama (1979) afirmam, com relação à massa de 100 grãos, que as plantas apresentam condições de produzir sementes de igual massa em todas as épocas de semeadura, a não ser que ocorram condições climáticas desfavoráveis. Nakagawa et al. (1983) obtiveram sementes mais leves em semeaduras mais tardias, fato associado ao menor fotoperíodo disponível à produção e translocação de fotossintetizados para a semente, em consequência da redução do ciclo natural e da menor duração dos estádios de desenvolvimento da soja.

Para a produtividade de grãos de soja não houve diferença entre os tratamentos (Tabela 14). Esta baixa produtividade ocorreu principalmente devido à falta de água durante o ciclo de desenvolvimento da cultura. Os dados meteorológicos do período do experimento se encontram em anexo.

Tabela 17 - Valores médios para massa de 100 grãos e produtividade da soja para os tratamentos estudados. Selvíria, safra 2003/04.

Tratamentos	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Testemunha	9,56 b	1.087 a
Ad. Mineral	10,73 ab	1.477 a
Ad. Esterco	9,16 b	953 a
Est. + miner.	11,33 a	1.677 a
20 Mg ha⁻¹*	10,12 ab	1.273 a
30 Mg ha⁻¹*	10,16 ab	1.287 a
C.V. (%)	7,17	10,21

Médias seguidas de mesma letra, na coluna não diferem entre si no nível de 5 % de significância.

* lodo de esgoto

A média de produtividade da soja para o Estado de São Paulo na safra 2003/2004 foi de 2426 kg ha⁻¹, sendo maior que os valores encontrados neste experimento (CASER et al., 2004).

De acordo com Câmara et al. (1999) deficiência hídrica nos estádios R3 e R4 (início da frutificação e frutificação plena) e R5, R6 e R7 (início da granação, granação plena e maturidade fisiológica), resultam em maior abortamento e chochamento de vagens, e menor número de grãos mais leves, conseqüentemente menor produção. Segundo Lazarini (2001), a região de Selvíria – MS pode ser considerada de alto risco para a semeadura da soja, devido a elevadas temperaturas que ocorrem durante o verão e com grandes probabilidades de ocorrência de veranicos. Os resultados encontrados estão semelhantes aos verificados por Silva et al. (2001a) que ao avaliar a produtividade da soja na região de Selvíria obteve produção de até 2099 kg ha⁻¹, considerada baixa para a região, estando esta baixa produtividade relacionada às características químicas do solo e as condições climáticas adversas que ocorreram.

Frigeri (2005) trabalhando com épocas e densidade de semeadura de três cultivares de soja em selvíria – MS, na safra 2003/04, conseguiu uma produtividade de aproximadamente 2000 kg ha⁻¹, constatando assim o problema com o déficit hídrico ocorrido no ano.

Quanto à massa seca (Tabela 18) produzida para a cultura do sorgo, pode-se observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos, somente houve diferença entre os tipos de preparos, destacando-se o convencional que diferiu da semeadura direta, produzindo 9.701 kg ha⁻¹ de massa seca. Resultados semelhantes foram encontrados por Mello et al. (2004) trabalhando também com sorgo forrageiro na integração agricultura pecuária em sistema semeadura direta, onde avaliou a produção de massa seca do sorgo forrageiro variedade AG-2501, conseguindo produtividade de

Tabela 18 - **Valores médios de massa seca (MS) para a cultura do sorgo em função dos tratamentos. Selvíria, safra 2005/06 .**

Tratamentos	MS (kg ha⁻¹)
P. Conv.	9701 a
C. Mínimo	7707 ab
S. direta	6190 b
Testemunha	5923
Ad. Mineral	5558
Ad. Esterco	7267
Esterco + mineral	9674
20 Mg ha⁻¹	8842
30 Mg ha⁻¹	10294
Valores de F	
Preparo (P)	3,5*
Adubação (A)	2,2ns
A x P	0,8ns
CV%	22,2

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey no nível de 5 % de probabilidade. lodo de esgoto; * - significativo no nível de 5 %, ns – não significativo.

9.739 kg ha⁻¹. Perecin Junior (2005) trabalhando em um Latossolo vermelho, utilizando lodo de esgoto e cultivado com sorgo observou que houve um aumento na produção de massa seca, para os tratamentos com lodo de esgoto em comparação a testemunha, no entanto valores prejudicados devido a seca enfrentada no mesmo período. Já Resende (2003) et al. avaliando a produtividade de cultivares de sorgo granífero e forrageiro obtiveram resultados superiores de 13.000 kg ha⁻¹, demonstrando assim a potencialidade de produção de massa seca desta gramínea. Oliveira et al. (1995) trabalhando com lodo de esgoto como fonte de macronutrientes para a cultura do sorgo salienta ainda que exista uma tendência de aumento da taxa de crescimento vegetativo de algumas culturas em decorrência da utilização do lodo de esgoto.

6. CONCLUSÕES

- A adubação com esterco e a combinação do esterco+adubação mineral foi superior para modificar as propriedades químicas do solo estudado. O lodo de esgoto foi mais eficaz na recuperação do P do solo, inclusive aumentando-o após dois anos, com efeito residual.
- As propriedades químicas do solo foram modificadas no primeiro ano após as adubações orgânicas e/ou mineral, porém, no segundo ano atingiram níveis semelhantes ao início da pesquisa, com exceção do P e K.
- O manejo com a semeadura direta levou a um acréscimo nos níveis de K no solo.

- A agregação do solo foi modificada após 2 anos, sendo que os manejos com semeadura direta e cultivo mínimo apresentaram os melhores resultados; quanto aos adubos mineral e orgânicos, estes se destacaram em relação a testemunha.
- Para a massa de 100 grãos a utilização de adubos minerais e orgânicos proporcionou melhores resultados em comparação a testemunha, no entanto, para a produtividade foram semelhantes.
- Para a produção de massa seca de sorgo o preparo convencional foi melhor do que a semeadura direta e, o cultivo mínimo foi semelhante a ambos.

7. REFERÊNCIAS

AGGELIDES, S.M.; LONDRA, P.A. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and clay soil. *Bioresource Technology*, v.71, p.253-259, 2000.

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEVSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e,ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma terra roxa estruturada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.24, n4, p.867-874, 2000a.

ANDREOLA, F. COSTA, L.M.; OLSZEVSKI, N.; JUCKSCH, I. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e, ou, mineral influenciando a sucessão feijão/milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.24, n.4, p.867-874, 2000b.

ANGERS, D.A.; MEHUYS, G. Aggregate stability to water. In Carter, M.R. (ed). Soil sampling and methods of analysis. Canadian Society of Soil Science, *Lewis Publisher*, Boca Raton, FL. pp.651-657, 1993.

ASSIS,,R.L.; BAHIA, V.G. Práticas mecânicas e culturais de recuperação de características físicas dos solos degradados pelo cultivo. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.19, n.191, p.71-78, 1998.

BARBOSA, G.M.C., TAVARES FILHO, J. E FONSECA. I. C.B. et al. Propriedades químicas de um LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico após aplicação por dois anos consecutivos de lodo de esgoto. *Acta Scientiarum*: Maringá, v. 24, n. 5, p. 1501-1505, 2002.

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

BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. Soil structure: classification and genesis. In: BAVAR, L.D.; GARDNER, W.H. & GARDNER, W.R. *Soil physics*. New York, John Wiley, 1973. p.130-177.

BEUTLER, A.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo

Vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.25, n.1, p.167-177, 2001.

BERTON, R.S. et al. Absorção de nutrientes pelo milho em resposta à adição de lodo de esgoto a cinco solos paulistas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, n.13 p.187-192, 1989.

BERTOL, I., BEUTLER, J.F., LEITE, D. et al., O. Propriedades físicas de um cambissolo húmico afetadas pelo tipo de manejo do solo. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.58, n.3, p.555-560, 2001.

BERTOL, I., AMARAL, A.J. do, VAZQUEZ, E.V. et al. Relações da rugosidade superficial do solo com o volume de chuva e com a estabilidade de agregados em água. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. V. 30, n. 3, p. 543-553, 2006.

BORGES, M. R.; COUTINHO, E. L. M. Metais pesados do solo após aplicação de biossólido: II - Disponibilidade. *Revista Brasileira de Ciência Solo*, v.28, n.3, p.557-568, 2004.

BOUYOUCOS, G.J. Effect of organic matter on de water-holding capacity and the wilting point of mineral soils. *Soil Science*, v.47, p.377-383, 1939.

CAETANO, L.C.S. e CARVALHO, A.C. Junior de. Efeito da adubação com boro e esterco bovino sobre a produtividade da figueira e as propriedades químicas do solo. *Ciencia Rural*, v. 36,n.4, p. 1150-1155, 2006.

CÂMARA, G.M.S.; FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. *Soja* (versão 1.0). 1999. (CD – ROM).

CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J. & PETRERE, C. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo *Revista Brasileira de Ciência Solo*, 19, p.121-126, 1995.

CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLODI, R. & CASSOL, L.C. Dinâmica da agregação induzida pelo uso de plantas de inverno para cobertura do solo. *Revista Brasileira de Ciência Solo*, 23, p.386-391, 1999.

CAMPOS, F.S. *Uso de lodo de esgoto na reestruturação de um Latossolo vermelho degradado*. Ilha Solteira, 2006. 97f, Dissertação (Mestrado em Agronomia – Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2006.

CARDOSO, F.P. *Brachiaria mais que pasto II*. Brasília: APDC, 2003, p4. (Direto no Cerrado, 28).

CARVALHO, P.C.T.; BARRAL, M.F. *Aplicação de lodo de esgoto como fertilizante*. *Fertilizantes*, São Paulo, v.3, n.2, p.1-4, 1981.

CASER, D.V.; CAMARGO, A.M.M.P.; FRANCISCO, V.L.L.S.; GHOBIL, C.N.; OLIVETTE, M.P.A. *Previsões e estimativas das safras agrícolas do Estado de São Paulo, ano agrícola 2003/04, Abril de 2004*. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/producao/ps-0404-4l-t.htm>>. Acesso em: 13 de out. de 2005.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A.L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico em um Latossolo Roxo Distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.22, p.527-538, 1998.

CENTURION, J.F.; DEMATTÊ, J.L.I. Sistema de preparo de solos de cerrado: efeitos nas propriedades físicas e na cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.27, n.2, p.315-324, 1992.

COLLIER, L.S.; CAMPOS, L.S.; ERASMO, E.A.L. Solo cultivado com milheto e sorgo em safrinha na palha da soja no Tocantins. In: FERTIBIO, 2000, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: SBCS, 2000. (CD-Room).

CORRECHEL, V.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A. Influência da posição relativa à linha de cultivo sobre a densidade do solo em dois sistemas de manejo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.23, n.1, p.165-173, 1999.

COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V. & WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas

plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27, p.527-535, 2003.

CURY, B. Por que fazer plantio Direto. In: _____. *Guia para plantio direto*. Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2000. p. 9-15.

DE MARIA, I.C., CASTRO, O.M. Fósforo, potássio e matéria orgânica em um Latossolo Roxo, sob sistemas de manejo com milho e soja . *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.17, n.3, p. 471-477, 1993.

DE MARIA, I.C., CASTRO, O.M., SOUZA DIAS, H. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.23, n.3, p. 703-709, 1999.

DEMATÊ, J.L.I. *Levantamento detalhado dos solos do Campus experimental de Ilha Solteira*. Piracicaba: ESALQ/USP, 114p., 1980. (mimeografado).

DEMATTE, J.L.I. e DEMATTE, J.A.M. Comparações entre as propriedades químicas de solos das regiões da floresta amazônica e do cerrado do Brasil Central. *Scientia agricola (Piracicaba, Braz.)*. v. 50, n. 2, p. 272-286, 1993.

Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) Oferta e demanda de soja, *O Estado de São Paulo*, São Paulo, 14 jan. 2004. Suplemento Agrícola, Caderno G4.

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

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

ERNANI, P.R.; GIANELLO, C. Efeito imediato e residual de materiais orgânicos, adubo mineral e calcário no rendimento vegetal. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.6, p.119-124, 1982.

FERNANDES, C. e MURAOKA, T. Absorção de fósforo por híbridos de milho cultivados em solo de cerrado. *Sci. agric. (Piracicaba, Braz.)*, v. 59, n. 4, p. 781-787, 2002.

FURLANI, C.E.A. *Efeito do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno na cultura do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.)*. Botucatu, 2000. 218 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

FRIGERI, A. R. *Épocas e densidades de semeadura de três cultivares de soja (Glycine max (L) Merrill) em selvíria – MS*, 2005, 38f. (Trabalho de graduação) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2006.

GALDOS, M. V., DE MARIA, I. C. e CAMARGO, O. A. Atributos químicos e produção de milho em um latossolo vermelho eutroférico tratado com lodo de esgoto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, V.23, n.3, p.569-577, 2004.

GLÓRIA, N.A. da. Uso agrônômico de resíduos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22., Piracicaba, 1992, *Anais...* Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.195-212.

HERNANI, L.C.; SALTON, J.C. Conceitos. In: SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. *Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde*. Brasília: EMBRAPA – SPI, 1998. P.15-20.

JORGE, J.A., CAMARGO, O.A., VALADARES, J.M.A.S. Condições físicas de um Latossolo Vermelho-escuro quatro anos após aplicação de lodo de esgoto e calcário. *Revista Brasileira de ciência do solo*, Campinas, v. 15, n.1, p.237-240, 1991.

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

LAM SÁNCHEZ, A.; YUYAMA, L. Época de plantio na cultura de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill), cultivares “Santa Rosa” e “Viçosa” em Jaboticabal, SP. *Científica*, Jaboticabal, v.7, n.2, p.225-234, 1979.

LAZARINI, E. *Comportamento da cultura da soja (Glycine Max (L) Merrill) em Selvíria – MS: época de semeadura, qualidade fisiológica de sementes e irrigação*. Ilha

Solteira, 2001, 130p. Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2001.

LOPES, A. S. Manual Internacional de Fertilidade do Solo. *Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato*. 2 ed., Piracicaba, 177p., 1998.

LIMA, C.L.R., PAULETTO, E.A.; GOMES, A.S. e SILVA, J.B. Estabilidade de agregados de um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 27, p. 199-205, 2003.

LINDSAY, B.J.; LOGAN, T.J. Field response of soil physical properties to sewage sludge. *Journal of Environmental Quality*, v.27, p.534-542, 1998.

MALAVOLTA, E. Adubos orgânicos. In:_. *ABC da adubação*. 4 ed. São Paulo: Ceres, p.115-131, 1979.

MANNIGEL, A.R. *Efeitos de adubação verde, orgânica e mineral nas culturas de milho e algodão, em um Latossolo vermelho de cerrado sob preparo convencional e plantio direto*, 2002, 54f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2002.

MASCARENHAS, H.A.A.; TANAKA, R.T. Crescimento em vasos, de cultivares de soja e de trigo em função da saturação de alumínio. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.52, n.2, p.257-262, 1995.

MELLO, L.M.M. de, YANO, É.H., NARIMATSU, K.C.P. et al. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: produção de forragem e resíduo de palha após pastejo. *Engenharia Agrícola*, vol. 24, n. 1, p. 121-129, 2004

MELO, V. P.de, BEUTLER, A. N., SOUZA, Z. M. de et al. Atributos físicos de latossolos adubados durante cinco anos com biossólido. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.1, p.67-72, 2004.

MOLINA, M.V. *Nitrogênio e Metais Pesados em Latossolo e Eucalipto cinqüenta e cinco meses após a aplicação de biossólidos*. 2004, 81f. Dissertação (Concentração: Solos e nutrição de plantas). Escola Superior de Agricultura “ Luis de Queiroz” Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MOREIRA, J.A.A. Plantio direto e agricultura sustentável. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, n.38, p.25-26, 1997.

NAKAGAWA, J.; MACHADO, J.R.; ROSOLEM, C.A. Épocas de semeadura da soja. I. Efeitos na produção de grãos e nos componentes da produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.18, n.11, p.1187-1198, 1983.

NASCIMENTO, C. W. A., BARROS, D. A. S., MELO, E. E. C. et al. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v.28, n.2, p.385-392, 2004.

NEVES, L.G., TIENNE, L e VALCARCEL, R. Regeneração induzida em áreas de empréstimo na Ilha da Madeira, RJ. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRRJ, 11. *Resumos...*, Seropédica, RJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2001, p.103-106.

OLIVEIRA, F.G., MARQUES, M.O., BELLINGIERI, P.A. PERECIN, D. Lodo de esgoto como fonte de macronutrientes para a cultura do sorgo granífero. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v.52, n.2, p.360-367, 1995.

OLIVEIRA, G.C., DIAS JUNIOR, M. S., RESCK, D. V. S.; et al. Alterações estruturais e comportamento de um latossolo vermelho distrófico argiloso sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.38, n.2, p.291-299, 2003.

PEDROTTI, A., PAULETTO, E.A.; CRESTANA, S. et al. Resistência mecânica à penetração de um planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.25, n.4, p.885-895, 2001.

PERECIN JUNIOR, H. *Propriedades físicas e químicas de um Latossolo vermelho tratado com lodo de esgoto e cultivado com sorgo*, 2005, 57f, Dissertação (Mestrado em Agronomia – Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2005.

RAIJ, B. Van.. CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. *Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo*, 2ª ed. Campinas, Instituto Agrônômico e Fundação IAC, 285p., 1997. (Boletim Técnico 100).

RAIJ B.Van., QUAGGIO J.A. Métodos de análises de solo para fins de fertilidade. Instituto Agrônômico de Campinas, 31p. (Boletim Técnico n. 81). Campinas. 1983.

RESENDE, J.A., PEREIRA, M.N., PINHO, R.G.V. et al. Degradabilidade ruminal das silagens e produtividade de cultivares de sorgo de tipo forrageiro e granífero. *Scientia agricola*. (Piracicaba, Braz.). v. 60, n. 3, p. 457-463, 2003.

ROCHA, G. N., GONCALVES, J. L. M. e MOURA, I. M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*. vol. 28, no. 4, p. 623-639, 2004.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Fitofisionomia do bioma Cerrado. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S.P. (Coords.). *Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina, DF: EMBRAPA, 1998. p.47-86.

SA, J.C.M. Reciclagem de nutrientes dos resíduos culturais, e estratégia de fertilização para a produção de grãos no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO SOBRE O SISTEMA PLANTIO DIRETO NA UFV, 1., Viçosa, 1998. *Resumo de palestras...* Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, p.19-61, 1998.

SAWAZAKI, E. *Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas*. In: FAHL, J.I., CAMARGO, M.B.P. PIZZIATTO, M.A. et al. (Boletim 200) Campinas: IAC, 1998, 397p.

SOUTO, P.C., SOUTO, J.S., SANTOS, R.V. *et al.* Decomposição de esterco disposto em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, n.1, v.29, p. 125-130. 2005

SOUZA, Z.M., BEUTLER, A.N., MELO, V.P. et al. Estabilidade de agregados e resistência à penetração em latossolos adubados por cinco anos com biossólido. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.29, n.1, p.117-123, 2005.

SILVA, F.C., BOARETTO, A.N., BERTON, R.S. et al. Cana-de-açúcar cultivada em solo adubado com lodo de esgoto: nutrientes, metais pesados e produtividade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, n.33, p.1-8, 1998.

SILVA, I.F. da; MIELNICZUK, J. Ação do sistema radicular de plantas na formação e estabilidade de agregação do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v.21, n.1, p.113-17, 1997.

SILVA, I.F. e MIELNICZUK, J. Sistemas de cultivo e características do solo afetando a estabilidade de agregados. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 22, p.311-317, 1998.

SILVA, E.C.; SILVA, J.B.; LAZARINI, E.; TARSIANO, M.A.A.; SILVA, S.C.; BUZETTI, S.; BERGAMASHINE, A.F. Estimativa do custo de recuperação e

renovação de pastagem com utilização de culturas anuais em Selvíria – MS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO RURAL, 4, Goiânia,. *Resumos...* Goiânia: ABAR, 2001a, CD-ROM.

SILVA, F.C., BOARETO, A.E., BERTON, R.S., ZOTELLI, H.B. et al. Efeito do lodo de esgoto na fertilidade de um Argissolo Vermelho Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. *Pesquisa agropecuária brasileira*, Brasília, v.36, p.831-840, 2001b.

SILVA, J.da, SILVA, P.S.SL., OLIVEIRA, M., et al. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. *Horticultura Brasileira*, n.2, v.22, p. 326-331, 2004.

SILVA JUNIOR, A. *Propriedades físico-químicas de um Latossolo vermelho de cerrado sob adubações orgânica e mineral após 20 anos de pastagem*. 2005. Trabalho de graduação, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Iha Solteira, 2005.

SILVA, M.A.S.da, MAFRA, Á.L., ALBUQUERQUE, J.A. et al. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um Argissolo Vermelho sob distintos sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*.v.30, n.2, p. 329-337, 2006.

SILVEIRA, P.M.; SILVA, J.G., STONE, L.F. et al.. Alterações na densidade e na macroporosidade de um latossolo vermelho-escuro causadas pelo sistema de preparo do solo. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.29, n.2, p.145-149, 1999.

SUZUKI, L.G.A.S. *Recuperação de um solo com adubo verde, lodo de esgoto e revegetado com uma espécie arbórea*, 2005, 55f. Trabalho de Graduação- Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2005.

TAMANINI, C. R. *Recuperação áreas degradadas com a utilização de biossólido e gramínea forrageira*. Dissertação, Universidade Federal do Paraná. Curitiba 2004.

TRANNIN, I.C.B., SIQUEIRA, J.O., MOREIRA, F.M.S. Avaliação agronômica de um biossólido industrial para a cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v. 40, n. 3, p. 261-269. 2005.

TOGNON, A.A., DEMATTÊ, J.A.M.; MAZZA, J.A. Alterações nas propriedades químicas de latossolos roxos em sistemas de manejo intensivos e de longa duração. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, n.21, p.271-278, 1997.

TORMENA, C.A., BARBOSA, M.C., COSTA, A.C.S. et al. Densidade, porosidade e resistência à penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. *Scientia agrícola*, Piracicaba, v.59, n.4, p.795-801, 2002.

VASCONCELLOS, C.A., MARRIEL, I.E., SANTOS, F.G. dos et al. Resíduos de sorgo e a mineralização do nitrogênio em LATOSSOLO VERMELHO fase cerrado. *Scientia agrícola*, v. 58, n. 2, p. 373-379, 2001.

VIEIRA, R.F., TANAKA, R.T.; SILVA, C.M.M.S. Utilização do lodo de esgoto na cultura da soja / VIEIRA, R.F.; TANAKA, R.T.; MANGANHOTTO C.M.S.-

Jaguariúna:Embrapa Meio Ambiente,2004. 26 p. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* /Embrapa Meio Ambiente.

WUTKE, E.B.; ARRUDA, F.B.; FANCELLI, A.L.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; SAKAI, E.; FUJIWARA, M.; AMBROSANO, G.M.B. Propriedades do solo e sistema radicular do feijoeiro irrigado em rotação de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.24, n.3, p.621-633, 2000.

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

8. APÊNDICE

Apêndice 1 - Granulometria e densidade do solo do perfil estudado.

Camada de solo m	Granulometria, g kg ⁻¹					Densidade do solo kg dm ⁻³
	Argila	Silte	Areia fina	Areia grossa	Areia total	
0,00 – 0,15	220	30	270	480	750	1,5
0,15 – 0,30	250	0	290	460	750	1,4
0,30 – 1,00	320	0	240	440	680	1,4
1,00 – 1,70	360	0	270	370	640	1,3

Apêndice 2 – Principais propriedades químicas do perfil do solo estudado.

Camada de	pH	KCL	pH	PO ₄ ⁻³	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	S	Al ³⁺	H ⁺	T	V	Al	C
	H ₂ O						mmc dm ⁻³				%			
solo - m														
0 – 0,15	5,6	4,5	-1,1	0,1	6,5	5,2	0,7	12,4	22,0	22,0	56,4	22,0	63,2	0,73
0,15 – 0,30	5,3	4,2	-1,1	0,2	0,5	0,6	0,2	1,3	7,0	4,0	12,3	10,6	84,0	0,49
0,30 – 1,00	4,8	3,9	-0,9	0,1	0,5	0,4	0,2	1,1	8,0	13,0	22,1	5,0	87,9	0,39
1,00 – 1,70	6,0	4,4	-1,6	0,1	0,5	0,2	0,1	0,8	3,0	9,0	12,8	6,3	79,0	0,21

Apêndice 3 - Quantidade de nutrientes adicionados ao solo de acordo com as doses de lodo de esgoto. Selvíria, MS, safra 2003/04 e 2004/05.

Doses	M.O.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹					kg ha ⁻¹					
20 Mg	4000	1420	380	300	220	60	160	0,33	3,22	19,2	2,31	11,67
30 Mg	6000	2130	570	450	330	90	240	0,49	4,81	28,82	3,47	17,51

Apêndice 4 - Quantidade de nutrientes adicionados ao solo de acordo com as doses de esterco bovino. Selvíria, MS, safra 2003/04 e 2004/05.

Doses	M.O.	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹					kg ha ⁻¹					
10 Mg	2520	100	50	150	150	30	20	0,01	0,12	72,17	0,99	0,51
20 Mg	5040	200	100	300	300	60	40	0,02	0,24	144,34	1,98	1,02

9. ANEXOS

Setembro / 2003

RELATÓRIO DIÁRIO, SAÍDA 124 - ESTAÇÃO CERRADO - Selvíria - MS
 UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
 FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - FEIS
 DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS -
 DEFERS

1	2	3	4	5	35	41		
Data	hora	temp_ar media [C]	umrel média [%]	Precip. total (mm)	vent_km total (km)	dirven. média (gr)	Temp. Máx. (C)	Temp. Mín. (C)
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
1/9/2003	12:00	22	49,53	0	146	0,966	29,31	14,25
2/9/2003	12:00	25,6	46,54	0	139,6	1,3	32,89	17,86
3/9/2003	12:00	25,9	47,98	0	212,5	2,152	33,86	17,62
4/9/2003	12:00	23,3	48,66	0	206,4	1,833	30,32	17,02
5/9/2003	12:00	26,1	47,47	0	198,6	2,066	34,5	19,6
6/9/2003	12:00	26,4	43,36	0	209,1	1,874	33,76	18,77
7/9/2003	12:00	27,9	40,02	0	200	2,232	34,44	22,51
8/9/2003	12:00	28,8	38,39	0	190,1	3,264	36,34	24,03
9/9/2003	12:00	23,5	73,1	6,35	218,5	2,094	34,17	18,55
10/9/2003	12:00	21,2	82	0,254	217,8	1,754	25,99	14,25
11/9/2003	12:00	13,2	84,4	0,508	216,9	2,849	15,3	9,63
12/9/2003	12:00	17,3	65,76	0	211,9	1,903	22,69	12,92
13/9/2003	12:00	20,6	61,75	0	207,8	1,336	25,76	15,77
14/9/2003	12:00	19,3	65,62	0	203,2	1,625	26,13	13,7
15/9/2003	12:00	22,3	54,86	0	196,5	2,102	29,04	15,84
16/9/2003	12:00	23,6	62,64	1,016	193	2,226	30,69	18,28
17/9/2003	12:00	19,9	85,2	4,064	195,9	1,414	23,72	15,26
18/9/2003	12:00	23	60,17	0	189,5	1,883	29,07	16,71
19/9/2003	12:00	23,1	55,55	0	212,9	1,357	30,77	16,17
20/9/2003	12:00	26,3	47,53	0	206,2	1,431	34,57	17,78
21/9/2003	12:00	28,9	41,21	0	195,9	1,874	36,57	20,88
22/9/2003	12:00	27,8	39,99	0	188,7	1,42	35,68	20,44
23/9/2003	12:00	28,4	34,95	0	179,6	1,664	37	20,67
24/9/2003	12:00	29,3	34,68	0	207,8	1,63	38,96	18,25
25/9/2003	12:00		39,55	0	197,9	1,642	40,1	19,76
26/9/2003	12:00	29,9	42,1	0	187,5	2,698	40,51	21,31
27/9/2003	12:00	23,6	70,3	5,842	216,9	2,089	32,24	17,88
28/9/2003	12:00	22,8	78,8	0,254	217	0,611	27,67	18,99
29/9/2003	12:00	27,3	53,38	0	207,6	2,626	36,68	19,39
30/9/2003	12:00	25	58,8	0	200,4	1,771	31,67	19,56

Outubro / 2003

RELATÓRIO DIÁRIO, SAÍDA 124 - ESTAÇÃO CERRADO - Selvíria - MS
 UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
 FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - FEIS
 DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS -
 DEFERS

1	2	3	4	5	35	41		
Data	hora	temp_ar media [C]	umrel média [%]	Precip. total (mm)	vent_km total (km)	dirven. média (gr)	Temp. Máx. (C)	Temp. Mín. (C)
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
1/10/2003	12:00	27,5	41,6	0,0	191,9	2,119	35,1	19,8
2/10/2003	12:00	28,1	30,4	0,0	183,4	1,859	36,1	20,1
3/10/2003	12:00	29,1	33,4	0,0	201,2	1,498	37,9	20,3
4/10/2003	12:00	30,0	30,8	0,0	191,1	1,776	37,5	22,5
5/10/2003	12:00	29,4	41,6	0,0	180,8	1,547	38,6	20,2
6/10/2003	12:00	26,8	76,4	4,8	177,6	3,029	31,6	21,9
7/10/2003	12:00	25,7	78,1	0,0	215,4	1,757	31,6	19,8
8/10/2003	12:00	27,3	65,7	3,6	214,8	2,353	32,6	22,0
9/10/2003	12:00	28,3	69,2	-			37,3	19,2
10/10/2003	12:00	21,0	88,8	2,6			23,0	19,0
11/10/2003	12:00	21,7	83,9	-			26,9	16,4
12/10/2003	12:00	22,1	64,9	-			27,6	16,5
13/10/2003	12:00	23,1	59,7	-			29,7	16,4
14/10/2003	12:00	23,6	57,8	-			30,6	16,6
15/10/2003	12:00	24,3	48,8	-			30,9	17,6
16/10/2003	12:00	25,8	43,7	-			32,8	18,8
17/10/2003	12:00	25,8	38,9	-			33,6	18,0
18/10/2003	12:00	28,3	39,7	-			36,0	20,5
19/10/2003	12:00	30,3	43,1	-			38,5	22,1
20/10/2003	12:00	26,5	61,7	-			31,9	21,0
21/10/2003	12:00	24,4	70,3	6,2			31,1	17,7
22/10/2003	12:00	21,9	85,3	-			25,6	18,2
23/10/2003	12:00	27,4	66,2	-			32,5	22,3
24/10/2003	12:00	27,8	55,6	-			33,4	22,1
25/10/2003	12:00	28,9	55,4	-			35,3	22,5
26/10/2003	12:00	28,8	58,9	-			37,6	19,9
27/10/2003	12:00	22,9	85,9	31,6			25,1	20,7
28/10/2003	12:00	22,5	85,4	-			24,7	20,3
29/10/2003	12:00	25,5	74,5	-			29,8	21,2
30/10/2003	12:00	27,0	66,5	-			31,9	22,0
31/10/2003	12:00	27,5	72,3	-			32,3	22,7

Novembro / 2003

RELATÓRIO DIÁRIO, SAÍDA 124 - ESTAÇÃO CERRADO - Selvíria - MS
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - FEIS
DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS -
DEFERS

1	2	3	4	5	35	41		
Data	hora	temp_ar media [C]	umrel média [%]	Precip. total (mm)	vent_km total (km)	dirven. média (gr)	Temp. Máx. (C)	Temp. Mín. (C)
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----		
1/11/2003	12:00	25,0	75,0	-			29,8	20,1
2/11/2003	12:00	22,0	83,8	-			23,7	20,3
3/11/2003	12:00	23,3	57,6	-			29,2	17,4
4/11/2003	12:00	22,7	53,9	-			29,1	16,3
5/11/2003	12:00	24,2	58,4	-			29,4	19,0
6/11/2003	12:00	26,5	54,9	-			33,0	20,0
7/11/2003	12:00	28,2	52,6	-			35,2	21,2
8/11/2003	12:00	28,3	47,9	-			36,5	20,0
9/11/2003	12:00	28,4	41,7	-			37,7	19,0
10/11/2003	12:00	29,8	39,8	-			39,2	20,4
11/11/2003	12:00	34,1	28,8	-			38,9	29,3
12/11/2003	12:00	32,6	47,4	-			39,6	25,6
13/11/2003	12:00	23,7	77,6	26			27,7	19,7
14/11/2003	12:00	27,0	68,0	-			31,9	22,1
15/11/2003	12:00	29,6	66,1	9,8			35,7	23,5
16/11/2003	12:00	28,8	70,3	-			33,5	24,0
17/11/2003	12:00	25,6	52,5	3			29,2	22,0
18/11/2003	12:00	24,9	78,5	3,2			30,6	19,1
19/11/2003	12:00	22,5	75,6	-			26,3	18,7
20/11/2003	12:00	24,8	61,6	-			32,0	17,6
21/11/2003	12:00	26,0	57,7	-			32,4	19,5
22/11/2003	12:00	26,3	64,6	-			31,0	21,6
23/11/2003	12:00	26,9	72,4	25			31,4	22,3
24/11/2003	12:00	27,1	72,9	9			33,7	20,5
25/11/2003	12:00	27,9	76,3	13,6			34,7	21,0
26/11/2003	12:00	26,1	82,0	21,6			30,6	21,6
27/11/2003	12:00	26,4	84,2	13,8			31,8	20,9
28/11/2003	12:00	26,7	70,5	-			32,2	21,2
29/11/2003	12:00	26,6	86,1	-			32,1	21,0
30/11/2003	12:00	26,7	86,8	8			30,0	23,4

Dezembro / 2003

RELATÓRIO DIÁRIO, SAÍDA 124 - ESTAÇÃO CERRADO - Selvíria - MS
 UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
 FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - FEIS
 DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS -
 DEFERS

1	3	4	5	35	41		
Data	temp_ar media [C]	umrel média [%]	Precip. total (mm)	vent_km total (km)	dirven. média (gr)	Temp. Máx. (C)	Temp. Mín. (C)
-----	-----	-----	-----	-----	-----		
1/12/2003	24,7	86,0	30,6			31,0	22,2
2/12/2003	26,5	79,1	2,2			32,3	21,8
3/12/2003	25,6	86,0	32,2			30,7	22,4
4/12/2003	25,2	85,6	42,6			29,8	21,0
5/12/2003	23,8	90,3	-			30,9	21,0
6/12/2003	24,8	83,9	37,0			29,2	21,4
7/12/2003	25,5	83,1	6,0			31,1	23,1
8/12/2003	26,2	82,7	-			31,8	23,8
9/12/2003	22,5	87,9	56,4			25,6	20,2
10/12/2003	24,6	78,0	3,4			29,9	20,5
11/12/2003	29,3	64,5	8,2			36,1	23,7
12/12/2003	26,2	77,3	4,4			30,8	23,2
13/12/2003	28,7	67,0	-			34,3	23,4
14/12/2003	29,7	63,0	-			25,6	23,1
15/12/2003	29,4	63,9	-			36,1	23,7
16/12/2003	28,8	67,2	-			36,9	24,0
17/12/2003	27,9	68,4	-			34,3	22,9
18/12/2003	27,1	63,8	-			33,2	21,6
19/12/2003	28,6	62,2	-			34,3	22,5
20/12/2003	30,5	52,1	-	193,5	1,446	35,9	24,7
21/12/2003	29,3	58,4	-	184,2	1,849	37,4	24,2
22/12/2003	27,4	71,8	-	176,9	1,504	36,4	23,7
23/12/2003	26,1	79,8	1,3	223,2	1,174	32,0	23,1
24/12/2003	27,7	69,0	15,5	231,6	1,903	33,0	23,6
25/12/2003	27,0	64,1	0,3	222,7	3,256	33,3	20,4
26/12/2003	27,7	60,5	-	212,7	2,138	34,5	21,8
27/12/2003	28,3	73,8	-	206,4	2,09	34,4	20,0
28/12/2003	27,0	72,2	-	203,9	1,398	31,9	22,6
29/12/2003	28,3	69,3	0,3	198,2	1,241	33,8	22,7
30/12/2003	25,3	74,5	17,8	212,9	1,318	30,4	22,6
31/12/2003	24,2	80,0	17,3	227,2	1,162	30,0	18,2

Janeiro / 2004

RELATÓRIO DIÁRIO, SAÍDA 124 - ESTAÇÃO CERRADO - Selvíria - MS
 UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
 FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - FEIS
 DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS -
 DEFERS

1	2	3	43	35	41	Temp.	Temp.
Data	temp_ar media [C]	umrel média [%]	Precip. total (mm)	vent_km total (km)	dirven. média (gr)	Máx. [C]	Mín. [C]
-----	-----	-----	-----	-----	-----		
1/1/2004	24,8	86,7	9,9	235,8	1,294	29,1	21,8
2/1/2004	24,4	77,7	0,3	232,2	2,616	28,3	19,3
3/1/2004	25,0	73,2	0,0	226,3	2,295	29,3	19,2
4/1/2004	27,9	72,1	0,0	218,7	2,162	32,7	21,3
5/1/2004	27,6	75,4	0,0	226,8	2,108	33,5	22,0
6/1/2004	24,4	85,3	0,8	225,1	1,224	29,3	20,8
7/1/2004	26,7	77,6	0,0	220,9	0,628	31,3	20,8
8/1/2004	25,2	85,1	1,5	218,5	1,393	30,9	21,5
9/1/2004	24,7	86,5	3,6	218,7	1,46	30,7	20,3
10/1/2004	27,0	76,9	0,0	213,0	1,037	32,9	20,7
11/1/2004	28,2	72,1	0,0	207,5	0,664	34,3	22,0
12/1/2004	28,1	73,6	0,8	203,0	1,34	34,0	22,5
13/1/2004	27,8	73,9	0,0	120,3	1,498	34,3	22,1
14/1/2004	27,4	74,1	0,0	196,1	1,536	34,6	22,3
15/1/2004	27,4	61,4	0,0	209,0	1,637	34,1	20,9
16/1/2004	27,8	60,7	0,0	201,0	1,543	34,7	21,3
17/1/2004	28,5	58,5	0,0	192,5	2,078	35,6	22,3
18/1/2004	28,0	57,1	0,0	183,3	2,708	33,5	21,6
19/1/2004	27,7	61,9	0,0	176,0	1,84	33,8	22,9
20/1/2004	27,1	68,1	5,1	213,8	1,863	32,2	21,7
21/1/2004	26,5	74,6	0,3	211,2	1,688	30,1	22,8
22/1/2004	26,4	76,3	0,0	206,7	1,849	31,1	22,5
23/1/2004	27,2	72,8	0,0	199,6	2,459	32,8	23,2
24/1/2004	26,8	76,6	0,0	212,8	2,806	32,7	23,6
25/1/2004	26,5	78,6	10,9	218,6	2,733	32,3	22,4
26/1/2004	22,4	93,2	41,2	258,3	1,2	25,3	20,0
27/1/2004	25,0	83,0	0,5	255,8	0,811	31,0	20,9
28/1/2004	26,6	76,4	0,0	249,5	1,205	31,5	20,1
29/1/2004	27,4	75,0	0,0	241,3	1,942	32,9	21,9
30/1/2004	25,9	74,7	0,0	233,5	2,626	30,6	22,1
31/1/2004	26,1	76,4	3,6	231,6	1,591	31,6	20,7

Fevereiro / 2004

RELATÓRIO DIÁRIO, SAÍDA 124 - ESTAÇÃO CERRADO - Selvíria - MS
 UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
 FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - FEIS
 DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS -
 DEFERS

1	2	3	43	35	41	Temp.	Temp.
Data	temp_ar media [C]	umrel média [%]	Precip. total (mm)	vent_km total (km)	dirven. média (gr)	Máx. [C]	Mín. [C]
-----	-----	-----	-----	-----	-----		
1/2/2004	24,5	85,2	22,1	244,5	0,758	28,8	19,6
2/2/2004	24,8	85,0	0,5	244,8	1,126	27,2	22,6
3/2/2004	26,3	76,3	0,0	238,2	1,813	31,7	20,9
4/2/2004	27,6	71,8	0,8	230,9	1,405	32,8	22,1
5/2/2004	27,6	77,1	0,0	224,0	1,732	33,9	21,6
6/2/2004	26,6	79,2	48,3	259,3	1,779	34,0	21,9
7/2/2004	25,2	84,9	8,1	263,9	1,463	31,0	21,2
8/2/2004	25,6	66,7	0,0	255,4	2,813	30,4	19,9
9/2/2004	25,9	62,4	0,0	246,3	3,472	30,9	20,7
10/2/2004	26,0	62,6	0,0	236,5	3,481	30,9	20,8
11/2/2004	26,6	66,0	0,0	228,3	2,4	30,7	22,1
12/2/2004	25,2	78,1	0,0	220,6	2,129	32,3	20,6
13/2/2004	26,8	71,5	0,0	217,3	2,594	31,9	21,4
14/2/2004	25,0	81,0	0,5	212,5	2,146	32,3	21,9
15/2/2004	24,9	84,3	10,9	219,0	2,131	30,8	21,4
16/2/2004	25,8	73,9	1,0	215,7	1,941	32,8	20,0
17/2/2004	27,2	68,4	0,0	209,4	1,451	32,7	21,7
18/2/2004	27,9	66,0	0,0	202,2	1,088	34,4	20,9
19/2/2004	26,0	75,6	0,0	198,3	1,102	31,7	21,6
20/2/2004	26,9	75,0	0,0	214,6	0,987	33,0	21,0
21/2/2004	25,6	80,1	0,0	209,3	1,321	32,3	21,4
22/2/2004	24,5	88,0	76,7	266,9	1,025	29,9	20,7
23/2/2004	23,9	89,6	13,0	266,7	0,508	28,6	20,5
24/2/2004	24,0	88,4	23,4	267,9	0,863	28,5	20,3
25/2/2004	24,1	85,3	5,1	265,4	2,138	28,3	20,9
26/2/2004	25,0	81,4	0,0	262,3	1,422	29,9	20,3
27/2/2004	26,0	76,8	0,0	255,9	1,084	31,9	19,8
28/2/2004	26,5	71,8	0,0	249,4	1,434	34,2	19,4
29/2/2004	27,2	70,2	0,0	243,2	1,977	34,4	21,6

Março / 2004

RELATÓRIO DIÁRIO, SAÍDA 124 - ESTAÇÃO CERRADO - Selvíria - MS
 UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
 FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - FEIS
 DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS -
 DEFERS

1	2	3	4	5	35	41		
Data	hora	temp_ar media [C]	umrel média [%]	Precip. total (mm)	vent_km total (km)	dirven. média (gr)	temp_ar máx. [C]	temp_ar mín. [C]
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1/3/2004	12:00	26,6	72,1	4,8	240,5	2,212	35,8	20,9
2/3/2004	12:00	29,1	66,1	0,0	233,9	1,498	35,7	22,4
3/3/2004	12:00	28,8	68,6	4,8	231,4	1,854	35,3	21,6
4/3/2004	12:00	24,7	85,8	4,8	234,1	1,25	30,5	21,6
5/3/2004	12:00	25,9	75,3	0,0	230,1	2,519	30,4	21,6
6/3/2004	12:00	26,4	74,1	0,0	223,8	2,734	31,0	22,3
7/3/2004	12:00	26,5	74,9	0,0	217,6	2,871	32,2	21,4
8/3/2004	12:00	26,9	72,3	0,0	211,8	2,422	32,8	20,6
9/3/2004	12:00	26,0	76,8	0,0	206,3	1,345	33,2	20,5
10/3/2004	12:00	28,1	70,9	0,0	199,7	1,351	34,9	21,2
11/3/2004	12:00	28,0	69,6	0,0	192,5	1,2	34,4	21,9
12/3/2004	12:00	27,6	71,4	0,0	186,2	1,232	34,7	22,0
13/3/2004	12:00	25,4	80,1	0,0	212,5	2,301	29,7	21,8
14/3/2004	12:00	26,2	81,0	13,5	218,9	1,452	32,2	21,8
15/3/2004	12:00	24,7	83,1	14,0	227,9	1,253	31,5	19,1
16/3/2004	12:00	22,4	92,3	0,0	223,8	0,375	27,1	19,6
17/3/2004	12:00	26,0	74,4	0,0	217,5	0,726	32,4	20,2
18/3/2004	12:00	27,0	71,4	0,0	210,5	1,087	33,1	20,7
19/3/2004	12:00	26,3	73,2	0,3	204,4	1,586	32,9	19,8
20/3/2004	12:00	23,4	85,5	0,8	203,4	0,671	27,6	19,0
21/3/2004	12:00	25,6	72,8	0,0	197,8	0,819	32,4	19,8
22/3/2004	12:00	25,8	67,6	0,0	191,6	2,165	31,9	19,9
23/3/2004	12:00	25,1	58,2	0,0	183,1	3,239	31,0	18,6
24/3/2004	12:00	24,0	62,3	0,0	177,3	2,08	30,0	18,4
25/3/2004	12:00	23,3	64,9	0,0	171,8	1,594	30,7	16,1
26/3/2004	12:00	24,0	67,1	0,0	212,5	1,337	31,9	17,0
27/3/2004	12:00	25,5	61,1	0,0	206,7	1,163	33,1	17,4
28/3/2004	12:00	25,1	65,9	0,0	201,1	1,159	32,4	17,0
29/3/2004	12:00	26,2	63,6	0,0	194,9	1,468	34,2	20,0
30/3/2004	12:00	26,2	66,0	0,0	189,2	1,262	34,4	18,4
31/3/2004	12:00	27,0	64,3	0,0	183,3	1,107	35,1	19,0

Setembro / 2004

RELATÓRIO DIÁRIO, SAÍDA 124 - ESTAÇÃO CERRADO - Selvíria - MS

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - FEIS

DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E

SOLOS - DEFERS

1	2	3	4	5	35		
Data	hora	temp_ar media [C]	umrel média [%]	Precip. total (mm)	vent_km total (km)	temp_ar máx. [C]	temp_ar mín. [C]
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1/9/2004	12:00	26,5	36,4	0	188,2	34,3	17,97
2/9/2004	12:00	28,9	37,0	0	178,8	37,6	21,9
3/9/2004	12:00	28,7	29,3	0	201,8	36,3	21,7
4/9/2004	12:00	26,8	36,1	0	191,6	36,9	15,6
5/9/2004	12:00	27,2	42,6	0	183,6	35,5	19,1
6/9/2004	12:00	28,1	38,8	0	176,4	36,6	20,8
7/9/2004	12:00	29,7	28,9	0	206,8	38,3	20,4
8/9/2004	12:00	29,7	34,9	0	196,6	37,7	20,2
9/9/2004	12:00	28,9	39,9	0	188,8	37,7	17,6
10/9/2004	12:00	27,2	39,5	0	180,0	36,7	15,3
11/9/2004	12:00	26,2	40,8	0	172,1	36,2	14,7
12/9/2004	12:00	27,0	47,4	0	164,9	36,1	18,5
13/9/2004	12:00	20,9	64,8	0	158,4	30,3	13,9
14/9/2004	12:00	19,0	71,3	0	154,4	25,1	13,5
15/9/2004	12:00	23,2	58,2	0	149,0	32,3	14,2
16/9/2004	12:00	23,1	42,5	0	142,5	31,1	13,6
17/9/2004	12:00	24,6	43,2	0	202,5	31,6	18,5
18/9/2004	12:00	25,2	50,8	0	195,3	31,9	20,5
19/9/2004	12:00	27,5	49,0	0	186,1	34,2	21,2
20/9/2004	12:00	28,7	46,0	0	178,0	35,8	20,4
21/9/2004	12:00	28,6	38,0	0	170,1	36,5	21,0
22/9/2004	12:00	29,1	38,0	0	161,9	38,3	18,0
23/9/2004	12:00	29,7	34,0	0	152,6	38,7	18,1
24/9/2004	12:00	29,9	35,4	0,0	142,7	39,2	19,6
25/9/2004	12:00	29,7	41,0	0,0	135,1	38,5	20,2
26/9/2004	12:00	30,4	33,6	0,0	126,1	39,6	21,9
27/9/2004	12:00	31,5	25,8	0,0	115,7	39,8	23,6
28/9/2004	12:00	32,5	19,5	0,0	105,1	40,1	25,2
29/9/2004	12:00	30,1	42,7	9,7	159,3	40,2	18,7
30/9/2004	12:00	22,4	78,7	1,5	159,2	26,0	19,0

Outubro / 2004

RELATÓRIO DIÁRIO, SAÍDA 124 - ESTAÇÃO CERRADO - Selvíria - MS

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - FEIS
DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E
SOLOS - DEFERS

1	2	3	4	5	35		
Data	hora	temp_ar media [C]	umrel média [%]	Precip. total (mm)	vent_km total (km)	temp_ar máx. [C]	temp_ar mín. [C]
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1/10/2004	12:00	23,8	64,1	0,5	154,9	28,1	18,1
2/10/2004	12:00	21,2	82,0	0,5	154,4	23,3	18,4
3/10/2004	12:00	20,1	90,3	5,8	160,1	22,1	18,1
4/10/2004	12:00	18,9	90,1	13,5	174,8	21,0	15,6
5/10/2004	12:00	22,0	64,2	0,3	168,9	29,8	14,3
6/10/2004	12:00	24,8	54,8	0,0	162,6	32,8	16,6
7/10/2004	12:00	24,1	51,7	0,0	154,0	32,6	15,8
8/10/2004	12:00	22,7	44,4	0,0	145,1	29,7	15,3
9/10/2004	12:00	24,9	42,6	0,0	137,7	32,3	19,0
10/10/2004	12:00	30,0	41,2	0,0	129,2	37,6	24,1
11/10/2004	12:00	27,4	59,1	1,3	123,7	35,8	20,5
12/10/2004	12:00	26,6	67,7	0,0	119,5	31,0	22,1
13/10/2004	12:00	27,5	65,9	0,0	115,0	31,2	23,9
14/10/2004	12:00	24,7	83,7	37,3	250,8	34,0	21,0
15/10/2004	12:00	24,3	88,6	7,4	256,1	30,3	21,4
16/10/2004	12:00	25,9	79,7	1,5	253,6	32,0	22,5
17/10/2004	12:00	27,7	69,2	2,3	248,5	35,2	22,0
18/10/2004	12:00	22,0	91,9	29,5	264,7	26,4	19,4
19/10/2004	12:00	23,8	85,5	25,9	265,4	27,9	20,2
20/10/2004	12:00	23,5	79,1	0,0	261,3	28,4	18,6
21/10/2004	12:00	23,0	66,2	0,0	252,6	29,2	16,6
22/10/2004	12:00	25,6	67,5	0,0	246,5	30,1	19,9
23/10/2004	12:00	25,4	76,6	15,5	252,9	32,0	20,3
24/10/2004	12:00	24,3	77,4	2,3	250,4	28,4	21,2
25/10/2004	12:00	23,4	84,6	10,2	253,1	26,3	20,0
26/10/2004	12:00	20,8	90,0	7,4	258,8	24,3	17,6
27/10/2004	12:00	23,29	75,60	0	254,3	29,1	18,0
28/10/2004	12:00	23,31	63,97	0	247,3	29,9	15,7
29/10/2004	12:00	24,00	63,08	0	240,5	30,8	16,7
30/10/2004	12:00	25,92	65,94	0	234,2	32,1	20,0
31/10/2004	12:00	28,23	57,05	0	224,4	35,3	20,4

Novembro / 2004

RELATÓRIO DIÁRIO, SAÍDA 124 - ESTAÇÃO CERRADO -
 Selvíria - MS
 UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
 FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - FEIS
 DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL
 E SOLOS - DEFERS

1	2	3	4	5	35		
Data	hora	temp_ar media [C]	umrel média [%]	Precip. total (mm)	vent_km total (km)	temp_ar máx. [C]	temp_ar mín. [C]
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1/11/2004	12:00	25,10	78,30	1,02	218,8	35,70	20,05
2/11/2004	12:00	26,49	71,60	0,25	212,9	31,40	21,43
3/11/2004	12:00	28,22	67,46	0,00	205,6	34,30	22,98
4/11/2004	12:00	27,97	65,54	26,16	224,1	36,70	19,44
5/11/2004	12:00	23,27	84,60	3,56	232,2	27,20	19,41
6/11/2004	12:00	24,58	81,30	6,10	232,3	30,20	20,32
7/11/2004	12:00	24,00	85,60	0,51	232,1	26,80	21,61
8/11/2004	12:00	25,24	69,87	0,00	224,1	31,00	18,55
9/11/2004	12:00	26,20	67,36	0,00	217,4	31,50	20,73
10/11/2004	12:00	28,82	60,64	0,00	209,3	34,60	23,04
11/11/2004	12:00	26,84	69,39	28,19	230,3	34,40	18,53
12/11/2004	12:00	21,80	83,80	3,30	232,2	25,80	18,34
13/11/2004	12:00	22,04	69,16	0,25	226,3	28,30	15,79
14/11/2004	12:00	24,98	62,44	0,00	219,3	29,90	20,43
15/11/2004	12:00	26,99	62,42	0,00	212,6	33,10	22,37
16/11/2004	12:00	23,27	88,90	9,14	219,6	26,40	20,42
17/11/2004	12:00	23,36	89,70	19,56	239,0	28,70	20,12
18/11/2004	12:00	25,09	81,10	0,25	236,6	29,30	21,24
19/11/2004	12:00	23,10	89,20	12,70	244,6	28,10	18,66
20/11/2004	12:00	22,87	60,58	0,25	240,5	29,50	15,71
21/11/2004	12:00	22,62	61,66	0,00	233,0	30,40	15,69
22/11/2004	12:00	24,28	61,72	0,00	226,3	30,50	18,16
23/11/2004	12:00	25,40	60,55	0,00	218,9	32,00	18,53
24/11/2004	12:00	27,69	63,63	0,00	211,9	33,80	21,68
25/11/2004	12:00	28,12	63,65	0,00	203,8	34,60	21,20
26/11/2004	12:00	28,27	57,14	0,00	195,2	35,20	21,15
27/11/2004	12:00	28,71	59,50	0,00	187,9	36,40	21,61
28/11/2004	12:00	26,63	74,30	2,29	183,9	35,80	21,17
29/11/2004	12:00	25,49	81,30	43,94	224,9	31,60	20,95
30/11/2004	12:00	26,24	71,80	0,00	219,9	31,80	20,35

Dezembro / 2004

RELATÓRIO DIÁRIO, SAÍDA 124 - ESTAÇÃO CERRADO - Selvíria - MS
 UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
 FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - FEIS
 DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS -
 DEFERS

1	3	4	5	35		
Data	temp_ar media [C]	umrel média [%]	Precip. total (mm)	vent_km total (km)	temp_ar máx. [C]	temp_ar mín. [C]
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1/12/2004	26,79	64,84	0,00	211,30	32,00	20,97
2/12/2004	26,81	64,44	0,00	204,80	31,40	21,34
3/12/2004	25,87	69,99	0,00	196,90	32,30	21,34
4/12/2004	26,62	70,90	0,00	191,00	32,60	22,64
5/12/2004	25,32	79,30	0,00	186,50	33,10	20,76
6/12/2004	27,18	70,20	0,00	181,00	32,70	21,37
7/12/2004	24,69	80,30	16,26	226,90	33,00	19,97
8/12/2004	25,37	78,00	0,00	222,60	31,90	20,22
9/12/2004	25,32	80,20	17,78	232,70	32,00	20,97
10/12/2004	26,50	75,00	10,16	235,60	32,20	20,56
11/12/2004	23,77	86,40	21,34	253,40	30,40	19,78
12/12/2004	24,60	70,50	0,25	248,90	29,00	19,34
13/12/2004	25,12	65,41	0,00	241,60	31,10	18,78
14/12/2004	26,51	59,44	0,00	234,50	32,40	19,85
15/12/2004	28,04	55,75	0,00	226,00	33,70	21,27
16/12/2004	27,43	67,31	0,00	217,80	35,10	19,24
17/12/2004	27,86	68,82	0,00	210,00	34,40	20,52
18/12/2004	26,52	75,80	0,25	203,70	34,00	22,23
19/12/2004	25,97	81,30	12,70	209,50	31,80	21,54
20/12/2004	25,31	84,20	2,03	206,90	31,80	22,13
21/12/2004	24,11	89,10	20,83	225,10	28,80	21,08
22/12/2004	24,02	88,30	36,83	257,30	30,10	20,02
23/12/2004	21,83	90,00	18,54	264,10	26,20	18,34
24/12/2004	22,66	84,60	0,00	261,50	26,70	18,65
25/12/2004	26,44	76,40	0,00	256,70	31,50	21,30
26/12/2004	25,31	80,20	26,42	262,80	32,70	18,87
27/12/2004	23,79	90,70	11,18	266,00	28,70	21,34
28/12/2004	25,03	80,90	0,00	261,70	30,10	20,02
29/12/2004	26,47	71,10	0,00	255,00	32,50	19,34
30/12/2004	27,44	73,90	0,00	249,00	32,90	21,30
31/12/2004	26,99	74,20	2,29	242,50	33,90	20,69

Janeiro / 2005

RELATÓRIO DIÁRIO, SAÍDA 124 - ESTAÇÃO CERRADO - Selvíria - MS
 UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
 FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - FEIS
 DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS -
 DEFERS

1	2	3	43	35	41	Temp.	Temp.
Data	temp_ar media [C]	umrel média [%]	Precip. total (mm)	vent_km total (km)	dirven. média (gr)	Máx. [C]	Mín. [C]
-----	-----	-----	-----	-----	-----		
1/1/2005	26,27	75,50	0,00	239,70	0,63	31,50	21,33
2/1/2005	27,51	76,80	0,00	232,60	1,29	33,30	21,61
3/1/2005	26,65	77,10	3,30	228,40	1,89	32,60	21,81
4/1/2005	23,26	91,80	14,99	244,20	0,91	26,30	21,27
5/1/2005	23,35	91,60	45,21	267,00	0,73	26,60	20,33
6/1/2005	23,48	89,30	38,61	265,70	1,77	29,40	19,41
7/1/2005	24,49	89,00	21,08	261,60	0,94	30,00	21,73
8/1/2005	27,35	80,40	3,56	258,80	0,79	33,70	22,60
9/1/2005	25,42	85,60	26,67	265,80	1,48	32,60	20,67
10/1/2005	25,96	83,20	18,29	267,80	1,32	31,00	21,82
11/1/2005	25,50	85,30	6,10	265,30	1,25	31,40	22,08
12/1/2005	25,56	84,90	12,19	260,00	1,72	32,40	20,91
13/1/2005	25,40	89,90	43,43	268,50	0,65	29,50	22,40
14/1/2005	27,06	79,70	1,02	261,70	0,91	32,10	21,54
15/1/2005	28,59	77,10	0,00	254,80	1,17	33,80	23,25
16/1/2005	28,97	75,90	0,00	246,60	1,85	34,50	24,33
17/1/2005	25,10	91,60	39,88	266,40	1,38	32,40	22,30
18/1/2005	25,13	89,30	14,48	266,30	1,08	31,10	21,57
19/1/2005	25,50	87,80	36,58	268,10	1,07	31,50	22,06
20/1/2005	25,41	85,40	0,25	261,40	1,98	30,10	22,34
21/1/2005	25,26	87,10	12,19	262,10	2,05	32,50	22,44
22/1/2005	25,01	86,10	7,37	264,60	2,06	29,90	22,44
23/1/2005	26,76	79,20	6,60	264,30	1,64	32,00	21,60
24/1/2005	26,76	81,90	3,05	260,90	1,13	32,20	22,64
25/1/2005	26,76	80,20	0,00	254,80	2,09	32,90	22,87
26/1/2005	26,35	83,90	12,19	259,20	1,54	32,30	22,03
27/1/2005	22,84	91,30	35,81	266,20	2,58	26,10	19,46
28/1/2005	24,57	87,20	2,03	264,50	1,66	29,10	20,57
29/1/2005	24,24	90,10	23,88	268,10	1,22	29,90	20,90
30/1/2005	25,05	87,40	3,56	266,10	0,91	29,70	21,78
31/1/2005	25,88	86,60	13,72	265,10	1,20	32,40	22,85

Fevereiro / 2005

RELATÓRIO DIÁRIO, SAÍDA 124 - ESTAÇÃO CERRADO - Selvíria - MS
 UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
 FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - FEIS
 DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS -
 DEFERS

1	2	3	43	35	41	Temp.	Temp.
Data	temp_ar media [C]	umrel média [%]	Precip. total (mm)	vent_km total (km)	dirven. média (gr)	Máx. [C]	Mín. [C]
-----	-----	-----	-----	-----	-----		
1/2/2005	27,03	74,70	0,25	257,90	1,72	32,10	21,34
2/2/2005	26,07	70,90	0,00	249,50	1,81	31,60	21,15
3/2/2005	25,74	77,00	0,00	243,60	1,66	30,50	21,33
4/2/2005	26,30	80,60	1,78	238,70	1,66	31,50	22,05
5/2/2005	26,69	79,00	1,02	233,70	1,70	32,70	21,95
6/2/2005	26,29	80,80	3,81	228,60	1,39	32,90	21,34
7/2/2005	25,48	75,40	0,00	224,20	2,37	30,20	19,85
8/2/2005	26,21	66,86	0,00	215,90	2,61	31,80	19,99
9/2/2005	26,43	61,81	0,00	206,50	2,73	31,90	19,65
10/2/2005	26,01	61,20	0,00	197,20	1,90	31,70	18,11
11/2/2005	24,75	67,28	0,00	189,90	0,82	32,70	17,56
12/2/2005	26,59	65,18	0,00	182,80	1,34	33,90	20,19
13/2/2005	21,55	48,35	0,00			29,67	12,43
14/2/2005	25,92	64,85	0,00			33,51	19,60
15/2/2005	27,11	59,37	0,00			33,49	20,16
16/2/2005	28,93	55,16	0,00			34,89	21,92
17/2/2005	29,55	54,04	0,00			36,49	22,21
18/2/2005	29,58	61,47	0,00			36,52	22,78
19/2/2005	29,34	62,66	0,00			36,44	23,44
20/2/2005	30,27	59,22	0,00			37,14	24,80
21/2/2005	29,48	50,91	0,00			35,58	22,97
22/2/2005	29,19	45,41	0,00			35,58	22,97
23/2/2005	29,30	50,15	0,00			37,59	21,81
24/2/2005	31,19	51,98	0,00			37,76	23,99
25/2/2005	31,14	53,06	0,00			38,26	24,27
26/2/2005	28,14	63,53	0,00			34,56	23,90
27/2/2005	26,83	74,00	0,00			32,26	23,09
28/2/2005	27,70	71,80	17,5			33,63	23,54

Março / 2005

RELATÓRIO DIÁRIO, SAÍDA 124 - ESTAÇÃO CERRADO - Selvíria - MS
 UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
 FACULDADE DE ENGENHARIA DE ILHA SOLTEIRA - FEIS
 DEPARTAMENTO DE FITOSSANIDADE, ENGENHARIA RURAL E SOLOS -
 DEFERS

1	2	3	4	5	35	41		
Data	hora	temp_ar media [C]	umrel média [%]	Precip. total (mm)	vent_km total (km)	dirven. média (gr)	temp_ar máx. [C]	temp_ar mín. [C]
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1/3/2005	12:00	28,91	63,98	0,00			34,36	23,48
2/3/2005	12:00	28,32	66,83	0,00			32,31	24,81
3/3/2005	12:00	26,27	67,31	0,00			31,12	22,64
4/3/2005	12:00	26,45	63,05	0,00			32,07	20,65
5/3/2005	12:00	26,79	56,11	0,00			32,99	20,63
6/3/2005	12:00	26,76	54,40	0,00			33,79	20,91
7/3/2005	12:00	28,74	47,97	0,00			35,93	21,96
8/3/2005	12:00	29,84	51,45	0,00			36,50	24,02
9/3/2005	12:00	29,19	57,42	0,00			37,37	21,76
10/3/2005	12:00	30,53	53,37	0,00			37,05	22,41
11/3/2005	12:00	30,49	57,78	0,00			37,48	24,52
12/3/2005	12:00	30,96	57,68	0,00			37,52	24,57
13/3/2005	12:00	31,12	58,71	0,00			37,03	25,48
14/3/2005	12:00	25,37	85,60	7,80			32,78	21,17
15/3/2005	12:00	23,80	93,80	7,9	221,0	0,562	29,40	22,10
16/3/2005	12:00	25,12	89,80	5,3	224,2	0,506	28,90	21,91
17/3/2005	12:00	24,96	86,70	13,2	234,7	0,936	30,30	21,85
18/3/2005	12:00	27,62	75,30	0,0	229,0	0,756	33,60	22,30
19/3/2005	12:00	26,36	75,10	6,9	225,8	1,695	33,80	21,00
20/3/2005	12:00	26,15	79,60	0,3	220,7	0,837	33,40	21,64
21/3/2005	12:00	24,90	83,20	5,6	221,0	1,631	29,90	21,64
22/3/2005	12:00	24,52	87,30	1,8	220,7	1,087	27,20	21,85
23/3/2005	12:00	25,52	86,30	6,6	224,1	0,992	31,50	21,68
24/3/2005	12:00	25,43	85,20	5,3	224,4	0,968	31,40	21,16
25/3/2005	12:00	23,96	88,80	4,1	227,3	0,882	28,40	21,13
26/3/2005	12:00	25,82	79,30	0,0	222,4	1,703	30,80	21,78
27/3/2005	12:00	26,02	72,60	0,0	215,0	2,228	30,90	20,76
28/3/2005	12:00	25,68	68,85	0,0	208,7	1,313	31,70	19,99
29/3/2005	12:00	26,40	74,20	0,0	203,0	1,455	32,20	21,41
30/3/2005	12:00	27,81	72,40	0,0	195,6	1,646	33,60	22,46
31/3/2005	12:00	27,04	76,60	0,0	190,1	1,069	32,80	22,38