



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Campus de Ilha Solteira

**PLANTIO DIRETO DE SOJA E MILHO NO SISTEMA INTEGRAÇÃO
AGRICULTURA-PECUÁRIA: condicionamento do solo e rotação de culturas**

KAREM CRISTINE PIROLA NARIMATSU

Ilha Solteira
Estado de São Paulo – Brasil
agosto/2008



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de Ilha Solteira

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**PLANTIO DIRETO DE SOJA E MILHO NO SISTEMA INTEGRAÇÃO
AGRICULTURA-PECUÁRIA: condicionamento do solo e rotação de culturas**

KAREM CRISTINE PIROLA NARIMATSU

Orientador: Prof. Dr. Luiz Malcolm Mano de Mello

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia –
UNESP – Campus de Ilha Solteira, para
obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Especialidade: Sistemas de Produção

Ilha Solteira – SP

Agosto/2008

FICHA CATALOGRÁFICA

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

N229p

Narimatsu, Karem Cristine Pirola.

Plantio direto de soja e milho no sistema integração agricultura-pecuária :
condicionamento do solo e rotação de culturas / Karem Cristine Pirola Narima-
tsu. -- Ilha Solteira : [s.n.], 2008.

181 f. : il.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia
de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2008

Orientador: Luiz Malcolm Mano de Mello

Bibliografia: p. 132-160

1. Braquiária. 2. Solos – Manejo. 3. Escarificação. 4. Calcário. 5. Pastagens -
Calagem dos solos.



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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: PLANTIO DIRETO DE SOJA E MILHO NO SISTEMA INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-
PECUÁRIA: condicionamento do solo e rotação de culturas

AUTORA: KAREM CRISTINE PIROLA NARIMATSU

ORIENTADOR: Prof. Dr. LUIZ MALCOLM MANO DE MELLO

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em AGRONOMIA pela
Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LUIZ MALCOLM MANO DE MELLO

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha
Solteira

Prof. Dra. MARLENE CRISTINA ALVES

Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha
Solteira

Prof. Dr. EDSON LAZARINI

Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia / Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. ELCIO HIROYOSHI YANG

Coordenadoria de Curso / Unidade de Registro

Prof. Dr. RENATO LEVIEN

Departamento de Solos / Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Data da realização: 18 de agosto de 2008.

Presidente da Comissão Examinadora
Prof. Dr. LUIZ MALCOLM MANO DE MELLO

BIOGRAFIA DA AUTORA

Karem Cristine Pirola Narimatsu, filha de Jorge Sigueru Narimatsu e Elza Pirola, nasceu em Andradina, Estado de São Paulo, em 26 de outubro de 1977.

Graduou-se em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira, em 2002.

Foi aluna de iniciação científica, sob orientação do Professor Doutor Luiz Malcolm Mano de Mello, do Departamento Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, de 1998 a 2002.

Em 2003 iniciou o curso de Pós-Graduação em Agronomia – Especialidade: Sistemas de Produção, na UNESP – Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira, sob orientação do Professor Doutor Luiz Malcolm Mano de Mello, obtendo o título de mestre em novembro de 2004 e o título de doutor em agosto de 2008.

Desde março de 2007 é professora do Centro Paula Souza, na Escola Técnica Estadual “Sebastiana Augusta de Moraes” de Andradina, ministrando disciplinas no Curso Técnico em Produção Agropecuária e professora substituta do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos na UNESP – Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira, ministrando disciplinas no Curso de Graduação em Zootecnia.

Apreendi que...

...se aprende errando

...crescer não significa fazer aniversário

...o silêncio é a melhor resposta, quando se ouve uma bobagem

...trabalhar não significa ganhar dinheiro

...sonhos estão aí para serem alcançados

...amigos a gente conquista mostrando o que somos

...os verdadeiros amigos sempre ficam com você até o fim

...a maldade se esconde atrás de uma bela face

...não se espera a felicidade chegar, mas se procura por ela

...quando penso saber de tudo, ainda não aprendi nada

...a natureza é a coisa mais bela da vida

...amar significa se dar por inteiro

...um só dia pode ser mais importante que muitos anos

...se pode conversar com estrelas

...se pode confessar com a lua

...se pode viajar além do infinito

...ouvir uma palavra de carinho faz bem à saúde

...dar um carinho também faz...

...sonhar é preciso

...se deve ser criança a vida toda

...nosso ser é livre

...o julgamento alheio não é importante

...o que realmente importa é a paz interior

...não podemos viver apenas para nós mesmos.

Aproveite ao máximo cada instante da sua vida, pois ele é único!

(Autor Desconhecido)

Aos meus pais

Jorge Sígueru Narímatsu e Elza Pirola,

que compartilharam comigo os meus ideais, incentivando-me a prosseguir na jornada,

fossem quais fossem os obstáculos...

...a minha gratidão pelo amor que ajudaram a formar a pessoa que sou hoje...

...sem eles, eu não chegaria até aqui.

À minha querida irmã

Cristiane Pirola Narímatsu,

pelo apoio e pela presença constante em meu coração.

Dedico esse trabalho com carinho.

Amo vocês!

*Ao grande mestre e incentivador das pesquisas relacionadas ao sistema integração
agricultura-pecuária em plantio direto*

Professor Doutor Luiz Malcolm Mano de Mello

*pela grande contribuição à minha formação acadêmica, por me orientar da melhor forma
possível, por todo apoio e por se mostrar disposto sempre que precisei... e cujas qualidades
como pessoa, educador, profissional e amigo não podem ser expressas apenas em palavras...*

Ofereço essa conquista com a mais profunda admiração e respeito.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre esteve ao meu lado, nas minhas quedas, nas minhas fraquezas, nas lutas e controvérsias, vitórias e derrotas. Obrigada por permitir a realização de mais um sonho. Obrigada pelas graças. Obrigada pela vida!

Ao Professor Doutor Luiz Malcolm Mano de Mello, pela confiança e quebra de paradigmas ao acreditar no meu potencial desde a escolha para iniciação científica durante a graduação... pela paciência na transferência dos ensinamentos e orientação nos trabalhos desenvolvidos... pela compreensão frente aos momentos de dificuldades, desânimos ou ausência... e por proporcionar que o relacionamento professor-aluna se estendesse além do âmbito acadêmico e superasse as fronteiras da admiração, do respeito, do carinho e da amizade... Jamais poderei ser suficientemente grata!

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP – Faculdade de Engenharia – Campus de Ilha Solteira, seu corpo docente e funcionários, pela formação de Engenheira Agrônoma e pela valiosa oportunidade proporcionada para a realização desse curso.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pelos ensinamentos e amizade.

À Fazenda de Ensino e Pesquisa, assim como todos os funcionários, pela concessão da área experimental e condições para a realização desse trabalho.

Aos professores da banca examinadora desse trabalho, pelas sugestões.

Aos professores Antônio Fernando Bergamaschini, Edson Lazarini, Fernando Braz Tangerino Hernandez, João Antônio da Costa Andrade, João Luis Zocoler, Marcelo Andreotti, Max José de Araújo Faria Júnior, Morel de Passos e Ricardo Antônio Ferreira Rodrigues e às professoras Ana Maria Rodrigues Cassiolato, Marlene Cristina Alves e Regina Maria Monteiro de Castilho, pela amizade e pelo incentivo a esse trabalho.

À equipe de orientados do Professor Doutor Luiz Malcolm de Mello, pelo auxílio indispensável no desenvolvimento e condução do experimento.

Aos secretários do DEFERS, Ângela e Domingos, pela disposição e pela amizade.

Aos funcionários do Laboratório de Fertilidade do Solo e Física do Solo, pelo auxílio na coleta e análise dos dados.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação e da Biblioteca, pelos serviços prestados e atenção dispensada.

Aos funcionários: Ângela, Badeco, Domingos, Dona Maria, Jorge, Romero, Ronaldo e Valdivino, em nome dos quais agradeço os demais funcionários dessa instituição, pelo carinho, amizade e palavras de incentivo.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, pela amizade.

Ao Diretor da Escola Técnica Estadual “Sebastiana Augusta de Moraes” de Andradina José Geraldo de Souza, em nome do qual agradeço os funcionários, estagiárias e professores, pelo apoio, incentivo, compreensão e substituição nas minhas ausências.

Aos alunos de Mecânica Aplicada e Mecanização Agrícola do Curso de Graduação em Agronomia, pela amizade durante o Estágio Docência e aos alunos do Curso de Graduação em Zootecnia e do Curso Técnico em Agropecuária da Escola Técnica Estadual “Sebastiana Augusta de Moraes” de Andradina, pela amizade e paciência.

Aos grandes amigos: não cito nomes para não ser injusta com aqueles que me auxiliaram até onde cheguei... por serem tão especiais.

À amiga Flávia de Andrade Meira, pela amizade e pelo auxílio nas análises estatísticas e sugestões durante a execução desse trabalho.

À belíssima amiga Elza Militão, pela cumplicidade, amizade, companheirismo e sinceridade nas palavras.

À querida amiga de infância Débora Guariento, pela sinceridade de uma amizade, onde vimos que a distância não é suficiente para separar duas amigas.

Ao amigo Lauro Kenji Komuro, pelas caronas de Andradina à Ilha Solteira e vice-versa, pelas palavras amiga nos momentos mais difíceis da minha vida e pela valiosa amizade.

Ao Paulo Sérgio Moretto Mantovani, pelo amor, carinho e compreensão.

Ao Paulo Rodrigo Muñoz (in memoriam), pelo carinho... Você estará sempre no meu coração. Saudade, eterna saudade!

Àquelas pessoas que, embora seus nomes não estejam citados, porém jamais serão esquecidos... pela amizade, carinho, respeito ou pelo simples convívio ao longo desses anos e que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização desse trabalho.

Muito obrigada!

NARIMATSU, K.C.P. **Plantio direto de soja e milho no sistema integração agricultura-pecuária: condicionamento do solo e rotação de culturas.** 2008. 181f. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

Autora: Karem Cristine Pirola Narimatsu

Orientador: Prof. Dr. Luiz Malcolm Mano de Mello

RESUMO: O oeste do Estado de São Paulo tem como característica a produção pecuária de corte. Entretanto, devido às oscilações do mercado de carne, os produtores têm buscado alternativas de renda para diminuir a dependência exclusiva da pecuária. Uma das alternativas mais viável para esses produtores é a prática da integração agricultura-pecuária, porém pairam dúvidas sobre como iniciar o sistema no que diz respeito ao manejo do solo no 1º ano. Diante da necessidade de gerar informações para a adequada implantação do sistema integração agricultura-pecuária, o presente trabalho foi proposto com o objetivo de: a) avaliar a necessidade de mobilização inicial do solo e incorporação de calcário para implantação do sistema integração agricultura-pecuária; b) avaliar alguns atributos químicos e físicos do solo, após a colheita nas áreas cultivada com soja e milho, em função dos condicionamentos físicos do solo e seqüências de culturas; e c) comparar a produção de soja e milho, em plantio direto, nos sistemas de monocultivo e rotação de culturas, nos 2º e 3º ano de implantação do sistema integração agricultura-pecuária. O experimento foi conduzido nos anos agrícolas 2004/05 e 2005/06, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS), entre as coordenadas geográficas de Latitude 20°18'16'' S e Longitude 52°40'15'' W. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico muito argiloso. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com 4 repetições. Os tratamentos principais foram SM – calcário na superfície do solo, sem incorporação; CM – cultivo mínimo – incorporação de calcário com escarificador; e PC – preparo convencional – incorporação de calcário com grade pesada. Os tratamentos secundários constituíram de diferentes seqüências de culturas: rotação milho-soja-milho e soja-milho-soja; e monocultivo de soja e milho. Nos tratamentos com as culturas da soja e do milho foram avaliados os atributos químicos e físicos do solo, características agrônômicas e produções de massa verde e massa seca, produção de grãos, produção de forragem e análises bromatológicas. A prática da calagem, realizada em fevereiro de 2003, permitiu elevação da saturação por bases, na camada de 0-10 cm,

alcançando valores próximos do almejado, apresentando efeito residual até em 2006 nos tratamentos cultivo mínimo e preparo convencional. O tráfego de máquinas e equipamentos e o pastejo não provocaram alterações significativas nos atributos físicos do solo. A produção de grãos de soja e de milho não sofreu influência dos tratamentos de condicionamentos do solo. Após 3 anos de cultivo houve redução da densidade do solo, evidenciando a importância do tempo de cultivo na interferência desse atributo. A rotação de culturas foi favorável à produção de soja, apresentando diferença de 14% a mais que o monocultivo. O preparo convencional e o cultivo mínimo propiciaram maiores produções de massa seca de forragem de milho, com acréscimo de 29% e 25%, respectivamente, em relação ao tratamento sem mobilização inicial do solo. Todos os tratamentos estudados proporcionaram boa qualidade de forragem do milho. Recomenda-se a escarificação do solo para incorporação de calcário ao iniciar o sistema integração agricultura-pecuária, principalmente para a cultura do milho, bem como a rotação de culturas.

Palavras-chave: braquiária, manejo do solo, escarificação, incorporação de calcário, calagem superficial

NARIMATSU, K.C.P. **No tillage soybean and corn on the integrated agriculture-pasture system: soil conditioning and crop rotation.** 2008. 181f. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2008.

Authoress: Karem Cristine Pirola Narimatsu

Adviser: Prof. Dr. Luiz Malcolm Mano de Mello

ABSTRACT: The West of São Paulo State has as characteristic beef cattle production, however, due to beef market oscillations, the producers have searched alternative of income for reduce the dependence exclusive of beef cattle. The alternative more viable for these producers is the practice of integrated agriculture-pasture system, but hover doubt about as to begin the system regarding soil management on the 1st year. Before of the necessity to beget information for the adequate implantation of integrated agricultue-pasture system, the present research was proposed with the objective of: a) evaluate the need of soil initial tillage and limestone incorporation for the implantation of integrated agricultue-pasture system; b) evaluate some soil chemical and physical attributes, after the harvest in the cultivated areas with soybean and corn, in function of soil conditioning physical and culture seqüences; and c) to compare the soybean and corn production, in no tillage, in the monocropping and crop rotation system, on the 2st e 3rd year of implantation of integrated agriculture-pasture system. The experiment was carried out in period of 2004/05 and 2005/06 harvest, at the Research and Teaching Farm from UNESP, Campus de Ilha Solteira, situated at Selvíria (Mato Grosso do Sul State), between the geographic coordinates of Latitude 20° 18' 16'' S and Longitude 52° 40' 15'' W. The soil from the experimental area was classified as oxisol. The experimental design utilized was a split plot, with 4 replications. The main treatments were SM - limestone over soil superficial, witouth incorporation; CM - Minimum Tillage – limestone incorporation with the chisel; e PC - Conventional Tillage – limestone incorporation with a heavy plow. The secondary treatments were constituted of different culture seqüences: crop rotation corn-soybean-corn and soybean-corn-soybean; and monocropping soybean and corn. In soybean crop and corn were evaluate the soil chemical and physical attributes, agronomyc characteristics green mass and dry mass yield, grain yield, forage yield and bromatologic analysis. The limming practice, effectuated in february 2003, permitted increase saturation by basis, on depth 0-10 cm, reacheding craved values, presenting residue effect until in 2006 on the minimum tillage and conventional tillage treatments. The machine and equipment traffic and graze did not provoked significant alteration on soil physical attributes. The soybean and

corn grain yield did not suffer influence of soil conditioning treatments. After 3 tillage years, there was reduction of bulk density, evidencing the importance of tillage time in interference this attribute. The crop rotation was favourable for the soybean grain yield, showing difference of 14% more than the monocropping. The conventional tillage and minimum tillage propitiated more dry mass corn forage yield, with increase of 29 and 25%, respectively, in comparison with treatment without soil initial mobilization. Every the treatments estuded provided good quality corn forage. It recommend the soil chisel for the limestone incorporation before to begin the integrated agriculture-pasture system, mainly for the corn crop, as the crop rotation.

Index terms: *Brachiaria*, chiseling, soil management, limestone incorporation, superficial limming

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	24
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	26
2.1. Sistema integração agricultura-pecuária em plantio direto.....	26
2.2. Condicionamento físico do solo.....	34
2.3. Formas de aplicação do calcário.....	43
2.4. Monocultivo e rotação de culturas.....	49
2.5. Cultura da soja.....	53
2.6. Cultura do milho.....	57
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	60
3.1. Material.....	60
3.1.1. Campo experimental.....	60
3.1.2. Histórico da área.....	60
3.1.3. Solo.....	61
3.1.4. Máquinas e equipamentos agrícolas.....	61
3.1.5. Outros materiais.....	62
3.1.6. Insumos básicos.....	62
3.1.6.1. Fertilizantes.....	62
3.1.6.1.1. Ano agrícola 2004/05.....	62
3.1.6.1.1.1. Cultura da soja.....	62
3.1.6.1.1.2. Cultura do milho.....	62
3.1.6.1.2. Ano agrícola 2005/06.....	63

3.1.6.1.2.1. Cultura da soja.....	63
3.1.6.1.2.2. Cultura do milho.....	63
3.1.6.2. Sementes.....	63
3.1.6.2.1. Ano agrícola 2004/05.....	63
3.1.6.2.1.1. Cultura da soja.....	63
3.1.6.2.1.2. Cultura do milho.....	63
3.1.6.2.2. Ano agrícola 2005/06.....	63
3.1.6.2.2.1. Cultura da soja.....	63
3.1.6.2.2.2. Cultura do milho.....	64
3.1.6.3. Inoculantes.....	64
3.1.6.3.1. Ano agrícola 2004/05.....	64
3.1.6.3.1.1. Cultura da soja.....	64
3.1.6.3.2. Ano agrícola 2004/05.....	64
3.1.6.3.2.1. Cultura da soja.....	64
3.1.6.4. Defensivos.....	64
3.1.6.4.1. Ano agrícola 2004/05.....	64
3.1.6.4.1.1. Cultura da soja.....	64
3.1.6.4.1.2. Cultura do milho.....	65
3.1.6.4.2. Ano agrícola 2005/06.....	65
3.1.6.4.2.1. Cultura da soja.....	65
3.1.6.4.2.2. Cultura do milho.....	65
3.2. Métodos.....	66
3.2.1. Delineamento experimental.....	66
3.2.2. Descrição dos tratamentos.....	67
3.2.3. Determinação dos atributos químicos do solo.....	78

3.2.4. Determinação dos atributos físicos do solo.....	78
3.2.5. Avaliações na cultura da soja.....	79
3.2.5.1. População inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas.....	79
3.2.5.2. Determinação das características agronômicas.....	80
3.2.5.2.1. Altura de planta e altura de inserção de primeira vagem.....	80
3.2.5.2.2. Diâmetro do caule.....	80
3.2.5.2.3. Número de vagens por planta.....	80
3.2.5.3. Avaliações referentes à produção.....	80
3.2.5.3.1. Produção de massa verde e massa seca.....	80
3.2.5.3.2. Produção de grãos.....	80
3.2.5.3.3. Massa de 100 grãos.....	81
3.2.6. Avaliações na cultura do milho.....	81
3.2.6.1. População inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas.....	81
3.2.6.2. Determinação das características agronômicas.....	82
3.2.6.2.1. Altura de planta e altura de inserção de espiga.....	82
3.2.6.2.2. Diâmetro do colmo.....	82
3.2.6.3. Avaliações referentes à produção.....	82
3.2.6.3.1. Produção de massa verde e massa seca.....	82
3.2.6.3.2. Produção de grãos.....	82
3.2.6.3.3. Massa de 100 grãos.....	83
3.2.6.4. Avaliações referentes à produção de forragem e às análises bromatológicas.....	83
3.2.6.4.1. Produção de forragem.....	83
3.2.6.4.2. Análises bromatológicas.....	83

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	84
4.1. Ano agrícola 2004/05.....	84
4.1.1. Cultura da soja.....	84
4.1.1.1. Atributos químicos do solo cultivado com soja.....	84
4.1.1.2. Atributos físicos do solo cultivado com soja.....	87
4.1.1.3. Produção de massa verde e massa seca da cultura da soja.....	91
4.1.2. Cultura do milho.....	92
4.1.2.1. Atributos químicos do solo cultivado com milho.....	92
4.1.2.2. Atributos físicos do solo cultivado com milho.....	96
4.1.2.3. População inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas da cultura do milho.....	101
4.1.2.4. Altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo da cultura do milho.....	102
4.1.2.5. Produção de massa verde e massa seca, produção de grãos e massa de 100 grãos da cultura do milho.....	104
4.2. Ano agrícola 2005/06.....	105
4.2.1. Cultura da soja.....	105
4.2.1.1. Atributos químicos do solo cultivado com soja.....	105
4.2.1.2. Atributos físicos do solo cultivado com soja.....	108
4.2.1.3. População inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas da cultura da soja.....	111
4.2.1.4. Altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, diâmetro do caule e número de vagens por planta da cultura da soja.....	113
4.2.1.5. Produção de massa verde e massa seca, produção de grãos e massa de 100 grãos da cultura da soja.....	115

4.2.2. Cultura do milho.....	117
4.2.2.1. Atributos químicos do solo cultivado com milho.....	117
4.2.2.2. Atributos físicos do solo cultivado com milho.....	120
4.2.2.3. População inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas da cultura do milho.....	122
4.2.2.4. Altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo da cultura do milho.....	123
4.2.2.5. Produção de forragem e análises bromatológicas da cultura do milho.....	125
4.2.2.5.1. Produção de massa verde e massa seca de forragem da cultura do milho.....	125
4.2.2.5.2. Análises bromatológicas da cultura do milho.....	127
5. RECOMENDAÇÃO.....	130
6. CONCLUSÕES.....	131
7. REFERÊNCIAS.....	132
8. APÊNDICE.....	161

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
01	Caracterização química do solo da área experimental, nas camadas de 0-10 cm; 10-20 cm e 20-30 cm, antes da instalação do experimento (2002)...	60
02	Seqüência de atividades desenvolvidas durante o período de condução do experimento em 2003/04, 2004/05 e 2005/06.....	76
03	Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 0-10 cm na área cultivada com soja (2004/05).....	85
04	Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 10-20 cm na área cultivada com soja (2004/05).....	86
05	Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 20-30 cm na área cultivada com soja (2004/05).....	86
06	Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 0-10 cm na área cultivada com soja (2004/05).....	89
07	Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 10-20 cm na área cultivada com soja (2004/05).....	90
08	Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 20-30 cm na área cultivada com soja (2004/05).....	91
09	Valores médios, DMS, valores de F e CV para massa verde e massa seca da cultura da soja (2004/05).....	92
10	Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2004/05).....	93
11	Desdobramento da interação condicionamentos físicos do solo x seqüências de culturas, significativa para teores de Ca ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2004/05).....	94
12	Desdobramento da interação condicionamentos físicos do solo x seqüências de culturas, significativa para teores de Mg ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2004/05).....	94

13	Desdobramento da interação condicionamentos físicos do solo x seqüências de culturas, significativa para valores de SB ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2004/05).....	94
14	Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 10-20 cm na área cultivada com milho (2004/05).....	95
15	Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 20-30 cm na área cultivada com milho (2004/05).....	96
16	Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2004/05).....	97
17	Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 10-20 cm na área cultivada com milho (2004/05).....	98
18	Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 20-30 na área cultivada com milho (2004/05).....	99
19	Desdobramento da interação condicionamentos físicos do solo x seqüências de culturas, significativa para densidade do solo (kg dm^{-3}) na camada de 20-30 cm na área cultivada com milho (2004/05).....	100
20	Valores médios, DMS, valores de F e CV para população inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas da cultura do milho (2004/05).....	102
21	Valores médios, teste de Tukey, DMS, valores de F e CV para altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo de plantas da cultura do milho (2004/05).....	103
22	Valores médios, DMS, valores de F e CV para massa verde, massa seca, produção de grãos e massa de 100 grãos da cultura do milho (2004/05).....	105
23	Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 0-10 cm na área cultivada com soja (2005/06).....	106
24	Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 10-20 cm na área cultivada com soja (2005/06).....	107
25	Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 20-30 cm na área cultivada com soja (2005/06).....	108

26	Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 0-10 cm na área cultivada com soja (2005/06).....	109
27	Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 10-20 cm na área cultivada com soja (2005/06).....	110
28	Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 20-30 cm na área cultivada com soja (2005/06).....	111
29	Valores médios, DMS, valores de F e CV para população inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas da cultura da soja (2005/06).....	113
30	Valores médios, DMS, valores de F e CV para altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, diâmetro do caule e número de vagens por planta da cultura da soja (2005/06).....	115
31	Valores médios, DMS, valores de F e CV para massa verde e massa seca, produção de grãos e massa de 100 grãos da cultura da soja (2005/06).....	117
32	Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 0-10 na área cultivada com milho (2005/06).....	118
33	Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 10-20 cm na área cultivada com milho (2005/06).....	119
34	Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 20-30 cm na área cultivada com milho (2005/06).....	119
35	Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2005/06).....	120
36	Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 10-20 cm na área cultiva com milho (2005/06).....	121
37	Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 20-30 cm na área cultiva com milho (2005/06).....	122

38	Valores médios, DMS, valores de F e CV para população inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas da cultura do milho (2005/06).....	123
39	Valores médios, teste de Tukey, DMS, valores de F e CV para altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo de plantas da cultura do milho (2005/06).....	125
40	Valores médios, DMS, valores de F e CV para massa verde e massa seca da cultura do milho (2005/06).....	127
41	Valores médios, DMS, valores de F e CV para proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) e nitrogênio digestível total (NDT) da cultura do milho (2005/06).....	129

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Aspectos gerais da área experimental, no 1º ano de introdução do sistema integração agricultura-pecuária, em julho de 2003 (135 dias após os condicionamentos físicos do solo): preparo convencional (a), sem mobilização do solo (b), cultivo mínimo (c – à esquerda) e pastejo (d).....	68
2	Aspectos gerais das culturas de soja e milho na fase inicial de desenvolvimento (a, b), soja na época de floração (c), milho na fase de enchimento de grãos (d) e na época de colheita da soja (e) e do milho (f), no 1º ano de introdução do sistema integração agricultura-pecuária (2003/04).....	69
3	Croqui da área experimental dos anos agrícolas 2004/05 e 2005/06.....	71
4	Aspectos gerais das culturas da soja e milho na fase inicial de desenvolvimento (a, b), na época de floração (c, d), na época de colheita (e, f) e da regeneração da braquiária em área não plantada (f – carreador), no ano agrícola 2004/05 (1º ano do experimento e 2º ano de introdução do sistema integração agricultura-pecuária).....	72
5	Aspectos gerais da área experimental dessecada na época da semeadura da soja e do milho (a), soja e milho após a emergência (b), soja e milho na fase inicial de desenvolvimento (c, d), na época de floração da soja (e) e milho na fase de enchimento de grãos (f), no ano agrícola 2005/06 (2º ano do experimento e 3º ano de introdução do sistema integração agricultura-pecuária).....	74
6	Aspectos gerais da área experimental no dia da colheita da soja (a, c) e do milho para forragem (b, d), no ano agrícola 2005/06 (2º ano do experimento e 3º ano de introdução do sistema integração agricultura-pecuária).....	75

1. INTRODUÇÃO

Dentre as tecnologias mais recentes que procuram viabilizar, tanto a produção animal como a produção de grãos, tem-se a integração agricultura-pecuária. Uma das formas do sistema preconiza o plantio direto de culturas de verão em rotação com pastagens, e na mesma área, o plantio de culturas de outono/inverno para formação de palhada e/ou suplementação animal por meio de pastejo, feno ou silagem. Neste sistema, a pastagem aproveita a correção do solo e a adubação residual aplicados na lavoura, que por sua vez se beneficia do condicionamento físico do solo e da palhada proporcionados pela pastagem (VILELA et al., 2003, p.145-170). O sistema é uma alternativa muito eficiente, mantendo a produtividade agrícola e promovendo indiretamente a recuperação e renovação de pastagens (SPERA et al., 2006, p.1193-2000).

Dentro dessa ótica concilia-se a produção de grãos com a pecuária tendo como objetivos recuperar o solo, aumentar a área plantada com grãos, diversificar investimentos, otimizar o uso da terra, da infra-estrutura e da mão-de-obra e aumentar a receita líquida das propriedades agrícolas (MELLO et al., 2004, p.121-129).

Antes de sua instalação, há necessidade de se estudar a melhor maneira de promover o condicionamento físico do solo, bem como se há ou não, a necessidade de incorporação de calcário. Ao iniciar o sistema integração agricultura-pecuária, usualmente os agricultores utilizam o sistema convencional para a implantação da lavoura no 1º ano, visando as correções físicas do solo e incorporação do calcário.

A proposta desse trabalho difere desta técnica por preconizar o condicionamento do solo e incorporação de calcário em período que antecede a implantação da lavoura, efetuados ainda na pastagem, porém, evitando períodos com chuvas de grande intensidade e a implantação das culturas em plantio direto, já no 1º ano.

Assim, a mobilização do solo é efetuada em fevereiro/março. Neste esquema, o solo permanece pouco tempo exposto, com pequeno risco de erosão, pois neste período as chuvas são suficientes para que a pastagem se regenere rapidamente e possa ser aproveitada no período seco (junho a setembro) como alimentação animal. No início da nova estação das chuvas (outubro), após a rebrota da pastagem, a lavoura deve ser implantada em plantio direto sobre a palhada da pastagem dessecada.

Segundo Kluthcouski e Stone (2003, p.501-522) a braquiária é uma alternativa para formação de cobertura morta e proteção da superfície do solo no sistema plantio direto, devido à sua longevidade, alta produção de biomassa e plena adaptação ao Cerrado.

O uso da soja é importante no referido sistema, não apenas pelos aspectos econômicos, como também por se tratar de uma leguminosa e, portanto, ser eficiente fixadora de nitrogênio, constituindo-se numa excelente opção de rotação de cultura com pastagens (MACHADO et al., 1998, p.217-232).

O milho se destaca na integração agricultura-pecuária devido às inúmeras aplicações que possui nos sistemas de produção agropecuários, quer seja na alimentação animal na forma de grãos ou de forragem, na alimentação humana ou na geração de receita mediante a comercialização da produção excedente (ALVARENGA et al., 2006, 12p.), além da produção de palhada de elevada relação C/N, que colabora para maior cobertura do solo, tanto em quantidade como em tempo de permanência na superfície (CRUZ et al., 2007, 6p.).

Diante da necessidade de gerar informações para a adequada implantação do sistema integração agricultura-pecuária, o presente trabalho foi proposto com o objetivo de:

- a) avaliar a necessidade de mobilização inicial do solo e incorporação de calcário para implantação do sistema integração agricultura-pecuária;
- b) avaliar alguns atributos químicos e físicos do solo após a colheita nas áreas cultivada com soja e milho em função dos condicionamentos físicos do solo e seqüências de culturas; e
- c) mensurar a produção de soja e milho em plantio direto na rotação com soja e milho e em monocultivo, nos 2º e 3º ano de implantação do sistema integração agricultura-pecuária.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sistema integração agricultura-pecuária em plantio direto

O Brasil é um dos países de maior potencial de produção pecuária a pasto, determinado principalmente pelas suas condições climáticas e vasta extensão territorial (COSTA et al., 2001, p.87-127).

Segundo Borges (2004, p. 353-384) a região do Cerrado Brasileiro é naturalmente composta por solos com baixa fertilidade, presença de alumínio com teores considerados tóxicos e vegetação típica (associação de gramíneas, arbustos e árvores de caule retorcido) sendo que o manejo inadequado das pastagens contribui para os baixos índices zootécnicos: abate entre 36 e 48 meses, capacidade inferior a 0,8 unidade animal por hectares (U.A ha⁻¹) e produção de carne inferior a 4 arrobas por hectare por ano (@ ha⁻¹ ano⁻¹).

Estimativas contabilizam que o Brasil possui 167 milhões de bovinos (LUZ et al., 2004, p.63-100) e cerca de 180 milhões de hectares de pastagens (SPAROVEK et al., 2004, p.33-62), área bem superior à cultivada com algodão, amendoim, arroz, feijão, girassol, mamona, milho soja, sorgo, aveia, centeio, cevada, trigo e triticales, que totaliza 47,2 milhões hectares (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2008, 39p.). A Região Centro-Oeste possui em torno de 50 milhões de hectares de pastagens nativas e cultivadas, das quais se estimam que mais de 30 milhões de hectares estejam degradadas, sendo que somente no Mato Grosso do Sul existem 16 milhões de hectares de pastagens degradadas, com baixa lotação animal (DÖWICH, 2005, p.108-114), produzindo 2 a 4 @ de carne ha⁻¹ ano⁻¹ (MELLO, 2000, p.73).

Freqüentemente observa-se baixa cobertura do solo e/ou oferta de alimentos para os animais em pastejo, principalmente em agosto, em anos com menor disponibilidade hídrica, fazendo com que muitos produtores utilizem indiscriminadamente as pastagens, comprometendo o desempenho animal e a rebrota das forrageiras (RICCE et al., 2005, p.247-249).

Recentemente, tem crescido o emprego de uma alternativa muito eficiente, porém mais complexa, de manter a produtividade agrícola e indiretamente promover a recuperação e renovação de pastagens, que é a integração entre agricultura e pecuária (SPERA et al., 2006, p.1193-1200), o que vem reduzindo o pousio de inverno, contribuindo para a criação de bovinos na cobertura vegetal (CASA et al., 2004, p.45-71) e aberto novas perspectivas para produção de carne, leite e grãos (SATURNINO, 2005, p.60-65). No entanto, alguns requisitos são necessários para implementar o sistema, tais como: máquinas e implementos agrícolas

mais diversificados, infra-estrutura de estradas e armazéns, mão-de-obra qualificada e domínio da tecnologia de lavouras anuais e de pecuária (MACEDO, 2001, p.257-283).

Segundo Mello (2001, 72p.) concilia-se a produção de grãos com a pecuária com o objetivo de recuperar pastagens, aumentar a área plantada com grãos, diversificar investimentos, otimizar o uso da terra, da infra-estrutura e da mão-de-obra e aumentar a receita líquida das propriedades agrícolas. A integração agricultura-pecuária tem como base o plantio direto, aproveitando a produção de palhada oriunda da pastagem (PICANÇO et al., 2004, p.171-205). A utilização do plantio direto com culturas anuais em rotação e/ou sucessão com pastagens na integração agricultura-pecuária, quando bem manejados, tem proporcionado excelentes resultados, que dependerão do estado em que se encontra a pastagem (SILVA et al., 2004, p.117-169). A integração agricultura-pecuária é a diversificação, rotação, consorciação ou sucessão das atividades agrícolas e pecuárias dentro da propriedade rural de forma harmônica, constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que há benefícios para ambas (ALVARENGA et al., 2006, 12p.).

De acordo com Broch et al. (2000, p.79-85) a integração agricultura-pecuária está voltada para a produção de grãos e carne simultaneamente e de forma programada, em que uma atividade beneficia a outra e ambas beneficiam o solo e o proprietário.

Borges (2004, p. 353-384) definiu o sistema integração agricultura-pecuária como sendo uma técnica de exploração, rotacionando a agricultura com a pecuária, de forma econômica e lucrativa e ao mesmo tempo conservacionista para o produtor rural.

A integração agricultura-pecuária caracteriza-se basicamente pela utilização de pastagens anuais de inverno para pastoreio bovino e a ocupação destas mesmas áreas com as culturas da soja e do milho durante o verão (NICOLOSO et al., 2006, p.1799-1805). Segundo os autores o correto manejo das pastagens de inverno é decisivo não somente para a obtenção de bons rendimentos zootécnicos, mas também para definir o potencial produtivo das culturas de verão, especialmente no sistema plantio direto.

Roos (2000, p.40-41) relatou que o sistema integração agricultura-pecuária visa a recuperação das pastagens degradadas com a introdução da agricultura na forma de plantio direto, sobre as pastagens, principalmente a soja. Conforme Silva et al. (2004, p.117-169) as pastagens degradadas se constituem, atualmente, em um dos maiores problemas da pecuária brasileira. Segundo os autores a degradação é um processo evolutivo de perda de vigor e produção da forrageira que afeta o desempenho animal. Döwich (2005, p.108-114) definiu pastagem degradada aquela pastagem perene que apresenta minimização da capacidade produtiva, produção de 40% ou menos do seu potencial em condições ideais de fertilidade do

solo, manejo e precipitação pluviométrica. Dentre os fatores mais importantes relacionados com a degradação das pastagens destacam-se o manejo animal inadequado (lotação animal excessiva), a falta de reposição de nutrientes (adubação de manutenção) (Macedo, 2001, p.257-283) e aumento da presença de invasoras (SOUZA NETO; PEDREIRA, 2004, p.7-31).

Pereira (2004, p.287-330) afirmou que em regiões onde as limitações edafoclimáticas são mais severas, como Cerrados e Caatingas, o declínio na produção das pastagens parece ser mais acelerado, concomitante à queda de fertilidade do solo.

Tendo em vista que as pastagens representam a forma mais prática e econômica de alimentação dos bovinos, constituindo a base de sustentação da pecuária de corte do Brasil, a alternativa que traz melhor retorno econômico é a renovação das pastagens degradadas e a recuperação da fertilidade do solo (SANTOS, 2004, p.269-285).

Para Calegari (2000, p.145-152) o insucesso no processo de recuperação de pastagens degradadas, na maioria das vezes, decorre da inadequada condução das lavouras, devendo-se atentar para o adequado manejo do solo, entre os quais se destacam a fertilidade, descompactação e métodos de conservação, bem como a correta implantação das culturas que farão parte do sistema de rotação. Conforme Garcia et al. (2004, p.331-351) a rotação de pastagens com culturas anuais produtoras de grãos tem efeito positivo na produção subsequente do pasto, devido, principalmente, ao maior investimento no preparo e na fertilidade do solo destinado às culturas anuais.

Segundo Pantano (2003, 60p.) a integração agricultura-pecuária permite proteção do solo nos períodos de seca, retorno financeiro com criação do gado e/ou plantio da lavoura, e ainda, contribui com o sucesso do plantio direto e com a viabilização econômica das propriedades rurais.

Em área de integração agricultura-pecuária em Cristalina (GO), Altmann (2002, p.51-53) obteve ganho de peso para novilhos da raça nelore de 6,60 @ de carne ha⁻¹ no período das águas (novembro a março) e de 5,00 @ de carne ha⁻¹ na seca (abril a outubro), com pastoreio de tanzânia cultivada simultaneamente com o milho, enquanto que a pecuária tradicional proporcionou, respectivamente, ganhos de peso de 0,98 e 0,34 @ de carne ha⁻¹, nos mesmos períodos.

Dados da Fundação MS e da Embrapa Gado de Corte apresentados por Borges (2004, p.353-384) apontam os seguintes índices zootécnicos, utilizando o sistema integração agricultura-pecuária: idade de abate com 18 meses, capacidade de 3,0 U.A ha⁻¹ e produção de 18 @ de carne ha⁻¹ ano⁻¹.

Trabalhos realizados por Ambrosi et al. (2005, p.150-152), em Passo Fundo (RS), indicaram que a integração agricultura-pecuária em plantio direto foi viável para a engorda de animais bovinos no período invernal e na rotação com culturas de inverno e de verão.

A maioria dos agricultores paulistas realiza apenas um cultivo anual, preparando o solo convencionalmente para a cultura de verão, sendo as culturas de soja e milho as mais frequentes (PONTES, 1999, 73p.). Ainda segundo o autor, no período compreendido de outubro a março predominam condições climáticas ideais para implantação e desenvolvimento dessas culturas. Todavia, após a colheita, o solo permanece em pousio, devido a ocorrência de temperaturas baixas e pouca disponibilidade hídrica no solo. Entretanto, conforme Magnabosco et al. (2003, p.461-495), o sistema integração agricultura-pecuária permite, após a colheita das culturas de verão, produção de forrageira abundante e de boa qualidade na entressafra, em áreas ociosas em período de seca.

No sistema integração agricultura-pecuária as culturas anuais são geralmente semeadas em outubro/novembro e a colheita é efetuada em fevereiro/março, sendo oportuno utilizar nessas áreas forrageiras perenes, tais como as braquiárias (AIDAR et al., 2003, p.237-262). Para Broch (2000, p.53-60) quando a colheita da soja é realizada até março ocorre formação espontânea da pastagem pelas sementeiras que estavam no solo em 80 dias, de excelente qualidade para o período seco. Kluthcouski e Aidar (2003, p.409-441) relataram que no estabelecimento de culturas de verão sobre palhada de braquiária a aplicação de herbicida dessecante deverá ser em torno de 10 a 25 dias antes da semeadura. Os autores recomendam que a forrageira deve ter área foliar suficiente para absorção do herbicida e que o sucesso do plantio direto sobre a palhada de braquiária dependerá do desempenho de uma boa semeadora, equipada com disco de corte e facão. Döwich (2005, p.108-114) recomendou a dessecação da pastagem com antecedência de 7 a 10 dias antes da semeadura. Constantin (2005, p.200-204) relatou que culturas implantadas por períodos curtos após a dessecação apresentam amarelecimento das folhas e estiolamento no período inicial, com redução do desenvolvimento vegetativo, podendo ocorrer queda da produção, sugerindo que a dessecação deve ser feita de 15 a 20 dias antes da semeadura. O autor recomenda que não se deve retardar a semeadura, mas sim antecipar a dessecação. Cobucci e Portela (2003, p.445-458) aconselham que no momento da dessecação a braquiária tenha o máximo possível de folhas novas para melhor ação dos herbicidas dessecantes. Borges (2003, p.113-117) sugere manejar corretamente a pastagem com os animais, rebaixando-a aproximadamente 20 a 30 cm de altura e que esta apresente vigor vegetativo, por ocasião da aplicação do herbicida. O autor adverte que o excesso de palha pode ser prejudicial ao desenvolvimento inicial da soja,

portanto, o manejo adequado da pastagem antes da dessecação e o plantio direto da soja é fator fundamental. Mello (2003, p.18-19) relatou que a retirada dos animais deve ocorrer entre 35 a 50 dias antes da semeadura da soja, para regeneração da forragem e cobertura do solo, além de permitir a descompactação pelo sistema radicular. Floss (2000, p.21-28) recomendou que os animais sejam retirados da área com uma antecedência mínima de 21 dias antes da dessecação, permitindo a rebrota das plantas e produção de biomassa, para não prejudicar o plantio direto da soja em sucessão. Com essa rebrota, além da formação de palha, o crescimento radicular reduz a compactação superficial do solo.

O sistema plantio direto e a integração agricultura-pecuária são alternativas de manejo que conciliam a manutenção e até mesmo a elevação da produção, com maior racionalidade dos insumos empregados (SANTOS et al., 2008, p.115-122). Segundo os autores o sucesso desses sistemas no Cerrado deve-se ao fato de que a palhada, acumulada pelas plantas de cobertura ou das pastagens e restos culturais de lavouras comerciais proporcionam um ambiente favorável à recuperação ou manutenção das propriedades do solo.

Conforme Machado et al. (1998, p.217-232) na integração agricultura-pecuária o plantio direto pode viabilizar-se pela palha que a pastagem bem manejada proporciona ao sistema, em regiões onde o cultivo de espécies anuais para formação de palha é difícil. Segundo os autores a pastagem oferece à lavoura um solo melhor estruturado em função de seu sistema radicular abundante e o resíduo de material orgânico deixado na superfície.

A integração agricultura-pecuária é uma das estratégias mais promissoras para desenvolver sistemas de produção menos intensivos no uso de insumos e, por sua vez, mais sustentáveis (ASSMANN et al., 2003, v.27, p.675-683).

Na integração agricultura-pecuária as áreas de produção são intensamente usadas, portanto, o sistema deve ser otimizado, com a busca da melhor combinação de manejo e gerenciamento das atividades, tanto no verão como no inverno, de forma que a produção animal não prejudique a produção de grãos e vice-versa (CONTE et al., 2007, v.27, p.220-228).

O sistema integração agricultura-pecuária promove a reciclagem e eficiência no uso dos nutrientes, o aumento dos teores de matéria orgânica do solo, o incremento da biomassa microbiana, a diminuição de pragas e doenças no ciclo agrícola e o aumento da profundidade de reação do calcário aplicado em cobertura (CARVALHO, 2007).

Aliado ao plantio direto, a integração agricultura-pecuária é uma alternativa promissora, favorecendo ao aumento da eficiência de utilização de recursos naturais e a

preservação do meio ambiente, da oferta de forragem para o período seco do ano e a formação de palhada para o plantio direto, beneficiando o produtor (CARVALHO et al., 2005, p.1-19).

A integração da atividade de lavoura com a de pecuária no sistema plantio direto em áreas que permanecem apenas com culturas de cobertura no inverno a serem usadas em pastejo pode se tornar uma opção de renda para os produtores de grãos no verão. No entanto, muitos deles resistem em adotar esse sistema de integração, pelo receio de que a presença dos animais nas áreas de lavoura de verão possa favorecer os efeitos negativos do pisoteio sobre atributos do solo, principalmente aqueles relacionados à compactação (BORGES, 2004, p.353-384, FLORES et al., 2007, p.771-780).

Em áreas de integração agricultura-pecuária pode ocorrer compactação superficial do solo (CEPIK et al., 2005, p.447-457). Aumento da densidade do solo foi observado por Spera et al. (2005, p.238-240) em sistemas de rotação de culturas em pastagens de inverno e de verão, na integração agricultura-pecuária, em Latossolo Vermelho distroférico, em Passo Fundo (RS).

De acordo com Carvalho (2007) paradigmas quanto à compactação do solo provocada pelo pisoteio animal em sistema integração agricultura-pecuária em plantio direto impedem o avanço mais relevante dessa tecnologia. Entretanto, quando a intensidade de pastejo é manejada adequadamente, a cultura em sucessão não é prejudicada.

Casa et al. (2004, p.45-71) relataram que o manejo inadequado do pastoreio, como a população de animais em excesso, pode fazer com que ocorra pouca produção de palha e provoque problemas de compactação do solo. Portanto, a formação de palhada é fundamental para a proteção, estruturação e redução da erosão, por meio de sistemas radiculares capazes de permitir a manutenção do solo em densidades adequadas ao desenvolvimento radicular das culturas (BORTOLINI, 2005, p.115-118).

A compactação pelo pisoteio animal no sistema integração agricultura-pecuária ocorre quando não há sobra de material orgânico para a proteção do solo, sendo superficial, em torno de 5 a 10 cm, e a utilização de sistema de corte constituído por disco + facão nas semeadoras tem sido bastante eficiente (MACHADO et al., 1998, p.217-232, Santos, 2004, p.269-285), realizando o rompimento das camadas do solo juntamente com a semeadura (BENEZ, 2002, p.121-123).

Takahashi (2000, 60p.) em Latossolo Vermelho distroférico em Selvíria (MS) conseguiu aumento de 11% na produção de milho utilizando facão em comparação ao mecanismo de disco duplo, em área de 10 anos de plantio direto com compactação na superfície do solo.

Scaléa (2007, p.67-72) afirmou que no sistema integração agricultura-pecuária o pisoteio do gado origina uma camada compactada superficial, alcançando 10 cm de profundidade, e essa compactação deve ser rompida pelo dispositivo de corte das semeadoras.

Conforme Broch (2000, p.53-60) a compactação do solo sob pastagem é superficial (até 8 cm) e temporária. Segundo o autor, tomando alguns cuidados no plantio ela não trará problemas ao desenvolvimento da cultura da soja, pois na linha de plantio a descompactação é feita pelo disco de corte e sulcador e após a morte e decomposição do sistema radicular das forrageiras ocorre a formação de canais que permite a infiltração de água, do ar e do deslocamento de nutrientes em profundidade, descompactando naturalmente o solo. Segundo Döwich (2005, p.108-114) cerca de 70% das raízes das braquiárias estão localizadas até 10 cm de profundidade, tendo um papel importante na descompactação natural do solo, após a dessecação e morte do sistema radicular.

As forrageiras, quando pastejadas ou cortadas para silagem ou feno, com posterior regeneração, apresentam maior produção de raízes devido à ocorrência de perfilhamento e emissão de novas raízes, quando comparadas com as não pastejadas ou cortadas (MELLO, 2002, p.117-120). Segundo o autor, com o processo de dessecação ocorre morte do sistema radicular e formação de canalículos no solo, aumentando a aeração, infiltração de água, teor de matéria orgânica e agregação do solo. A matéria orgânica é um agente cimentante que mantém as partículas do solo fortemente aderidas uma às outras, conferindo a ele maior agregação e assim, maior resistência à compactação (BIANCHINI, 2003, p.85-88) e porosidade (BONAMIGO, 2005, p.152-161).

Spera et al. (2004, v.28, p.533-542) trabalhando com o sistema integração agricultura-pecuária em Latossolo Vermelho distrófico textura muito argilosa em Passo Fundo (RS) observaram que o pisoteio animal não interferiu negativamente na produção das culturas e nos atributos físicos do solo, exceto por um pequeno aumento na densidade na camada superficial.

Marchão et al. (2007, v.42, p.873-882) em Latossolo Vermelho em Planaltina (DF) constataram aumento da densidade do solo na rotação soja-braquiária sob preparo convencional, provavelmente em virtude da compactação em subsuperfície, resultante da operação de condicionamento físico do solo. Já na rotação soja-braquiária sob plantio direto os maiores valores de densidade foram observados na camada de 0-5 cm.

Lanzanova et al. (2007, v.31, p.1131-1140) estudando os atributos físicos do solo, no sistema integração agricultura-pecuária, em Argissolo Vermelho-Amarelo em Jari (RS) com diferentes frequências de pastejo, verificaram que a compactação do solo decorrente do pisoteio bovino, durante os 3 anos de estudo, segundo os valores de densidade do solo,

limitou-se à camada superficial do solo, de 0-5 cm. Nas camadas subseqüentes não houve diferença significativa entre os valores observados.

O plantio direto, sistema conservacionista de manejo do solo, que mantém os resíduos culturais em sua superfície, constitui uma importante técnica para a manutenção e recuperação da capacidade produtiva de solos manejados convencionalmente e de áreas degradadas (TORRES et al., 2005, p.609-618). Grande parte das vantagens do plantio direto está relacionada à quantidade de fitomassa disponível para a cobertura do solo e a dificuldade de produção e persistência dessa palha é um dos entraves na consolidação desse sistema no Estado de São Paulo (BRANCALIÃO et al., 2008, p.184) ou no Cerrado, onde o regime hídrico, com um longo período seco, limita o estabelecimento e o crescimento adequado das culturas em sucessão sob esse sistema (RESCK, 2005, p.72-80).

Espécies forrageiras perenes como *Brachiaria decumbens*, *B. brizantha*, *Panicum maximum* cv. Tanzânia e *P. maximum* cv. Mombaça, além de fornecerem grande quantidade de matéria seca, que é fundamental para o plantio direto, apresenta alta relação C/N, retardando a velocidade de decomposição da palha, aumentando a possibilidade de utilização em regiões mais quentes, e dessa maneira, protege o solo por mais tempo contra erosão e radiação solar (PANTANO, 2003, 60p., TIMOSSI et al., 2007, p.617-622).

No início da década de 70 teve início a introdução de espécies do gênero *Brachiaria* na região do Cerrado, adaptando-se bem a esse ecossistema, de solos ácidos e de baixa fertilidade natural (MACEDO, 2001, p.257-283).

As braquiárias constituem numa das melhores espécies para cobertura do solo no sistema plantio direto (JULIATTI et al., 2004, p.73-115, PAULA JÚNIOR et al., 2004, p.11-44). São conhecidas pela adaptação às condições de clima e solos tropicais de baixa fertilidade e produzem matéria seca em abundância durante todo o ano, proporcionando excelente cobertura vegetal do solo, se as suas condições de temperatura e de umidade forem favoráveis (KLUTHCOUSKI; STONE, 2003, p.61-104, TIMOSSI et al., 2007, p.617-622) e se manejadas corretamente (VILELA et al., 2003, p.145-170).

As espécies do gênero *Brachiaria* mais utilizadas em sistemas de integração agricultura-pecuária são *Brachiaria decumbens* e *B. brizantha*, ocupando cada vez mais espaço na região de Cerrados, com vantagens sobre outras espécies, em razão da capacidade de proporcionar produções satisfatórias de forragem em solos de baixa e média fertilidade (GARCIA et al., 2004, p.331-351). O grande aporte de palhada, somado ao grande volume de raízes em profundidade proporcionados pela braquiária, melhora a fertilidade do solo e o sistema radicular vigoroso e profundo apresenta elevada tolerância à deficiência hídrica,

sendo eficientes na produção de cobertura morta (COSTA et al., 2008, p.214), contribui para a melhoria de infiltração de água, agregação e aeração do solo (HECKLER et al., 1998, p.37-49).

Conforme Stone et al. (2003, p.173-181) a utilização de braquiárias em consorciação ou rotação com culturas anuais exercem efeito benéfico nos atributos físicos do solo, que devido ao sistema radicular fasciculado, possuem maior facilidade de penetrar suas raízes em camadas compactadas, em relação às plantas de sistema radicular pivotante. Segundo Calegari (2000, p.68-78) as raízes fasciculadas das gramíneas promovem agregação e estruturação do solo. Para Kluthcouski e Aidar (2003, p.409-441) as principais vantagens da palhada da braquiária para o plantio direto são: maior longevidade da cobertura do solo e controle/minimização de doenças. Na implantação do milho ou da soja sobre *Brachiaria decumbens* ou *B. brizantha* a forrageira é dessecada, gerando excelente palhada, além do pastoreio já ocorrido no inverno (SCALÉA, 2007, p.67-72).

2.2. Condicionamento físico do solo

O condicionamento físico do solo consiste num conjunto de operações realizadas com objetivo de propiciar condições favoráveis à sementeira, ao desenvolvimento e à produção das plantas cultivadas, por tempo ilimitado e para que esses objetivos sejam atingidos, é imprescindível a adoção de diversas práticas, priorizando o uso do plantio direto, que fundamenta-se na ausência de preparo do solo e na cobertura permanente do terreno, por meio de rotação de culturas (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 2006, p.27-40). Contudo, segundo Pedrotti et al. (2005, p.141-143) esses objetivos nem sempre são alcançados, principalmente quando o cultivo é inadequado e intenso, verificando nessas circunstâncias, deterioração da estrutura do solo, diminuição na infiltração de água e aumento da densidade e resistência à penetração.

O condicionamento físico do solo deve contribuir para a manutenção ou melhoria de sua qualidade e do ambiente, bem como para a obtenção de adequadas produções das culturas a longo prazo (COSTA et al., 2003, p.527-535).

O condicionamento físico do solo atua diretamente na sua estrutura que, além das modificações na porosidade e densidade do solo, provoca alterações que afetam a retenção de água e a resistência mecânica (KLEIN; CÂMARA, 2007, p.221-227, VIEIRA; KLEIN, 2007, p.1271-1280).

O solo preparado por muitos anos pelo método convencional sofre destruição de sua estrutura natural, favorecendo o processo erosivo, podendo acarretar diminuição na produção das culturas (FURLANI, 2000, 218p.).

Conforme Silva (2000, 95p.) o uso inadequado de equipamentos de preparo do solo é o principal fator da sua degradação dos solos e dependendo do grau de alteração das propriedades físicas, estas podem produzir condições limitantes ao desenvolvimento das culturas e conseqüentemente, afetar a produção. Segundo Spera et al. (2005, p.238-240) a degradação dos solos é atribuída às práticas agrícolas inadequadas e promove perdas na produção de grãos, mediante redução do estande de plantas e decréscimos na sua qualidade estrutural. Döwich (2005, p.108-114) comentou que solo degradado é aquele que apresenta alta acidez, baixa fertilidade e superfície erodida.

O preparo convencional degrada o solo, pois pulveriza e compacta o mesmo, diminui a infiltração de água e o teor de matéria orgânica, eleva a temperatura e deixa exposto à erosão. Dessa forma, diminui-se a eficiência da adubação química e o armazenamento de água no solo. A alternativa para evitar tais problemas é a adoção do plantio direto sobre palhada e a rotação de culturas (ZANINE et al., 2006, p1-23). O preparo convencional degrada as propriedades físicas, pois o revolvimento rompe os agregados, compacta o solo abaixo da camada preparada e o deixa descoberto. O plantio direto, em virtude da pequena mobilização do solo, preserva os agregados e a sua cobertura (BERTOL et al., 2004, p.155-163). Spera et al. (2005, p.238-240) afirmou que solos manejados sob preparo convencional apresentam sérios problemas de compactação, como o desenvolvimento de uma camada subsuperficial endurecida.

Segundo Landers (2000, p.201-216) o preparo convencional destrói a continuidade dos canais de comunicação dos macroporos e dos canais deixados por raízes de culturas anteriores, dificultando a penetração dessas no solo e reduzindo a infiltração de água no solo.

Para Chueri e Vasconcellos (2000, p.129-130) no preparo convencional os resíduos culturais são incorporados na camada arável do solo, fragmentados e transformados em matéria orgânica, cujos nutrientes nela contidos são rapidamente mineralizados. Um grande aporte de nutrientes ocorre, muitas vezes, num momento em que a cultura ainda não foi semeada, portanto, passíveis de não serem aproveitados pelas plantas ou quando semeadas, as plântulas, no início de seu desenvolvimento, utilizam os nutrientes reservados na semente, além de possuir sistema radicular de tamanho reduzido, resultando em pequeno consumo de nutrientes do solo nesses estádios iniciais.

Nos solos das regiões tropicais e subtropicais, a adoção de condicionamentos físicos do solo com mínimo revolvimento é fundamental para a conservação do solo e da água e acúmulo de matéria orgânica, com vistas em garantir elevadas produções com reduzido impacto ambiental (ARAÚJO et al., 2004, p.495-504).

O sistema plantio direto é a opção mais adequada para reverter a situação de degradação do solo que pode ser gerada pelo cultivo convencional (BRANCALIÃO; MORAES, 2008, p.393-404). O plantio direto está inserido em um grupo de tecnologias denominadas de “Plantios Conservacionistas” (Conservation Tillage), em contraposição aos chamados “Plantios Convencionais” (Convencional Tillage), que são dependentes das operações mecanizadas de preparo do solo (SCALÉA, 2007, p.9-10). Segundo Siqueira (1999, 191p.) o preparo conservacionista é voltado para a sua conservação, evitando danos por erosão, com presença de cobertura vegetal e mínima mobilização do solo (PEREIRA, 2000, 115p.).

O Brasil conta com uma área superior a 25,5 milhões de hectares (safra 2005/06) sob plantio direto (FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA – FEBRAPDP, 2008). Esse sistema caracteriza-se pelos seguintes requisitos: mobilização do solo apenas no sulco de semeadura, rotação de culturas e manutenção de restos culturais na superfície (CURY, 2000, p.9-15, HERNANI, 2002, p.115-116, FREITAS, 2005, p.193-197, SATURNINO, 2005, p.60-65, BEUTLER et al., 2007, p.1223-1232), que devem ser adaptados a cada condição de clima e solo (CANALLI, 2005, p.101-107), sendo eficazes na proteção da superfície do solo contra agentes erosivos. Devido ao fato de não ocorrer revolvimento total do solo, pode ocorrer a formação de camadas compactadas na distribuição das pressões exercidas na superfície do solo pelas máquinas/implementos ou casco de animais, em áreas de integração agricultura-pecuária (CRUZ et al., 2003, p.1105-1112).

No plantio direto diversos benefícios são proporcionados pela presença da cobertura vegetal sobre o solo, que segundo Carretero et al. (2008, p.145-148), diminui significativamente o escoamento superficial da água e inibe a compactação das camadas subsuperficiais em virtude da redução do uso de máquinas pesadas, além de fornecer matéria orgânica por meio dos restos de cultura. Stone (2005, p.52-54) referem-se à melhor eficiência do uso da água pela redução das perdas por evaporação e aumento na taxa de infiltração e Farias (2005, p.146-151) cita a melhoria nas condições para o crescimento e desenvolvimento das culturas, minimizando os efeitos adversos causados pelo déficit hídrico.

A permanência dos resíduos na superfície, aliada ao não revolvimento do solo no plantio direto, mantém os agregados estáveis e assegura condições de temperatura e umidade,

que favorecem o aumento da população de microrganismos e conduzem a uma significativa modificação na dinâmica dos nutrientes. A liberação dos nutrientes contidos na matéria orgânica se dá de forma gradual e contínua, reduzindo as perdas por lixiviação, maximizando o aproveitamento ao longo do desenvolvimento das culturas (CHUERI; VASCONCELLOS, 2000, p.129-130).

Intermediário ao preparo convencional e ao plantio direto aparece o chamado cultivo mínimo, que implica na redução das operações de preparo do solo (FURLANI et al., 2004, p.388-395). Segundo os autores, esse sistema já está bastante difundido no Brasil, sendo realizado por escarificadores, normalmente equipados com discos de corte à frente das hastas, para trabalhos em solos com palha na superfície e provido de um rolo destorroador, que tem por função diminuir o tamanho dos torrões e nivelar o solo para a semeadura, tornando-se um equipamento conjugado, que realiza mais de uma operação em cada passagem. Siqueira (1999, 191p.) comentou que a escarificação, além de promover boas condições de mobilização, facilita a infiltração de água e protege a superfície do solo pela cobertura morta, diminuindo os problemas de erosão.

Conforme Silva (2000, 123p.) as técnicas de plantio direto e de cultivo mínimo com o uso de escarificadores são considerados preparos conservacionistas, que evitam a degradação do solo e têm sido preconizadas como alternativas para evitar os efeitos indesejáveis do preparo do solo realizado de maneira repetitiva e inadequada.

A escarificação, como alternativa de condicionamento físico do solo, substitui com vantagem a aração e a gradagem pesada, desde que se reduza o número de gradagens niveladoras. Além disso, possibilita a permanência, do máximo possível, de resíduos culturais na superfície (EMBRAPA, 2006, p.27-40).

A escarificação é recomendada frequentemente para reduzir a compactação do solo (ABREU et al., 2004, p.519-531) e que tem por objetivos reduzir a densidade e a sua resistência mecânica à penetração das raízes e aumentar a permeabilidade (VIEIRA; KLEIN, 2007, p.1271-1280). Esses autores constataram que a escarificação em Latossolo Vermelho distrófico em Passo Fundo (RS) sob plantio direto tem efeito por até 24 meses.

Segundo Klein et al. (2008, p.365-371) a escarificação promove a mobilização do solo, reduzindo significativamente a densidade do solo. Esses autores verificaram em Latossolo Vermelho distrófico que a escarificação apresentou densidade do solo 4,76% inferior ao plantio direto, devendo-se ao não revolvimento do solo e ao tráfego de máquinas. A densidade geralmente é utilizada para avaliar os efeitos dos condicionamentos físicos sobre a compactação do solo (GREGO, 2002, 139p.) e ainda é um dos métodos mais usados para

identificar camadas compactadas (SPERA et al., 2005, p.238-240), porém, apresenta vários inconvenientes, como: amostragem demorada, necessidade de transportar para o laboratório grande número de amostras e necessidade de procedimentos laboratoriais para obtenção do valor da densidade do solo (BIANCHINI, 2003, p.85-88). O valor desse atributo varia entre solos e estado de compactação (SUZUKI et al., 2007, p.1159-1167).

Experimentos realizados por Marcolan et al. (2007, p.571-579), em Argissolo Vermelho distrófico típico em Eldorado do Sul (RS), revelaram que o revolvimento do solo para incorporação do calcário propiciou condições mais favoráveis de densidade e porosidade do solo, mas diminuiu a estabilidade de agregados e houve necessidade de um período de 4 anos em plantio direto para o retorno da estabilidade de agregados à condição original.

Os condicionamentos físicos do solo têm como objetivo oferecer condições adequadas para a otimização do crescimento, desenvolvimento e produção das culturas e a adoção de sistemas de preparo com menor revolvimento do solo resulta numa compactação maior nas camadas superficiais dos solos (TORMENA et al., 2004, p.65-71). Rosa Júnior (2000, 112p.) comentou que alguns autores afirmam que o plantio direto diminui a densidade e a compactação do solo e outros, que aumentam. Assim, alguns fatos devem ser esclarecidos, como as condições de solo e do clima em que o experimento foi conduzido, pois não se pode generalizar os resultados.

No sistema plantio direto a semeadura é realizada em solo coberto por palha e com o mínimo de revolvimento da camada superficial do solo. Entretanto, a utilização continuada do plantio direto pode resultar em aumento da densidade (VIEIRA; KLEIN, 2007, p.1271-1280) e diminuição da porosidade do solo (STONE, 2005, p.52-54), pois o tráfego de máquinas e a ausência de revolvimento podem induzir a compactação superficial dos solos de textura argilosa (ASSIS; LANÇAS, 2005, p.515-522, SECCO et al., 2005, p.407-414, MARCOLAN; ANGHINONI, 2006, p.163-170, TORMENA et al., 2007, p.211-219).

Ralisch e Tavares Filho (2002, p.125-127) afirmaram que é ingênua a suposição de que no sistema plantio direto não ocorre compactação. Contudo, a drástica redução do volume de solo mobilizado e no número de operações agrícolas, associada à permanente proteção da superfície, diminuem as causas. Conforme Spera et al. (2005, p.238-240) essa compactação não invalida o plantio direto, mas demanda monitoramento dos atributos do solo para acompanhar sua evolução.

O aumento da densidade do solo em áreas sob plantio direto tem sido freqüentemente reportado na literatura (SÁ et al., 2005, p.44-52). Segundo Torres et al. (1998, p.103-118), o sistema plantio direto geralmente apresenta elevação da densidade do solo na camada

superficial, não ocasionando problema, podendo ser resolvido facilmente pela própria semeadora, desde que o sistema seja bem conduzido (rotação de culturas e cobertura do solo). Para Calegari (2000, p.68-78), em função da cobertura do solo no plantio direto, tem sido observado maior agregação, porosidade total e macroporos do solo.

Devido à ausência de preparo do solo antes da semeadura ocorre gradual aumento da compactação com o passar dos anos no sistema plantio direto, até atingir níveis prejudiciais ao crescimento, ao desenvolvimento e à produção das culturas (BEUTLER et al., 2007, p.1223-1232, KLEIN et al., 2008, p.365-371), o que tem motivado alguns agricultores, ainda que esporadicamente, à mobilização do solo com métodos de preparo tradicionais, com revolvimento parcial ou total do solo, por meio da escarificação ou preparo convencional (GENRO JÚNIOR et al., 2004, p.477-484, CEPIK et al., 2005, p.447-457).

A compactação do solo é provocada pela ação e pressão dos implementos de condicionamento físico do solo, especialmente quando essas operações são feitas em condições de solo muito úmido, continuamente na mesma profundidade (EMBRAPA, 2006, p.27-40), quando o tráfego de máquinas pesadas é intenso (GARCIA; RIGHES, 2008, p.833-842), e pelo pisoteio dos animais em exploração pecuária (VIZZOTTO et al., 2000, p.965-969, RALISCH; TAVARES FILHO, 2002, p.125-127), apresentando redução da macroporosidade e porosidade e elevação da microporosidade, densidade e resistência à penetração de raízes no solo (TORRES et al., 1998, p.103-118, GONÇALVES et al., 2006, p.67-75, MEGDA et al., 2008, p.781-788), além da redução da taxa de infiltração e capacidade de armazenamento de água do solo (FANCELLI, 2000, p.16-29). A macroporosidade é a principal responsável pela drenagem de água e aeração do solo e a microporosidade é responsável pela retenção e disponibilidade de água no solo (ROSA JÚNIOR, 2000, 112p.).

Bertol et al. (2004, p.155-163), em Cambissolo Húmico alumínico em Santa Catarina, verificaram que na camada de 0-10 cm a densidade do solo foi 19% maior no plantio direto do que no preparo convencional, em virtude da pressão exercida no solo pelo tráfego de máquinas e a ausência de mobilização, exceto no sulco de semeadura, no plantio direto. Segundo os autores, os menores valores de densidade no preparo convencional foram influenciados pelo revolvimento do solo executado antes da semeadura das culturas.

Secco et al. (2004, p.797-804), em Latossolo Vermelho distroférico em Cruz Alta (RS), trabalharam com 2 condicionamentos físicos do solo (escarificações e plantio direto) e diferentes estados de compactação criado por um rolo compactador. Os autores verificaram que a camada de influência dos estados de compactação do solo foi de 0-10 cm, pois, a partir

da profundidade de 10 cm, não houve diferença significativa entre as médias de tratamentos para a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo.

Tormena et al. (2004, v.8, p.65-71), com o propósito de avaliar o efeito dos manejos do solo em algumas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico em Araruna (PR), concluíram que na camada superficial a densidade do solo foi reduzida sob as condições do preparo convencional (arado de aiveca + gradagem niveladora) em comparação com o plantio direto (revolvimento do solo apenas na linha de semeadura) e o cultivo mínimo (escarificação a 30 cm + gradagem niveladora).

Cruz et al. (2003, v.27, p.1105-1112), em Argissolo Vermelho no Rio Grande do Sul, observaram que o solo sob o preparo convencional apresentou maior porosidade total e macroporosidade na camada de 0-10 cm, resultado imediato dos trabalhos de preparo do solo. Os maiores valores de densidade do solo na camada de 0-10 cm foram no solo sob plantio direto, que em virtude do tráfego de máquinas e do pisoteio animal, tende a apresentar redução na porosidade.

Costa et al. (2003, p.527-535) atribuíram a menor porosidade total e a maior densidade do solo sob preparo convencional em relação ao plantio direto na camada de 10-20 cm à transmissão da pressão realizada na superfície do solo pelas máquinas e implementos, pela compressão exercida pela lâmina dos discos do arado, bem como do pneu do trator no sulco de aração. Segundo os autores esse comportamento pode indicar presença de compactação subsuperficial no solo sob preparo convencional.

Bertol et al. (2004, p.155-163) constataram maior compactação a partir dos 10 cm de profundidade no preparo convencional, em contraste à compactação relativamente uniforme em toda a profundidade estudada no plantio direto. De acordo com Costa et al. (2003, p.527-535), a diminuição da densidade do solo em subsuperfície no plantio direto indica melhoria na qualidade física do solo, decorrente possivelmente da atividade da fauna edáfica e de raízes, as quais atuam na formação de canais (bioporos).

Falleiro et al. (2003, p.1097-1104) avaliaram a influência dos condicionamentos do solo nas propriedades físicas do solo em Argissolo Vermelho Amarelo câmbico em Coimbra (MG) e constataram que a densidade do solo foi superior no plantio direto, comparado aos demais (arado de discos, arado de aivecas, grade pesada, grade pesada + arado de discos e grade pesada + arado de aivecas, na média das 3 camadas amostradas (0-5, 5-10 e 10-20 cm). Segundo os autores, a maior densidade do solo em plantio direto deveu-se ao acomodamento natural do solo, dada a ausência de seu revolvimento e os menores valores de densidade, observados nos tratamentos com preparo convencional, foram proporcionados pelo

revolvimento do solo que tem, como uma de suas principais finalidades, aumentar a condição de porosidade, tendendo esses valores a elevar conforme aumenta o tempo decorrido entre o preparo e a amostragem do solo, decorrentes do acomodamento natural do solo, aliado ao efeito dos trabalhos nele realizados.

Silva et al. (2006, p.329-337), em Argissolo Vermelho distrófico em Eldorado do Sul (RS), verificaram que a macroporosidade foi maior na camada de 7,5-12,5 cm no preparo convencional (1 aração + 2 gradagens) em relação ao cultivo mínimo (escarificação de 15-20 cm de profundidade + gradagem) e plantio direto.

Ralisch et al. (2008, p.381-384), em Latossolo Vermelho Amarelo em Goiás, trabalharam com plantio direto há 14 anos (SD14); plantio direto há 8 anos (SD8); plantio direto há 2 anos (SD2); preparo convencional (PC); pastagem (P) e floresta (F). Os autores concluíram que o PC apresentou menor resistência à penetração na camada de 0-10 cm, enquanto o SD2 indicou maior resistência à penetração até 40 cm. Abaixo da camada de 15 cm não houve diferença significativa entre os tratamentos PC, SD8, SD14. Os autores destacaram ainda que os 2 primeiros anos de adoção do sistema de plantio direto são críticos quanto a resistência à penetração nas camadas superficiais do solo.

Secco et al. (2005, p.407-414) avaliaram os atributos físicos de um Latossolo Vermelho distrófico típico em Cruz Alta (RS) sob diferentes condicionamentos do solo: plantio direto contínuo, plantio direto com escarificação a cada 3 anos, plantio direto no verão com escarificação no outono/inverno, preparo conservacionista (escarificador + grade niveladora) e preparo convencional (arado de discos + grade niveladora) e concluíram que a densidade do solo apresentou valor superior nos tratamentos que sofreram menor mobilização do solo, entretanto, a produção das culturas da soja e milho não diferiram significativamente entre os condicionamentos utilizados.

Calegari (2000, p.145-152) destacou que em áreas onde o preparo convencional vem sendo executado há vários anos, as produções de soja e milho em plantio direto podem ser menores nos 1º e 2º anos e a partir do 3º ano, igualarem ou excederem as produções do preparo convencional, em razão da melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo.

Trabalhando com a integração agricultura-pecuária em plantio direto na recuperação de pasto degradado no Paraná, Dijkstra (2002, p.105-109) constatou que a produção de soja aumentou de 2760 para 3380 kg ha⁻¹, do 1º para o 3º ano da implantação do sistema, respectivamente.

Altmann (2002, p.51-53) verificou em ensaio conduzido em Goiás que na fase de implantação do plantio direto (1 a 3 anos) houve redução média de 17% na produção das culturas em relação ao preparo com gradagem em pré-plantio e atribuiu esse fato à falta de cobertura, que provocou intenso adensamento do solo, culminando com redução de 27% na produção de grãos de milho no 3º ano. Já na fase intermediária (4 a 6 anos) houve descompactação natural do solo pela intensificação da atividade microbiana, em função da presença de resteva de milho na superfície, com recuperação significativa da produção, permanecendo nos mesmos patamares do preparo com gradagem em pré-plantio. A fase de consolidação (mais que 6 anos) foi marcada pela intensa reciclagem de nutrientes, em razão da decomposição da palhada e do aprofundamento do sistema radicular, com incremento de 11% na produção das culturas.

Tormena et al. (2004, p.1023-1031), em Latossolo Vermelho eutroférico em Palotina (PR), utilizaram 2 condicionamentos físicos do solo: PD – plantio direto com rotação de culturas (milho-trigo-soja-aveia-soja-nabo forrageiro); e PDR – plantio direto com sucessão de culturas (soja-milho safrinha ou trigo), realizando a escarificação do solo a 30 cm de profundidade antes da semeadura da cultura de verão e encontraram maiores valores de densidade do solo no PD em comparação ao PDR, devido à menor mobilização do solo no PD, associada com tráfego de máquinas. Os autores atribuíram o aumento da porosidade e a redução da densidade do solo no PDR à mobilização mecânica do solo com o escarificador.

Silveira Neto et al. (2006, p.29-35), trabalhando com sistemas de condicionamentos físicos do solo e rotação de culturas em Latossolo Vermelho distrófico em Santo Antônio de Goiás (GO), verificaram que o plantio direto contínuo propiciou maior valor de densidade do solo e menores valores de macroporosidade e porosidade total do que o sistema plantio direto, seguido anualmente de um preparo do solo, nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, porém não constatarem diferenças significativas para microporosidade. Esses atributos não foram afetados pelos sistemas de rotação de culturas, nas camadas de 0-10 e 20-30 cm, no entanto, na faixa compreendida entre 10-20 cm, os valores de macroporosidade, porosidade total e densidade do solo foram afetados.

Araújo et al. (2004, p.495-504) avaliaram as alterações físicas de um Latossolo Vermelho distrófico em Campo Mourão (PR) e constatarem que os valores de densidade do solo na camada de 0-15 cm foram maiores no tratamento de semeadura direta do que no tratamento de semeadura direta com escarificação a 30 cm de profundidade, enquanto na camada de 15-30 cm, não foram constatadas diferenças entre os tratamentos.

Costa et al. (2003, p.527-535), em Latossolo Bruno alumínico câmbico em Guarapuava (PR), obtiveram maiores produções de soja e milho em plantio direto do que em preparo convencional em experimentos de longa duração, devido ao fato de que nenhum fator físico restringiu o desenvolvimento do sistema radicular das culturas no solo sob plantio direto, há 21 anos sem revolvimento, demonstrando que havendo o cuidado de realizar o trânsito de máquinas em condições adequadas de umidade do solo, não ocorrem problemas com compactação e, portanto, não há necessidade de revolvê-lo periodicamente.

2.3. Formas de aplicação do calcário

A acidez do solo é um dos fatores que mais limitam a produção das culturas em várias partes do mundo, inclusive no Brasil. Nos solos ácidos existem problemas de deficiência nutricional, baixa capacidade de retenção de água e baixa atividade dos microrganismos (FAGERIA, 2001, v.36, p.1419-1424). A acidificação do solo consiste na remoção de cátions básicos (Ca, Mg, K e Na) do sistema de troca de cargas e substituição dos mesmos por cátions ácidos (H e Al) (COSTA et al., 2001, p.87-127). É conhecido que a toxidez por alumínio e os baixos teores de Ca e Mg são características da maioria dos solos de Cerrado (KLUTHCOUSKI; AIDAR, 2003, p.185-223). Segundo os autores, a correção da acidez se faz necessária para obtenção de melhores produções em áreas de integração agricultura-pecuária. Oliveira e Yokoyama (2003, p.267-302) relataram que a correção da acidez e a suplementação de Ca e Mg para as plantas são fundamentais para a produção de grãos e de forragem nos solos ácidos dos Cerrados.

Os resultados quanto à eficiência da calagem na neutralização da acidez de subsolos são aparentemente discordantes na literatura (CAIRES et al., 2003, p.275-286). Pesquisas sobre a correção da acidez do solo em superfície ou com incorporação têm mostrado resultados contraditórios, uma vez que a aplicação superficial de calcário ora é eficiente na correção da acidez, tanto de superfície quanto de subsuperfície (MORAES et al., 2007, p.673-684).

A calagem é a prática mais eficiente para elevar o pH, teores de Ca e V% e reduzir os teores de Al e Mn trocáveis no solo (CAIRES et al., 2004, p.125-136, SABATKE et al., 2005, p.162-164). Segundo os autores, a reação do calcário é geralmente limitada ao local de sua aplicação no solo, não tendo um efeito rápido na redução da acidez do subsolo, que depende da lixiviação de sais no perfil do solo.

A correção da acidez dos solos pela aplicação de calcário é uma prática indispensável (DELLA FLORA et al., 2007, p.1592-1598) e como os calcários agrícolas possuem baixa

solubilidade, sua incorporação às camadas mais profundas do solo é fundamental para a reação mais efetiva (PRADO, 2003, p.478-482, ALLEONI et al., 2005, p.923-934). Segundo Sousa e Lobato (2004, p.81-96), para que o calcário produza os efeitos desejáveis, é necessário haver umidade suficiente no solo para sua reação.

Em áreas com pastagem degradada, Alvarenga et al. (2006, 12p.) sugeriram que a calagem pode ser feita antes do período chuvoso que antecede a semeadura do milho: aplica-se 60-70% do calcário, incorporando-o com grade aradora e aplica-se o restante, incorporando-o com grade niveladora.

Em virtude da baixa solubilidade Costa et al. (2001, p.87-127) recomendaram que o calcário deve ser distribuído em área total e incorporados mais profundamente possível em áreas de pastagens e a época mais adequada para a aplicação na região Centro-Sul do Brasil é no início do período chuvoso.

Para Kluthcouki e Aidar (2003, p.185-223) os melhores efeitos sobre a produção de forrageiras e de culturas anuais em áreas de integração agricultura-pecuária têm sido obtidos com a incorporação profunda e homogênea do calcário, de acordo com a seqüência: distribuição, incorporação superficial com grade e profunda com arado.

Conforme Marcolan et al. (2007, p.571-579) há situações em que a aplicação superficial de calcário resulta em pH muito elevado ($> 7,0$) na superfície e um eventual revolvimento do solo pode melhorar o espaço poroso, ao mesmo tempo em que mistura o calcário na camada arável do solo (0-20 cm). Segundo os autores, a conseqüente redução da densidade, do aumento da macroporosidade e a incorporação do calcário e do material orgânico acumulado na superfície disponibilizaria nutrientes para as culturas e proporcionaria um ambiente mais propício ao desenvolvimento radicular e crescimento vegetal.

A baixa mobilidade dos produtos de dissolução do calcário aplicado na superfície sem incorporação limita sua eficiência na redução da acidez em camadas subsuperficiais de solos, não tendo um efeito rápido na redução da acidez do subsolo (CAIRES et al., 2006, p.87-98).

A ação do calcário na neutralização da acidez de subsolos é dificultada pelo aumento da retenção de cátions decorrente da geração de cargas elétricas variáveis negativas com a elevação do pH do solo. Além disso, os ânions resultantes de sua dissolução, responsáveis pela correção da acidez, são também consumidos nas reações com outros cátions ácidos (Al^{3+} , Mn^{2+} e Fe^{2+}) na camada de deposição do calcário (CAIRES et al., 2004, p.125-136).

Caires et al. (2006, p.87-98), em Latossolo Vermelho distrófico textura argilo-arenosa em Ponta Grossa (PR), verificaram que a calagem superficial em sistema plantio direto não foi efetiva na neutralização da acidez do solo nas camadas abaixo de 10 cm e não causou

alterações na produção de soja e milho após 2 anos da aplicação. Conforme Ciotta et al. (2004, p.317-326), a ausência de incorporação diminui a superfície de contato entre as partículas de solo e as do calcário, retardando os efeitos da calagem e restringindo as reações aos centímetros superficiais do solo.

Caires et al. (2004, p.125-136), em Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa em Ponta Grossa (PR), observaram que a correção da acidez pela calagem na superfície foi mais acentuada na camada superficial do solo (0-5 cm) e houve maior reação nas camadas de 5-10 e 10-20 cm, quando o calcário foi incorporado. De acordo com Mello et al. (2003, p.553-561) no preparo convencional, a camada de solo mobilizada mecanicamente (até 20 cm), proporciona a mistura do calcário com o solo, o que acelera sua rápida dissolução.

A calagem realizada em superfície implica maiores riscos de supercalagem, que se caracterizam pela elevação do pH e modificação nos níveis de alguns nutrientes para valores diferentes dos tecnicamente recomendados para as culturas, e ainda, por uma correção inadequada da acidez nas camadas mais profundas do solo exploradas pelas raízes (PÁDUA et al., 2006, p.869-878).

No plantio direto a correção da acidez do solo é realizada mediante aplicação de calcário na superfície, sem incorporação (CAIRES et al., 2003, p.283-290, TISSI et al., 2004, p.405-413) e devido à baixa solubilidade e mobilidade dos produtos da dissolução do calcário, essa prática tem sido limitante à implantação desse sistema em solos com subsolo ácido (MORAES et al., 2007, p.673-684).

Preferencialmente, antes de iniciar o plantio direto em áreas sob preparo convencional, aconselha-se corrigir integralmente a acidez do solo, sendo esta etapa fundamental para a adequação do solo a esse sistema. O calcário, na quantidade recomendada, deve ser incorporado, uniformemente, na camada arável do solo, ou seja, até 20 cm de profundidade (EMBRAPA, 2006, p.41-64). Vitti e Luz (2004, p.61-72) recomendaram que na implantação do sistema plantio direto deve-se fazer a correção do solo o mais profundamente possível, procurando elevar a V% na faixa de 60 a 70% para a maioria das culturas. Segundo os autores, a incorporação do calcário é fundamental, aplicando metade da dose antes da aração e metade após a mesma, com incorporação na camada de 0-30 cm, que resultará em maior volume de solo para exploração das raízes, proporcionando melhor aproveitamento de água e nutrientes.

Conforme Fabrício et al. (1998, p.127-133), a eficiência do calcário não incorporado tem se mostrado equivalente à do calcário incorporado. De acordo com Luz et al. (2004, p.63-100), a aplicação superficial do calcário em áreas de pastagens promove reflexos

significativos no perfil do solo (0-20 e 20-40 cm), porém tem sua eficiência aumentada se for incorporado. A calagem superficial tem propiciado melhorias no ambiente radicular e, ressalvadas as situações de impedimento físico por compactação ou selamento de poros, propicia alterações de atributos químicos em profundidade, comparáveis à calagem incorporada pelo revolvimento do solo (KAMINSKI et al., 2005, p. 573-580). As vantagens desse procedimento estão relacionadas com a manutenção de atributos químicos do solo, com o maior controle da erosão e com a economia com as operações de incorporação de calcário e condicionamento do solo (CAIRES et al., 2003, p.275-286).

A aplicação superficial de calcário tem-se mostrado eficiente na correção da acidez do solo no sistema plantio direto e ao contrário do esperado, os efeitos da aplicação de calcário têm ocorrido em profundidade e em períodos de tempo relativamente curtos, apesar da sua baixa solubilidade (AMARAL et al., 2004, p.359-367).

Segundo Mello et al. (2003, p.553-561), as evidências quanto à ação benéfica da calagem superficial, atuando nas primeiras camadas abaixo da superfície do solo (0-5 e 5-10 cm), vêm sendo observadas em diferentes condições de solo e clima. Esses autores verificaram em Latossolo Vermelho distroférrico em Botucatu (SP) que a aplicação de calcário superficial no sistema plantio direto, independentemente da granulometria e da dose, alterou positivamente os atributos químicos do solo (pH, H + Al, Ca e Mg) na camada de 0-5 e 5-10 cm, 12 meses após a calagem.

Pesquisas realizadas por Caires et al. (2003, p.275-286), em Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa, demonstraram que o calcário quando incorporado proporcionou aumento nos teores de Ca e Mg trocáveis, principalmente, nas camadas superficiais (0-5 e 5-10 cm) e aumento significativo do pH no subsolo (20-40 e 40-60 cm) após 11 meses, que permaneceu consistente até 35 meses após a sua aplicação. Entretanto, segundo os autores, a calagem em superfície ou incorporada não influenciou a produção de grãos de soja.

Ciotta et al. (2004, p.317-326) verificaram que, em Latossolo Bruno alumínico câmbico em Entre Rios (PR), a aplicação de calcário sobre a superfície do solo sem incorporação foi eficiente na elevação do pH, na camada de 0-15 cm e na elevação dos teores de Ca e Mg e da V%, bem como na diminuição do Al trocável, na camada de 0-20 cm, não diferindo do tratamento com incorporação de calcário ao solo com aração e gradagens.

Trabalhos realizados por Pavan e Oliveira (2000, p.125-126) demonstraram que a calagem na superfície do solo em plantio direto neutralizou tanto a acidez superficial como subsuperficial, aumentando o pH, Ca e Mg e diminuindo o Al e a produção de grãos de soja

foi maior no tratamento calcário na superfície, quando comparado com os tratamentos calcário incorporado e sem calcário.

Um dos benefícios gerados pela manutenção dos resíduos na superfície é a mobilização de cátions básicos, como o Ca e Mg para camadas mais profundas do solo, justificando o sucesso da aplicação de calcário em superfície, sem incorporação no plantio direto. Dessa forma, o calcário aplicado na superfície transfere-se para as camadas inferiores do solo, neutralizando a acidez, aumentando a disponibilidade de nutrientes e reduzindo a presença de elementos tóxicos (CHUERI; VASCONCELLOS, 2000, p.129-130, PAVAN; OLIVEIRA, 2000, p.125-126, CAIRES et al., 2006, p.87-98).

Conforme Muzilli (2002, p.171) a correção da acidez sem necessidade de incorporação de corretivos ao solo é possível por meio da ciclagem de bases trocáveis e pela complexação do Al por ácidos orgânicos hidrossolúveis, oriundos da decomposição dos resíduos vegetais mantidos em superfície. Entretanto, Sabatke et al. (2005, p.162-164) em Cambissolo álico em Palmeira (PR), não observaram o efeito dos resíduos vegetais na neutralização da acidez e na movimentação de Ca e Mg no solo.

Segundo Della Flora et al. (2007, p. 1592-1598) a ação benéfica da calagem superficial sobre os atributos do solo abaixo dos locais de aplicação ocorre devido à formação de canais contínuos e profundos originados da morte das raízes e da atividade da macrobiota (minhocas e corós), além da mobilidade de partículas finas de calcário.

Para avaliar o efeito residual do calcário sob diferentes modos de incorporação (grade aradora pesada (14 discos de 34 polegadas, largura de corte de 2,21 m, distância entre discos de 34 cm e massa de 2.932 kg) + grade niveladora (60 x 22'); arado de disco (4 x 26') + grade niveladora (60 x 22'); e grade aradora superpesada (14 x 34', largura de corte de 2,65 m, distância entre discos de 44 cm e massa de 3.814 kg) + grade niveladora (60 x 22')), para a produção da soja no 3º ano agrícola (1997/98) em sistema de plantio direto, Prado (2003, v.7, p.478-482) conduziu uma pesquisa em Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa em Uberlândia (MG) e constatou que o calcário incorporado em camadas profundas do solo, com grade aradora superpesada, na ocasião da instalação do sistema plantio direto, exerceu efeito residual positivo na produção da soja e o modo de aplicação menos eficiente foi com a grade aradora pesada.

Kaminski et al. (2005, p. 573-580), em Argissolo de textura média em Santa Maria (RS), observaram que a incorporação do calcário (aração + gradagem) antes da implantação do sistema plantio direto neutralizou a acidez em profundidades maiores e mostrou-se mais eficiente que a aplicação superficial.

Prado e Natale (2004, p.167-176), estudando os modos de incorporação de calcário na correção da acidez no perfil do solo para a produção de milho em Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa em Uberlândia (MG), observaram que a gradagem pesada não foi adequada para a incorporação do calcário; a aração com arado de discos + gradagem niveladora teve desempenho satisfatório, atingindo até 20 cm de profundidade; e a gradagem superpesada proporcionou maior uniformidade e profundidade de incorporação, com neutralização da acidez do solo até 30 cm de profundidade, além de proporcionar maior produção de milho.

Com o objetivo de avaliar a correção da acidez de um Latossolo Vermelho distrófico de Cerrado, Aleoni et al. (2005, p.923-934) conduziram uma pesquisa em Rondonópolis (MT) e concluíram que após 6 meses a calagem superficial promoveu aumento nos valores de pH, na V% e nos teores de Ca e Mg trocáveis, bem como diminuição nos teores de Al trocável e da acidez potencial somente na camada de 0-5 cm; aos 18 e 30 meses da aplicação do calcário tais efeitos estenderam-se até 10 cm; a incorporação do calcário (gradagem pesada + gradagem niveladora) proporcionou correção da acidez do solo até 20 cm de profundidade a partir de 6 meses após a sua aplicação; e a calagem na superfície ou com incorporação não influenciou a correção da acidez do subsolo (20-40 cm).

A correção da acidez do solo no preparo convencional pressupõe a incorporação do calcário via arações e gradagens, práticas características desse sistema, porém, esse condicionamento provoca alterações das características físicas do solo, como a desestabilização dos agregados e a diminuição da porosidade, aumentando o escoamento superficial, potencializando o processo de erosão do solo e perdas de nutrientes e a camada de solo corrigida pode ser facilmente erodida, tornando mais freqüente a necessidade de reaplicação do calcário (GATIBONI et al., 2003, p.283-290). Segundo esses autores, no preparo convencional há necessidade de reaplicação de calcário a cada 4-5 anos, pois o revolvimento do solo acelera os processos de reacidificação e há grandes perdas de calcário pela erosão, diminuindo o seu efeito residual. Por outro lado, no sistema plantio direto, devido às melhorias nas características físicas, químicas e biológicas do solo, deve ocorrer um prolongamento da residualidade do calcário. Segundo Sousa (2003, p.147-154), o calcário apresenta efeito residual de cerca de 5 até 10 anos no sistema plantio direto.

A movimentação de Ca e Mg provenientes da calagem, enriquecendo o perfil do solo, é um fenômeno conhecido, mas sua intensidade é de difícil previsão, pois é controlada por vários fatores, entre eles: textura do solo, quantidade de água que se move no perfil, dose e granulometria do calcário (PRIMAVESI, 2004, 32p.).

Na recuperação de pastagens é fundamental a reconstituição da fertilidade do solo, sendo a calagem a primeira ação nessa direção (OLIVEIRA et al., 2003, p.125-131).

No Cerrado, a pecuária foi implantada há mais de 30 anos em pastagens nativas e pastagens compostas principalmente por braquiárias (BORGES, 2004, p. 353-384). Segundo o autor, por ocasião da implantação, não se procedeu a devida correção do solo, e atualmente, juntamente com a presença de trieiros do gado, tocos, cupins e voçorocas, essas áreas não permitem a instalação de determinada cultura em plantio direto. Luz et al. (2004, p.63-100) reportaram que nessas áreas o solo é de baixíssima fertilidade, com teores muito baixos de Ca e Mg, V% e pH e altos teores de Al.

Na busca de tecnologias que possam reverter esse cenário, as pesquisas têm demonstrado que a utilização de corretivos da acidez é a principal forma para reverter o problema, que interfere diretamente na baixa capacidade de suporte e no acelerado processo de degradação das pastagens (COSTA et al., 2001, p.87-127).

A correção da acidez do solo e dos níveis adequados de nutrientes são primordiais para o sucesso do sistema integração agricultura-pecuária (DÖWICH, 2005, p.108-114). Para implantação do sistema em áreas de pastagens degradadas há necessidade de incorporação de adubos e calcários pelo método convencional de condicionamento do solo, porém em anos subsequentes a semeadura das culturas de verão, como a soja e o milho, deve ser realizada no sistema plantio direto (CARVALHO et al., 2005, p.1-19). Entretanto, Santos (2004, p.269-285) relatou que a calagem efetuada superficialmente, em solos de pastagens, ocorre sem problemas em função da renovação das raízes e da decomposição de seus resíduos quando dessecadas, sendo esta a forma mais efetiva de incorporação de calcário em pastagens já implantadas.

Segundo Primavesi et al. (2004, 32p.) em áreas de pastagens, considerando as exigências e as características da braquiária, a correção do pH na camada superficial até 5 ou 10 cm ocorre de forma bastante rápida e atende às necessidades da forrageira, podendo ocorrer no período de 30 dias na presença de chuva ou irrigação.

2.4. Monocultivo e rotação de culturas

Conforme Calegari (1998, p.59-80) e Casa et al. (2004, p.45-71) a monocultura consiste na semeadura da mesma espécie vegetal no mesmo lugar em todos os anos. Essa prática utilizada em muitas regiões brasileiras, aliada ao processo inadequado de preparo do solo e à conseqüente erosão e degradação do solo, estão entre as principais causas da baixa produção das culturas (ZANINE et al., 2006, p.1-23). A monocultura ou mesmo o sistema

contínuo de sucessão do tipo trigo-soja ou milho safrinha-soja tende a provocar a degradação física, química e biológica do solo e a queda da produção das culturas e também proporciona condições mais favoráveis para o desenvolvimento de doenças, pragas e plantas daninhas, havendo necessidade de introduzir, no sistema agrícola, outras espécies, de preferência gramíneas, como milho e pastagem (EMBRAPA, 2006, p.21-26). Segundo Scaléa (2007, p.42-44) em uma monocultura, ano após ano, as mesmas operações são praticadas, na maioria das vezes, na mesma época, permitindo que alguns insetos, microrganismos ou plantas daninhas se adaptem a essa rotina, vindo a crescer em população, gerando problemas.

A pequena produção de palha pela soja, principal cultura dos Cerrados, somada à rápida decomposição dos seus resíduos, pode inviabilizar o plantio direto, especialmente quando essa leguminosa é cultivada como monocultura. Para contornar essa dificuldade, a soja deve compor sistemas de rotação de culturas adequadamente planejados. Com isso haverá permanente cobertura e suficiente reposição de palhada sobre a superfície do solo, viabilizando o plantio direto (EMBRAPA, 2006, p.27-40).

A rotação de culturas é um sistema de plantio seqüencial de espécies vegetais sobre a mesma área, de modo que esta seqüência se repita a partir de um determinado período de tempo, de acordo com um plano definido (LOMBARDI-NETO et al., 2002, p.127-141, SANTOS et al., 2007, p.535-547). Essa prática, apesar de indispensável, não é observada com freqüência (BORTOLINI, 2005, p.115-118). A sucessão de culturas é a seqüência repetitiva de culturas cultivadas na mesma área e em estação diferente de um mesmo ano agrícola (CALEGARI et al., 1998, p.59-80).

A rotação de culturas é um dos fundamentos básicos do plantio direto (Paula Júnior et al., 2004, p.11-44) e possibilita a formação de bioporos, favorecendo o crescimento de raízes e ampliando a disponibilidade de água às plantas (TORMENA et al., 2007, p.211-219).

A diversificação de plantas com diferentes sistemas radiculares capazes de explorar o solo em profundidade proporcionam melhor equilíbrio dos nutrientes e incremento na qualidade e na atividade biológica do solo (CALEGARI et al., 1998, p.59-80).

Segundo Tormena et al. (2004, p.1023-1031) as rotações de culturas são indicadas para o manejo físico do solo, em razão do maior aporte de matéria orgânica e bioporosidade do solo. Para Gonçalves et al. (2006, p.67-75), a diminuição das operações agrícolas não é suficiente para evitar a compactação ou para minimizá-la, sendo necessárias rotações de culturas, envolvendo espécies que produzam grande quantidade de massa para a cobertura do solo e sistema radicular profundo e com grande volume, reduzindo a compactação. A rotação

de pastagens com lavouras sob plantio direto apresenta-se como uma importante alternativa para a produção de massa vegetal sobre o solo (SALTON, 2005, p.81-89).

As rotações de culturas apresentam melhores resultados do que as sucessões sobre as propriedades físicas do solo (BERTOL et al., 2004, p.155-163). Porém, esses autores verificaram que o sistema de cultivo (rotação e sucessão de culturas) não influenciou a porosidade e a densidade do solo, tanto em plantio direto como em preparo convencional, e para que tal efeito se manifeste, é provável que seja necessário realizar o experimento por período de tempo mais longo. Albuquerque et al. (1995, p.115-119) observaram maior volume de macroporos e menor densidade do solo nos sistemas de rotações de culturas comparados às sucessões. Em Costa Rica (MS), Altmann (2002, p.51-53) constatou maior produção de grãos de soja em rotação de culturas do que em monocultura. Trabalhos conduzidos no Rio Grande do Sul por Calegari (2000, p.145-152) demonstraram que a rotação de culturas mostrou-se favorável na melhoria da produção de soja, milho, sorgo e trigo. Para o autor, o tempo necessário para a obtenção de respostas econômicas deve ser considerado, já que uma das maiores dificuldades para a adoção da rotação de culturas são problemas ligados à comercialização dos produtos, não havendo equilíbrio no mercado em termos de preço e facilidade de armazenamento. O produtor acaba optando por semear culturas que lhe ofereçam maiores garantias de lucro imediato, o que nem sempre é condizente com o melhor manejo do solo, mas que seguramente tem contribuído para a prática da monocultura.

A rotação de culturas deve, sempre que possível, ser feita no sentido de obter grande quantidade de biomassa. Plantas forrageiras, gramíneas e leguminosas, anuais ou semiperenes são apropriadas para essa finalidade. Além disso, deve-se dar preferência às plantas fixadoras de nitrogênio, com sistema radicular profundo e abundante, para promover a ciclagem de nutrientes (Embrapa, 2006, p.21-26), que é influenciada pela rotação de culturas e pela presença de resíduos na superfície do solo (AMADO, 2000, p.105-111).

A prática de rotação de culturas substituindo a sucessão pode ser importante no controle de pragas, doenças e plantas daninhas, e como forma de manejo da fertilidade do solo, pela capacidade de reciclar os nutrientes (BORKERT et al., 2003, p.143-153).

O sucesso do sistema plantio direto está diretamente relacionado com o uso de rotação de culturas, com a inclusão de plantas de cobertura (AMARAL et al., p.115-123, 2004), principalmente as gramíneas, que integradas de forma planejada ao sistema, proporcionam alto potencial de produção de fitomassa de elevada relação C/N, garantindo a cobertura do solo por um período mais longo (CALEGARI et al., 1998, p.51-57, BORTOLINI, 2005, p.115-118) e formação de grande quantidade de palha de decomposição mais lenta

(HERNANI, 2002, p.115-116). Resíduos de leguminosas apresentam baixa relação C/N e decompõem-se rapidamente em condições tropicais, mesmo quando deixados na superfície (AMADO, 2000, p.105-111).

Tegami Neto et al. (2008, p.169), em Latossolo Vermelho eutroférico de Campinas (SP), constataram que os tratamentos com menor aporte de fitomassa (leguminosas: mucuna cinza e chícharo) apresentaram maior resistência à penetração nas camadas superficiais e menor produção de soja em relação aos tratamentos com cobertura de gramíneas.

Para a consolidação e sucesso do sistema plantio direto é de fundamental importância o estabelecimento de culturas para a produção de palha, em quantidade adequada à cobertura do solo, o que se revela um problema em regiões mais quentes como o Cerrado, por causa do acelerado processo de decomposição (ANDREOTTI et al., 2008, p.109-115). Os autores ressaltaram que deve-se conhecer a espécie vegetal a ser utilizada no programa de rotação de culturas, quanto à sua produção de matéria seca e tempo de decomposição, que interferem diretamente na qualidade e quantidade de palha sobre o solo. Conforme Ferreira (2003, p.33-36) além da quantidade, a qualidade da palha, ou seja, sua capacidade em permanecer protegendo o solo após a implantação da cultura subsequente, também deve ser levada em consideração no plantio direto. De acordo com Amado (2000, p.105-111) a necessidade de manter quantidades elevadas de palha na superfície do solo sob plantio direto está associada à rápida decomposição dos resíduos sob condições tropicais.

Tem sido relatado o efeito de sistemas de rotação de culturas sobre a fertilidade de solo para produção de grãos, entretanto, são escassas as informações sobre esses efeitos em sistemas de produção mistos, ou seja, em que há integração de agricultura com pecuária (SANTOS et al., 2003, p.545-552). Os autores relataram o efeito benéfico de pastagens perenes sobre a produção de algumas espécies, em razão da melhoria da fertilidade do solo. Macedo (2001, p.257-283) destacou que, em relação às propriedades químicas do solo, há melhoria na fertilidade pela ciclagem de nutrientes e eficiência no uso de fertilizantes, em função das diferentes necessidades das culturas em rotação e quanto às propriedades físicas, há aumento na estabilidade dos agregados, diminuição da densidade e da compactação e aumento na taxa de infiltração de água.

Segundo Calegari (2000, p.68-78), o planejamento da rotação de culturas deverá visar não apenas objetivos imediatos, mas ao longo dos anos, fazer com que a integração de culturas e muitas vezes, a própria integração agricultura-pecuária, produza efeitos favoráveis ao sistema, proporcionando maior estabilidade de produção, melhoria da capacidade produtiva do solo e conseqüentemente aumento da rentabilidade na propriedade. Nesse

planejamento deve-se considerar aspectos como exigência nutricional, infestação de plantas daninhas e suscetibilidade de fitopatógenos (SANTOS, 2005, p.128-133), bem como as características fisiológicas e agronômicas das culturas (ALTMANN, 2005, p.119-121).

Em sistemas que envolvem o planejamento de rotação e de sucessão com culturas em áreas submetidas ao pastoreio é fundamental o manejo da pastagem, no que diz respeito à sua forma de uso (pastoreio, fenação ou silagem), lotação e retirada dos animais (CASA et al., 2004, p.45-71).

O monocultivo de pastagens (*Brachiaria*, *Andropogon*, *Panicum*) pode degradar tanto o solo como o pasto, e para que isso não ocorra, é necessário a rotação com soja, recuperando a pastagem a custo baixo (DÖWICH, 2005, p.108-114).

No esquema de rotação cultura anual-forrageira perene os principais componentes são a soja e o milho rotacionados com *Brachiaria* sp e *Panicum* sp, cujo objetivo é a manutenção de altas produções, tanto nas pastagens como nas culturas de grãos (KLUTHCOUSKI; YOKOYAMA, 2003, p.131-141).

As forrageiras em sucessão, rotação ou consorciação se beneficiam dos nutrientes minerais adicionados às culturas anuais (VILELA et al., 2003, p.145-170). Segundo os autores, quando a cultura da soja é utilizada em sucessão ou rotação, a forrageira pode se beneficiar de mais de 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio fixado simbioticamente.

2.5. Cultura da soja

A produção nacional de soja, safra 2007/08, foi estimada em 59,84 milhões de toneladas, superior à safra passada em 2,5% (1,45 milhão de toneladas) participando da produção brasileira de grãos com 42%, que está estimada em 142,42 milhões de toneladas. O referido aumento foi motivado pelo incremento de 2,6% (539,5 mil hectares) na área cultivada (21,22 milhões de hectares), impulsionado pelos bons preços do produto e a expectativa do aumento da demanda no mercado externo à época da implantação da cultura, aliados às boas condições climáticas durante todo ciclo da cultura. A previsão da produtividade média, nesta safra, é de 2.820 kg ha⁻¹ (CONAB, 2008, 39p.).

A semeadura da soja sobre pastagem dessecada vem destacando-se como uma interessante forma de adoção do plantio direto, pois a pastagem apresenta excelentes coberturas viva e morta, contribui para aumentar a matéria orgânica do solo e permite a rotação de culturas (EMBRAPA, 2006, p.27-40).

A cultura da soja vem sendo bastante empregada no sistema plantio direto, a qual tem grande importância econômica como uma das *commodities* brasileiras que contribuem para

alavancar o crescimento da agricultura no país. Todavia, é necessário que medidas conservacionistas e que outras práticas de manejo da cultura sejam bem executadas. Parte da resolução de alguns problemas é dependente do plano de rotação e/ou sucessão de culturas (BRANCALIÃO; MORAES, 2008, p.393-404).

A soja é, sem dúvida, a principal cultura para compor os sistemas de rotação lavoura-pastagem, não apenas pelos aspectos econômicos, mas principalmente por se tratar de uma leguminosa e ser eficiente fixadora de nitrogênio do ar (MACHADO et al., 1998, p.217-232).

Segundo Broch et al. (2000, p.79-85), utilizando a soja no sistema integração agricultura-pecuária, o retorno do capital investido é mais rápido, uma vez que a pastagem aproveita a adubação efetuada nessa cultura, além do nitrogênio fixado biologicamente pela soja.

Agnes et al. (2004, p.251-267) relatou que a produção de soja é boa em solos de pastagem, pois observa-se excelente resultado na fixação simbiótica de nitrogênio e após a sua colheita, a pastagem de inverno bem formada propicia maior retorno de produção de carne ou leite.

Nos primeiros anos de adoção do sistema integração agricultura-pecuária recomenda-se a soja como cultura de verão. Dessa maneira, a lavoura promove correção e melhoria da fertilidade do solo e a pastagem é explorada utilizando o residual de nutrientes da lavoura. (MELLO, 2002, p.117-120).

Conforme Silva et al. (2004, p.117-169), a técnica de recuperação de pastagem de braquiária com o plantio direto de soja em sistemas de rotação constitui uma das formas de integração mais utilizadas.

O plantio direto de soja sobre pastagens de *Brachiaria decumbens* e *B. brizantha* no Centro Oeste iniciou-se em Maracaju (MS) no ano de 1989, nas propriedades de Ake Bernhard van der Vinne e Krijn Wielemarker (BORGES, 2003, p.113-117).

Para Salton et al. (2002, p.89-90), o plantio direto de soja sobre pastagem de braquiária apresenta-se como alternativa para viabilizar a rotação lavoura-pastagem. Entretanto, as maiores limitações estão relacionadas à fertilidade do solo e a decisão da implantação do sistema deverá ser tomada diante do completo diagnóstico da área e de informações regionais de pesquisas.

Na recuperação de pastagem do gênero *Brachiaria* mediante o sistema integração agricultura-pecuária pode ser utilizada a cultura da soja em rotação com as forrageiras, desde que o solo seja corrigido quimicamente conforme recomendado (RESCK, 2005, p.72-80).

No sistema integração agricultura-pecuária espera-se observar maiores valores de densidade e de microporosidade e menores valores de macroporosidade e de porosidade total do solo em áreas com maiores pressões de pastejo e essas alterações podem resultar em menor estabelecimento inicial e produção de grãos da soja, semeada em sucessão à pastagem (FLORES et al., 2007, v.31, p.771-780).

Estudos realizados por Broch et al. (1997, 24p.) evidenciaram melhores produções de soja em palhada de *Brachiaria brizantha* (3000 kg ha⁻¹) e menores na monocultura (2500 kg ha⁻¹). No Oeste Baiano, Döwich (2005, p.108-114) citou que foi possível obter 3200 kg ha⁻¹ de soja sobre pastagem.

Segundo Scaléa (2007, p.64-66), dentre as opções para rotação de culturas com a soja, as pastagens constituem como boa alternativa, fornecendo palhada de boa qualidade. Broch (1997, p.8-9) avaliou o comportamento da cultura da soja sobre palhada de *Brachiaria decumbens* em Maracaju (MS) e constatou camadas compactadas superficialmente (até 10 cm) pelo pisoteio dos animais, porém não observou camadas compactadas subsuperficialmente. Segundo o autor, a produção de soja variou de 2.115 a 3.060 kg ha⁻¹, atribuindo a menor produção à falta de inoculação. Pitol et al. (2001, p.40-48), também em Maracaju (MS), obtiveram produções de soja sobre palhada de braquiária que variaram de 2.404 a 3.468 kg ha⁻¹.

Em Latossolo Vermelho escuro em Campo Grande (MS) Macedo (2001, p.257-283) verificou que a produção de soja durante 7 safras variou de 1.525 a 2.903 kg ha⁻¹ em áreas de pastagens degradadas e justificou que a baixa produção foi em virtude da menor precipitação ocorrida nos últimos 24 anos nessa localidade. Kluthcouski e Stone (2003, p.501-522) atribuíram o bom desempenho da soja sobre palhada de braquiária ao melhor enraizamento da planta. Esses autores obtiveram 4.558 kg ha⁻¹ de grãos de soja sobre palhada de *Brachiaria brizantha* em Santa Helena de Goiás (GO), em Latossolo Roxo de alta fertilidade.

Flores et al. (2007, p.771-780), em Latossolo Vermelho distroférico típico em São Miguel das Missões (RS), constataram que as alterações dos atributos físicos do solo promovidas pelo pisoteio animal não influenciaram o estabelecimento (população de plantas) e a produção de grãos de soja. Marchão et al. (2007, p.873-882), em Latossolo Vermelho em Planaltina (DF), também verificaram que a compactação resultante do pisoteio animal, durante 4 anos de pastejo no sistema integração agricultura-pecuária, não atingiu valores críticos que pudessem limitar o cultivo da soja subsequente.

Pesquisas realizadas por Beutler et al. (2007, p.1223-1232) em Jaboticabal (SP) revelaram que a compactação excessiva do solo provoca decréscimo de produção de soja a

partir de valores de 1,26 a 1,29 kg dm⁻³ de densidade do solo, em Latossolo Vermelho eutroférico muito argiloso.

A soja é, dentre as principais culturas, uma das que melhor se adaptam ao sistema de plantio direto (KLUTHCOUSKI et al., 2000, p.97-104). Em Latossolo Roxo eutrófico em Santa Helena de Goiás (GO), esses autores submeteram as culturas de soja, milho, arroz e feijão em 4 condicionamentos físicos do solo (plantio direto durante 8 anos, grade aradora, escarificação profunda e aração profunda) e constataram que a soja, seguida do feijão, demonstrou ser a espécie mais adaptada ao plantio direto, não havendo efeito dos condicionamentos sobre a produção de soja.

Secco et al. (2004, p.797-804), em Latossolo Vermelho distroférico em Cruz Alta (RS), avaliaram a produção de grãos de soja sob 2 condicionamentos físicos do solo (escarificação e plantio direto) e observaram que a escarificação do solo em área manejada por 8 anos sob sistema plantio direto não propiciou incremento na produção de grãos de soja.

Marques (2002, 244p.), em Nitossolo Vermelho distrófico de Botucatu (SP), verificou que a soja apresentou maior produção de grãos no plantio direto em 2 anos de cultivo em relação ao cultivo mínimo com escarificador e preparo convencional com aração e gradagem. Contudo, Grego (2002, 139p.) no mesmo tipo de solo e na mesma localidade, constatou que os diferentes condicionamentos físicos do solo (preparo convencional – grade pesada + grade niveladora, escarificação – escarificador + grade niveladora e plantio direto) não afetaram os componentes de produção e a produção de grãos de soja em 2 anos de cultivo.

Churka e Caires (2005, p.244-246), em Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa de Ponta Grossa (PR), observaram que a produção de soja em plantio direto não foi influenciada pela aplicação de calcário, tanto em superfície como incorporado a 20 cm de profundidade.

A produção de grãos, na maioria das culturas sob diferentes condicionamentos físicos do solo, depende, dentre outros fatores, das condições climáticas do ano agrícola (KLUTHCOUSKI et al., 2000, p.97-104). De todos os fatores inerentes à produção agrícola, o clima aparece como aquele de mais difícil controle e maior ação sobre a limitação às máximas produções e insucesso na exploração das principais culturas (FARIAS, 2005, p.146-151).

Vários estudos comprovam que o período reprodutivo da cultura da soja é o mais sensível ao déficit hídrico. A necessidade de água nessa cultura aumenta com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo no florescimento-enchimento de grãos e decresce depois desse estágio fenológico (FIETZ; URCHEI, 2002, p.262-265). De acordo com a Embrapa (2006, p.17-20), a disponibilidade de água é importante, principalmente, em 2

períodos de desenvolvimento da soja: germinação-emergência e floração-enchimento de grãos. Durante o 1º período, tanto o excesso quanto o déficit de água são prejudiciais à obtenção de uma boa uniformidade na população de plantas. Lopes (2001, 51p.) atribuiu menor produção de soja devido à deficiência hídrica ocorrida principalmente na floração e no enchimento de grãos. Esse autor constatou maior produção de grãos no preparo convencional comparado com o plantio direto, que apresentaram, respectivamente, 1.799 e 1.536 kg ha⁻¹ de grãos.

Déficits hídricos expressivos, durante a floração e o enchimento de grãos, provocam alterações fisiológicas na planta, como o fechamento estomático e o enrolamento de folhas e, como consequência, causam a queda prematura de folhas e de flores e abortamento de vagens, resultando, em redução da produção de grãos (EMBRAPA, 2006, p.17-20).

Barizon (2001, 88p.) relatou que longos períodos de estiagem provocaram atraso na época de semeadura da soja em plantio direto sobre pastagem de *Brachiaria brizantha*, realizada em dezembro, desencadeando baixas produções, em torno de 1.860 kg ha⁻¹, tanto no manejo com palhada como sem palhada.

2.6. Cultura do milho

A cultura do milho constitui um dos mais importantes segmentos produtivos do país (SILVA, 2000, 95p.). A produção de milho 1ª safra (verão 2007/08) está estimada em 39,87 milhões de toneladas, superior à safra anterior em 8,9% e a total (verão + safrinha), em 57,48 milhões de toneladas. Com os preços atrativos nos mercados interno e externo, o consumo interno aquecido e o volume exportado crescente, a área cultivada com milho 1ª safra ficou 1,9% (178,20 mil hectares), superior à plantada na safra anterior, chegando a 9,67 milhões de hectares, crescimento este limitado pelo avanço da soja, também com bons preços no mercado, com a possibilidade de se fazer uma 2ª safra com milho, após a sua colheita. Com o clima favorável diante das boas perspectivas de rentabilidade, prevê-se a produtividade média, nessa safra, de 4.122 kg ha⁻¹, superando a anterior em 6,9% (CONAB, 2008, 39p.).

Silva (2000, p.95) relatou que o condicionamento físico do solo predominante para o milho é o convencional, entretanto, os condicionamentos com mobilização mínima, tem sido utilizado para essa cultura. Segundo o autor, esses condicionamentos, nos primeiros anos de implantação, tendem a proporcionar menor produção quando comparado com o preparo convencional. Para Souza (2005, 4p.) a cultura do milho, seja em preparo convencional ou plantio direto, por sua rusticidade, altas produções e retorno financeiro, tem sido uma boa opção para a diversificação das atividades de uma propriedade rural.

Na cultura do milho, os resultados referentes aos condicionamentos físicos do solo são também bastante diferenciados (KLUTHCOUSKI et al., 2000, p.97-104). Em Latossolo Roxo eutrófico em Santa Helena de Goiás (GO), esses autores trabalharam com 4 condicionamentos físicos do solo (plantio direto durante 8 anos, grade aradora, escarificação profunda e aração profunda) e verificaram que a produção de grãos foi significativamente superior na aração em relação aos demais condicionamentos. Atribuíram a baixa produção do milho em função das condições climáticas do ano agrícola, o que possivelmente prejudicou a manifestação da cultura aos tratamentos aplicados.

Em um Nitossolo Vermelho distrófico em Botucatu (SP), Pereira (2000, 115p.) trabalhando com a cultura do milho em preparo convencional – grade aradora + grade niveladora, cultivo mínimo – escarificador e plantio direto constatou que a população inicial e final de plantas, o diâmetro de colmo, a altura de plantas, a altura de inserção de espiga e a produção de grãos não sofreram influência dos condicionamentos físicos do solo. No mesmo tipo de solo e município, Silva (2000, 95p.) verificou que os condicionamentos físicos do solo não influenciaram o diâmetro de colmo, a altura de plantas, a altura de inserção de espiga e a produção de grãos, contudo, influenciaram a população inicial e final de plantas.

Levien (1999, 305p.) obteve menor produção de milho nos sistemas conservacionistas (escarificação e plantio direto) em relação ao preparo convencional com aração + gradagem niveladora, porém foi compensada financeiramente pelos menores custos obtidos nos sistemas conservacionistas.

Santos et al. (2004, p.97-103), estudando condicionamentos físicos do solo e rotação e sucessão de culturas em Latossolo Vermelho Distrófico em Passo Fundo (RS), concluíram que, em termos de maior produção, os condicionamentos podem ser classificados na seguinte ordem decrescente: plantio direto, cultivo mínimo, preparo convencional com arado de discos e preparo convencional com arado de aivecas. Os autores destacaram que a vantagem do sistema plantio direto, em comparação aos sistemas de preparo convencional pode ser explicada pela diminuição no número de operações agrícolas e que a rotação de culturas é benéfica, tanto para as culturas de inverno como para as de verão, viabilizando o sistema plantio direto.

Segundo Agnes et al. (2004, p.251-267), a cultura do milho é de grande importância no sistema integração agricultura-pecuária. Dijkstra (2002, p.105-109), avaliando a cultura do milho no sistema integração agricultura-pecuária no Paraná, verificou crescimento da produção de grãos de milho no decorrer dos anos, devido ao plantio direto e à rotação de culturas.

O milho é muito utilizado para a produção de forragem e grãos em todo o mundo, devido ao seu grande potencial produtivo e adaptabilidade aos mais diferentes ambientes (ALVAREZ et al., 2006, p.402-408).

A grande utilização do milho para a produção de forragem permitiu a maior intensificação da atividade pecuária e por ter um alto valor energético, boa composição de fibras, alto potencial de produção de massa seca, aliado à produção de grãos que enriquece a forragem, possibilitou maiores ganhos na produção animal, que depende da qualidade da forragem (ALVAREZ et al., 2006, p.409-414).

À medida que os sistemas de produção animal, tanto de leite quanto de carne tornaram-se mais produtivos e competitivos, maior passou a ser a preocupação com a qualidade do milho para forragem/silagem. Cruz et al. (2005, 4p.) definem a planta ideal para ensilagem como sendo aquela que apresente alta porcentagem de grãos na silagem, contenha fibras de melhor digestibilidade e, obviamente, apresente alta produção de massa.

Alvarez et al. (2006, p.402-408) afirmaram que menores produções de massa seca de forragem de milho se devem, provavelmente, ao veranico que coincide com o período de definição do potencial de produção da cultura. As condições climáticas prevaletentes influenciam a composição protéica da forragem de milho. Alvarez et al. (2006, v.30, p.409-414) avaliaram as características bromatológicas da forragem de milho, em Latossolo Vermelho Escuro textura argilosa em Lavras (MG), e verificaram que em ano de ocorrência de veranicos houve diminuição significativa no teor de proteína da forragem de milho, quando comparado com ano de distribuição e intensidade das chuvas adequadas para essa cultura. Leonel et al. (2007) avaliando a cultura do milho no sistema integração agricultura-pecuária em plantio direto, em Argissolo Vermelho Amarelo em Coimbra (MG), obtiveram valores em torno de 14.000 kg ha⁻¹, 6% e 60% de massa seca, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais, respectivamente.

Marchão et al. (2005, p.93-101), trabalhando com a cultura do milho em Latossolo Vermelho distrófico de textura média em Goiânia (GO), constataram que o emprego de altas populações demonstrou ser viável para aumentar a produção de grãos de milho.

Trabalhando com cultivares de milho na região de Sete Lagoas (MG), Cruz et al. (2005, 6p.) verificaram que as menores produções foram obtidas com cultivares que apresentaram menores populações finais de plantas, demonstrando a importância de uma densidade de plantio adequada para que as cultivares possam expressar seu potencial produtivo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Campo experimental

O experimento foi conduzido nos anos agrícolas 2004/05 e 2005/06, na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão da UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS), na Seção de Produção Animal.

A referida fazenda, com coordenadas geográficas: Latitude 20°25'24'' S e Longitude 52°21'13'' W, possui altitude média de 335 m e clima do tipo A_w, segundo o critério de Koeppen, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno, apresentando temperatura média anual de 24,5° C, precipitação média anual de 1.232 mm e umidade relativa média anual de 64,8% (HERNANDEZ et al., 1995, 45p.).

3.1.2. Histórico da área

A área experimental apresentava originalmente vegetação de Cerrado, que foi desmatada em 1977 e ocupada com *Brachiaria decumbens*. Em 1990 houve a substituição da *Brachiaria decumbens* por *Brachiaria brizantha*, permanecendo até 2002.

Em dezembro de 2002 foi realizada amostragem do solo para verificação da fertilidade. Em fevereiro de 2003 foram utilizados 1.600 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 80%) para correção da acidez do solo, de acordo com a análise química inicial do solo (Tabela 01), visando elevação da V% para 70%, conforme Raij et al. (1997, 285p.), e instalação do experimento com soja e milho. Foi realizada a calagem para elevar a V% para 70%, prevendo a rotação da cultura da soja com a cultura do milho. O calcário foi aplicado em área total sobre a pastagem.

Tabela 01. Caracterização química do solo da área experimental, nas camadas de 0-10 cm; 10-20 cm e 20-30 cm, antes da instalação do experimento (2002).

Camadas	P	M.O	pH	K	Ca	Mg	H + Al	Al	SB	CTC	V
cm	mg dm ⁻³	g dm ⁻³	CaCl ₂	mmol _c dm ⁻³							%
0-10	6,25	40,00	5,27	0,95	31,25	22,25	31,00	0,00	54,22	85,22	63,50
10-20	4,75	31,75	4,75	0,70	19,50	9,25	37,25	2,25	29,30	69,55	42,25
20-30	4,25	21,50	4,55	0,70	10,00	4,00	40,25	4,00	15,00	52,25	29,00

Embora o presente trabalho refira-se aos anos agrícolas 2004/05 e 2005/06, o projeto de pesquisa teve início em fevereiro de 2003, quando houve os condicionamentos físicos do solo, descritos no item 3.2.2.

3.1.3. Solo

O solo da área experimental, seguindo o Sistema Brasileiro de Classificação do Solo (EMBRAPA, 1999, 412p.), foi classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico muito argiloso, A moderado, hipodistrófico, caulínico, férrico, muito profundo, moderadamente ácido.

3.1.4. Máquinas e equipamentos agrícolas¹

Para a instalação e condução do experimento utilizou-se:

-Trator de pneu de marca Massey-Ferguson modelo MF-275, tração 4 x 2, com potência de 54,4 kW no motor, com massa de 3.951 kg em ordem de marcha.

-Trator de pneu de marca Massey-Ferguson, modelo MF-290, com potência de 59,6 kW no motor, com massa de 4.320 kg em ordem de marcha.

-Trator de pneu de marca Massey-Ferguson, modelo MF-660, com potência de 110,2 kW no motor e tração dianteira auxiliar, com massa de 8.175 kg em ordem de marcha.

-Distribuidor de adubo sólido a lança de marca Vicon, modelo PS-603, com faixa de distribuição de 6 m, acoplado ao trator MF-275.

-Cultivador-adubador para aplicação de fertilizantes em cobertura para plantio direto, marca Marchesan, modelo CPD-4/2, largura de chassi 2,3 m com 4 discos de corte duplos desencontrados de diâmetro 13"x 15" e 2 caixas adubadoras com capacidade de 220 L, acoplado ao trator MF-275.

-Grade super pesada, com controle remoto, marca Marchesan, modelo GAPCR-14 x 32", distância entre discos de 34 cm, largura de corte 2,2 m e massa de 2.932 kg, tracionada pelo trator MF-660.

-Grade niveladora-destorroadora leve, modelo GNL-28 x 20", com largura de corte 2,2 m, distância entre discos de 17 cm e massa de 666 kg, tracionada pelo trator MF-290.

-Escarificador de marca Jan, modelo Jumbo Matic JMHD7, de 7 hastes espaçadas de 40 cm entre si, com discos de cortes frontais individuais para cada haste, largura do chassi de 2,80 m e rolo destorroador nivelador dentado, tracionado pelo trator MF-660.

¹A citação de marcas e nomes comerciais não implicam em recomendação de utilização.

-Pulverizador de marca Jacto, modelo PJ-600, com barra de 12 m de comprimento, provida de 24 bicos leque 110-02, com espaçamentos entre bicos de 50 cm e tanque com capacidade de 600 L de calda, acoplado ao trator MF-275.

-Semeadora-adubadora de plantio direto de marca Tatu Marchesan, modelo Suprema-Pneumática (D-44), com 4 linhas espaçadas de 0,90 m e 7 linhas espaçadas 0,45 m, configurada para plantio direto com discos de corte, mecanismo sulcador-adubador de discos duplos, sulcador-distribuidor de sementes de discos duplos e roda compactadora côncava, tracionada pelo trator MF-290.

-Trilhadora estacionária de acionamento elétrico.

-Ensiladora de marca JF, modelo JF 90 Z 10, acoplada ao sistema hidráulico de engate de 3 pontos do trator MF-275, acionada pela TDP na rotação nominal de 540 rpm.

3.1.5. Outros materiais

Durante as determinações de campo e laboratório, outros materiais foram utilizados, tais como: anéis volumétricos para estudo dos atributos físicos do solo, vidrarias, estufa, sacos de plástico, trado e balança de precisão. Na determinação das avaliações relativas às plantas foram usados paquímetro, trena, régua, balança, estufa e sacos de papel.

3.1.6. Insumos básicos

3.1.6.1. Fertilizantes

3.1.6.1.1. Ano agrícola 2004/05

3.1.6.1.1.1. Cultura da soja

Foi utilizado o fertilizante mineral na formulação 08-28-16 e dosagem de 300 kg ha⁻¹, aplicados no sulco de semeadura.

Na adubação de cobertura da soja foram utilizados 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio.

3.1.6.1.1.2. Cultura do milho

Na semeadura do milho foi utilizado o mesmo fertilizante e a mesma quantidade aplicados no sulco de semeadura da cultura da soja (item 3.1.6.1.1.1.).

Na 1ª adubação de cobertura do milho foram utilizados 300 kg ha⁻¹ de 20-00-20.

Na 2ª adubação de cobertura do milho foram utilizados 115 kg ha⁻¹ de uréia.

3.1.6.1.2. Ano agrícola 2005/06

3.1.6.1.2.1. Cultura da soja

Na semeadura da soja foram utilizados 250 kg ha⁻¹ do fertilizante mineral de formulação 04-30-10 + 0,3% de zinco, aplicados no sulco de semeadura.

Na adubação de cobertura da soja foram empregados 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio.

3.1.6.1.2.2. Cultura do milho

Para a semeadura do milho foram utilizados 300 kg ha⁻¹ do fertilizante mineral na formulação 04-30-10 + 0,3% de zinco, aplicados no sulco de semeadura.

Na adubação de cobertura do milho foram utilizados 150 kg ha⁻¹ de uréia + 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio.

3.1.6.2. Sementes

3.1.6.2.1. Ano agrícola 2004/05

3.1.6.2.1.1. Cultura da soja

Para a semeadura da soja utilizou-se sementes da cultivar MG/BR-46 Conquista, peneira 6,5 mm, com poder germinativo de 80% e 99% de pureza, com densidade de semeadura de 15 sementes m⁻¹.

3.1.6.2.1.2. Cultura do milho

Para a semeadura do milho foram utilizadas sementes do híbrido duplo precoce DKB 466, com poder germinativo de 85% e 99% de pureza, com densidade de semeadura de 5,4 sementes m⁻¹.

3.1.6.2.2. Ano agrícola 2005/06

3.1.6.2.2.1. Cultura da soja

Para a semeadura da soja utilizou-se sementes da cultivar MG/BR-46 Conquista, peneira 6,5 mm, com poder germinativo de 80% e 99% de pureza, com densidade de semeadura de 12 sementes m⁻¹.

3.1.6.2.2. Cultura do milho

Na semeadura do milho foram utilizadas sementes de milho híbrido triplo precoce AGN 20A20, com 85% de germinação e pureza 98% e densidade de semeadura de 3,6 sementes m⁻¹.

3.1.6.3. Inoculantes

3.1.6.3.1. Ano agrícola 2004/05

3.1.6.3.1.1. Cultura da soja

Para a inoculação das sementes de soja utilizou-se, para cada 100 kg de sementes, 250 g do inoculante turfoso de marca comercial biomax ($3 \cdot 10^9$ células viáveis g⁻¹).

3.1.6.3.2. Ano agrícola 2004/05

3.1.6.3.2.1. Cultura da soja

Para a inoculação de sementes de soja foram utilizados 200 mL para cada 50 kg de sementes do inoculante líquido de marca comercial biomax.

3.1.6.4. Defensivos

3.1.6.4.1. Ano agrícola 2004/05

Na dessecação da braquiária foram utilizados 1,8 kg ha⁻¹ do herbicida dessecante glifosato e 670 g ha⁻¹ do herbicida 2,4 D amina, em área total.

3.1.6.4.1.1. Cultura da soja

Para o tratamento das sementes de soja foram utilizados 60 mL, para cada 100 kg de sementes, do fungicida sistêmico Carbendazin, no dia da semeadura.

Para o controle de *Anticarsia gemmatalis* (lagarta-da-soja) foram efetuadas 2 pulverizações, uma com o inseticida de contato methomyl, na dosagem de 129 g ha⁻¹ e a outra com o inseticida fisiológico teflubenzuron, na dose de 7,5 g ha⁻¹.

Foram aplicados 120 g ha⁻¹ do herbicida seletivo pós-emergente lactofen e 12,5 g ha⁻¹ do herbicida seletivo sistêmico pós-emergente chlorimuron, para controle de plantas daninhas latifoliadas.

Para o controle de gramíneas foram utilizados 62,4 g ha⁻¹ do herbicida seletivo sistêmico pós-emergente haloxifope-R, metílico.

3.1.6.4.1.2. Cultura do milho

Para o tratamento de sementes de milho foram utilizados 600 g do inseticida thiodicarb, para cada 100 kg de sementes, no dia da semeadura.

O controle de *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho) foi efetuado com o inseticida de contato methomyl, na dose de 172g ha⁻¹.

As plantas daninhas pós-emergentes foram controladas utilizando-se 1,48 g ha⁻¹ do herbicida atrazine + 1,16 g ha⁻¹ de S-metolachlor.

3.1.6.4.2. Ano agrícola 2005/06

Na dessecação da braquiária foram empregados 1,8 kg ha⁻¹ do herbicida dessecante glifosato em área total.

3.1.6.4.2.1. Cultura da soja

No tratamento de sementes de soja foram empregados 50 g, para cada 100 kg de sementes, do fungicida tolyfluanid e 30 g, para cada 100 kg de sementes, do fungicida carbendazin.

Para controle de *Anticarsia gemmatilis* foi realizada uma pulverização com 108 g ha⁻¹ do inseticida methomyl. Também foi efetuada uma pulverização com 120 g ha⁻¹ do herbicida lactofen e com 10 g ha⁻¹ herbicida seletivo chlorimuron ethyl, para controle pós-emergente de plantas daninhas latifoliadas.

Para o controle pós-emergente de gramíneas foram aplicados 62,4 g ha⁻¹ do herbicida haloxifope-R, metílico + 0,5% de óleo mineral.

Devido à incidência da doença *Phakopsora pachyrhizi* (ferrugem-da-soja) foi efetuada uma pulverização com 33,3 g ha⁻¹ do fungicida pyraclostrobin + 12,5 g ha⁻¹ de epoxiconazole e uma pulverização com 525 g ha⁻¹ do inseticida endosulfan, para o controle de percevejo da soja.

3.1.6.4.2.2. Cultura do milho

No tratamento de sementes de milho foram utilizados 600 g, para cada 100 kg de sementes, do inseticida thiodicarb.

Para controle de *Spodoptera frugiperda* foi realizada uma pulverização com 172 g ha⁻¹ do inseticida methomyl e com 15 g ha⁻¹ do inseticida teflubenzuron.

Para controle de gramíneas e plantas daninhas latifoliadas foram aplicados 1,48 g ha⁻¹ do herbicida atrazine + 1,16 g L⁻¹ de S-metolachlor, com 0,25% de óleo mineral.

3.2. Métodos

3.2.1. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi parcelas subdivididas, com 3 tratamentos principais, visando o condicionamento do solo e a incorporação de calcário: SM – sem mobilização do solo; CM – cultivo mínimo; e PC – preparo convencional, e por 2 tratamentos secundários, relacionados à seqüência de culturas: rotação: milho-soja-milho (2004/05) e soja-milho-soja (2005/06) e monocultivo de soja e milho, com 4 repetições.

Cada subparcela foi composta por 7,5 m x 180 m e devido às suas dimensões foram utilizadas 3 repetições em cada subparcela, tomando como base a média entre elas, para as avaliações nas culturas da soja e do milho: populações inicial e final e porcentagem de sobrevivência, características agrônômicas e produções.

Os espaçamentos e as áreas úteis de amostragem são descritos abaixo:

Ano agrícola 2004/05

Cultura da soja

O espaçamento entrelinhas adotado foi de 0,45 m, utilizando como área útil 5 linhas de 4 m ($0,45 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 1,8 \text{ m}^2 \times 5 \text{ linhas} = 9 \text{ m}^2$).

Cultura do milho

O espaçamento entrelinhas utilizado entrelinhas foi 0,90 m e utilizou-se como área útil 3 linhas de 4 m cada ($0,90 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 3,6 \text{ m}^2 \times 3 \text{ linhas} = 10,8 \text{ m}^2$).

Ano agrícola 2005/06

Cultura da soja

O espaçamento entrelinhas foi de 0,45 m entrelinhas e a área útil utilizada foi de 6 linhas de 5 m cada ($0,45 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 2,25 \text{ m}^2 \times 6 \text{ linhas} = 13,5 \text{ m}^2$).

Cultura do milho

O espaçamento entrelinhas foi de 0,45 m e a área útil adotada foi de 6 linhas de 5 m cada ($0,45 \text{ m} \times 5 \text{ m} = 2,25 \text{ m}^2 \times 6 \text{ linhas} = 13,5 \text{ m}^2$).

As análises estatísticas foram realizadas com o Software Sanest (ZONTA; MACHADO, 1991, 120p.), as médias comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade

e ainda análise de correlação simples (apresentadas nos Apêndices) entre os caracteres avaliados e a produção de grãos e produção de massa verde e massa seca de soja e de milho.

3.2.2. Descrição dos tratamentos

Para melhor entendimento segue abaixo as atividades realizadas em cada ano.

Ano agrícola 2003/04

O calcário foi distribuído a lanço, sobre a pastagem de braquiária, em fevereiro de 2003, sendo em seguida, implantados os tratamentos principais, visando o condicionamento físico do solo e a incorporação do calcário:

SM – sem mobilização do solo – calcário na superfície do solo, sem incorporação;

CM – cultivo mínimo – incorporação de calcário com escarificador a 35 cm de profundidade; e

PC – preparo convencional – incorporação de calcário com uma grade pesada, seguido de uma gradagem leve.

Após a implantação dos tratamentos de condicionamentos físicos do solo, a área permaneceu em pousio por um período de 135 dias, para que ocorresse a regeneração da braquiária que, após essa data, foi pastejada por 30 animais bovinos, com peso médio inicial de 226 kg (figura 1 – d) durante 28 dias (julho de 2003). A área permaneceu em pousio novamente, até ser dessecada em novembro de 2003.

Em dezembro de 2003 as parcelas principais foram subdivididas e semeadas as culturas da soja e do milho em plantio direto e colhidas em abril de 2004.

A figura 1 refere-se aos aspectos gerais da área experimental em julho de 2003, no 1º ano de introdução do sistema integração agricultura-pecuária.

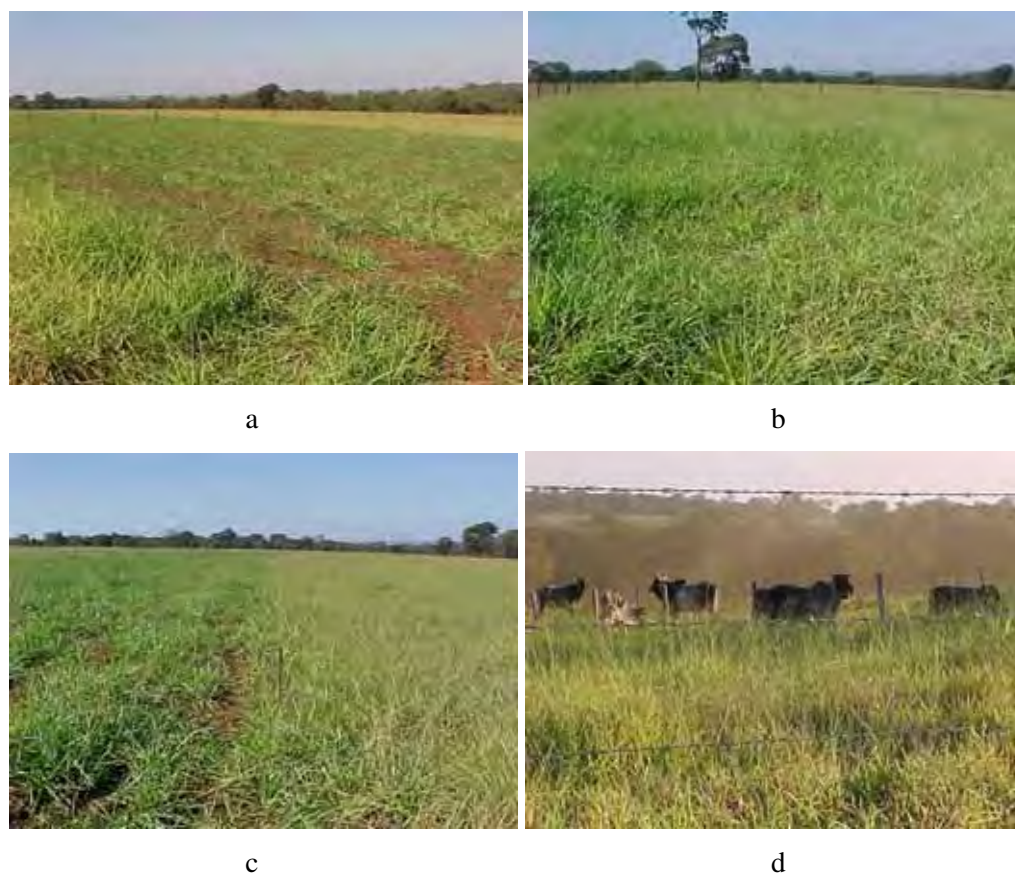


Figura 1. Aspectos gerais da área experimental, no 1º ano de introdução do sistema integração agricultura-pecuária, em julho de 2003 (135 dias após os condicionamentos físicos do solo): preparo convencional (a), sem mobilização do solo (b), cultivo mínimo (c – à esquerda) e pastejo (d).

A figura 2 refere-se aos aspectos gerais das culturas da soja e do milho na fase inicial de desenvolvimento, floração da soja e enchimento de grãos do milho e na época da colheita da soja e do milho, em 2003/04, no 1º ano de introdução do sistema integração agricultura-pecuária.

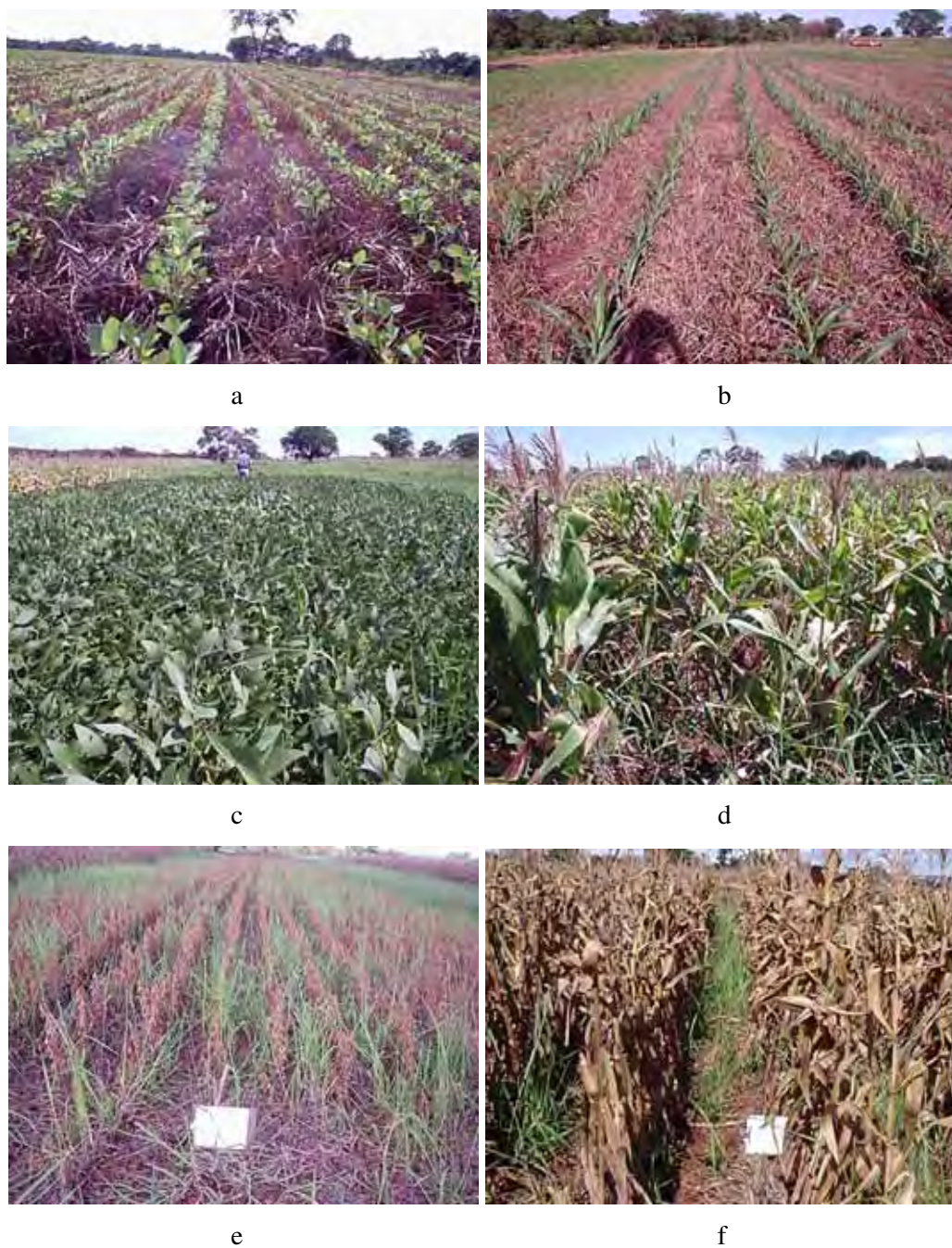


Figura 2. Aspectos gerais das culturas de soja e milho na fase inicial de desenvolvimento (a, b), soja na época de floração (c), milho na fase de enchimento de grãos (d) e na época de colheita da soja (e) e do milho (f), no 1º ano de introdução do sistema integração agricultura-pecuária (2003/04).

Ano agrícola 2004/05

Após a colheita da soja e do milho (ano agrícola 2003/04) a área permaneceu em pousio até final de agosto de 2004 e à partir dessa data, foi pastejada por 38 animais de peso vivo médio inicial de 254 kg, durante 33 dias (até 28/09/2004), permanecendo novamente em pousio até novembro de 2004, quando foi dessecada para a semeadura direta da soja e do milho.

O experimento referente à essa tese teve início em novembro de 2004. As parcelas foram subdivididas para a combinação da semeadura da soja e do milho, em plantio direto, dentro dos tratamentos de sequência de culturas: Rotação: milho-soja-milho e soja-milho-soja e Monocultivo: de soja e de milho, conservando os tratamentos principais de condicionamentos físicos do solo e incorporação de calcário implantados em 2003:

SM – sem mobilização do solo – calcário na superfície do solo, sem incorporação;

CM – cultivo mínimo – incorporação de calcário com escarificador; e

PC – preparo convencional – incorporação de calcário com grade pesada, seguido de gradagem leve.

A subdivisão das parcelas, segundo os tratamentos de sequência de culturas, foi a seguinte:

Rotação – semeadura do milho na subparcela onde havia a cultura da soja e semeadura da soja na subparcela onde havia milho; e

Monocultivo – semeadura do milho na subparcela onde havia milho e semeadura da soja na subparcela onde havia soja.

Desta forma, foram estabelecidas as seguintes combinações, conforme a Figura 3.

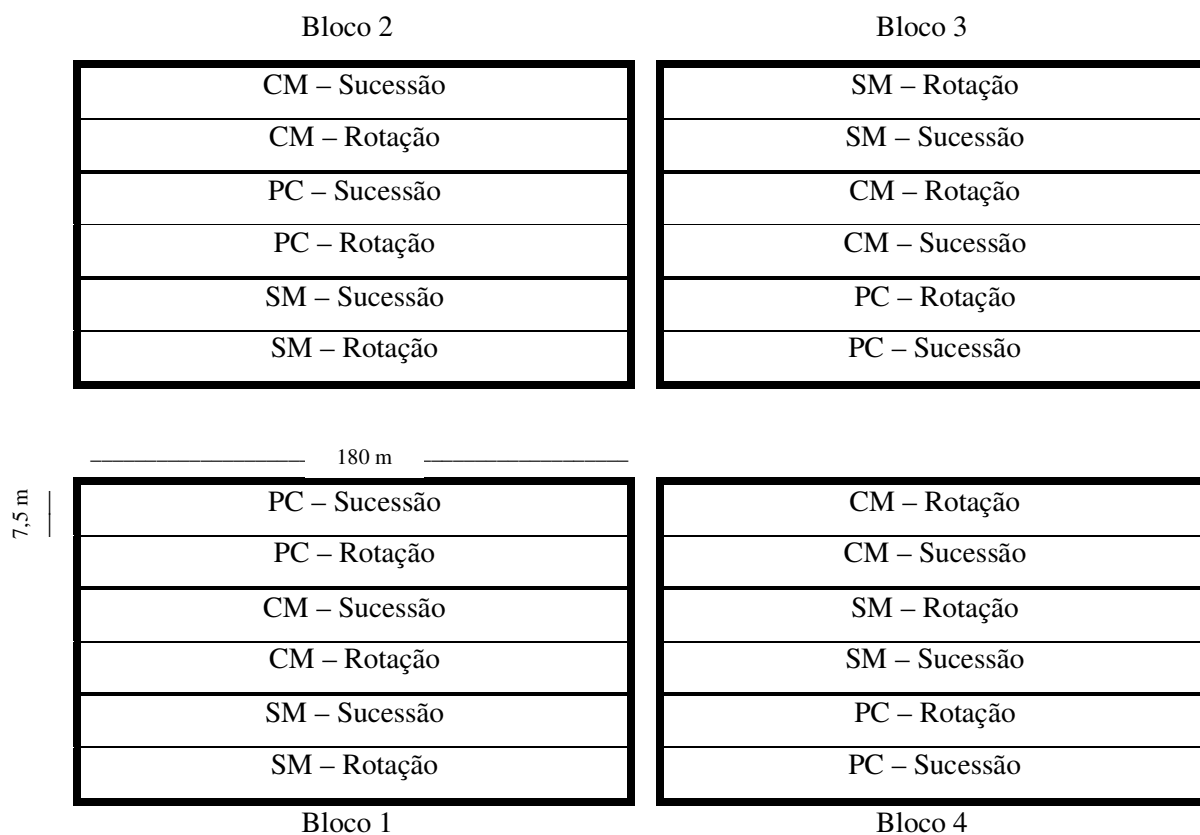


Figura 3. Croqui da área experimental do anos agrícolas 2004/05 e 2005/06.

Nesse experimento (2004/05) a área foi dessecada e semeada com soja e milho em novembro de 2004. Após a colheita da soja e do milho, em março de 2005, a área permaneceu em pousio até setembro de 2005.

A figura 4 refere-se aos aspectos gerais das culturas da soja e do milho na fase inicial de desenvolvimento, na época de floração e colheita e da regeneração da braquiária, em 2004/05, no 1º ano do experimento e 2º ano de introdução do sistema integração agricultura-pecuária.

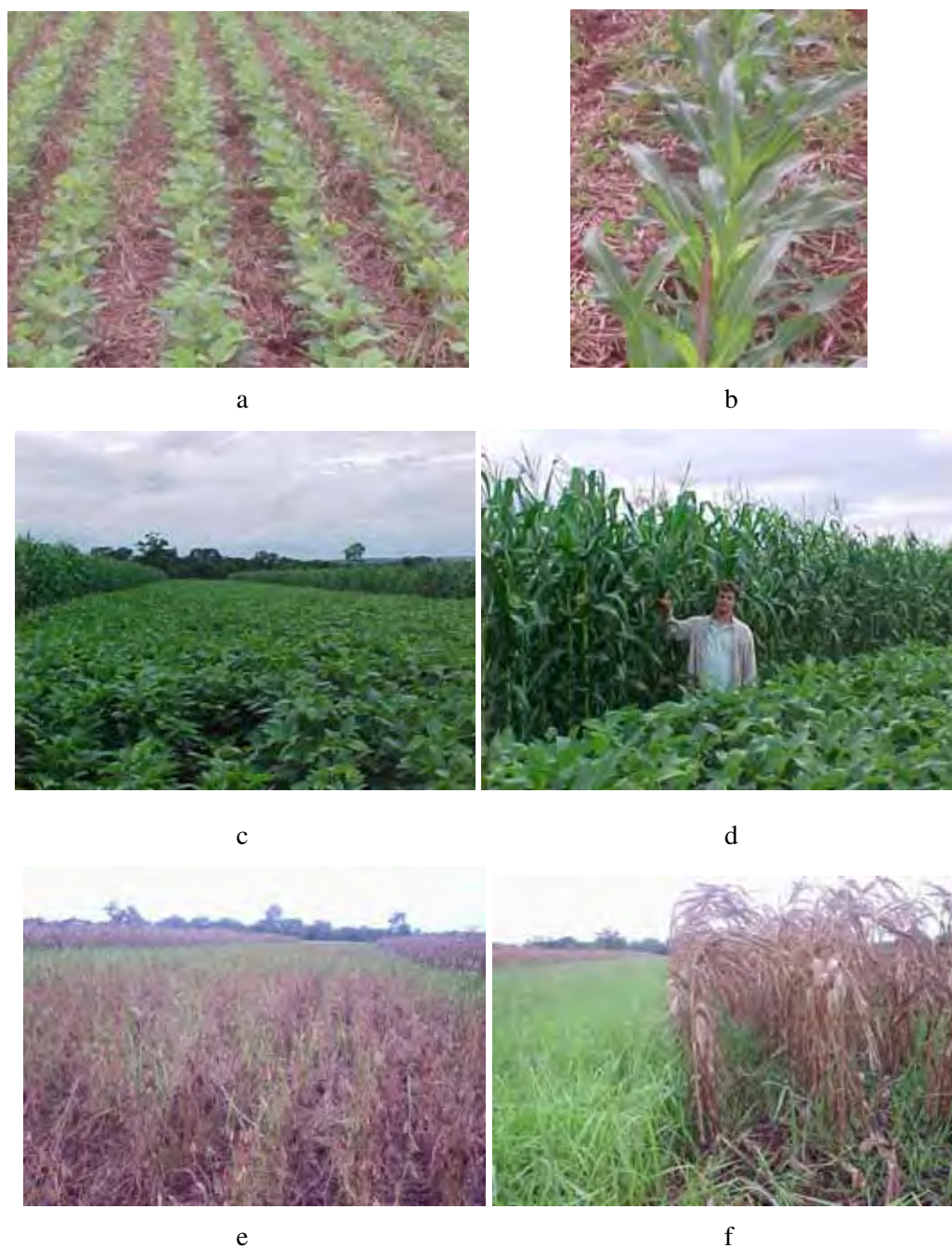


Figura 4. Aspectos gerais das culturas da soja e milho na fase inicial de desenvolvimento (a, b), na época de floração (c, d), na época de colheita (e, f) e da regeneração da braquiária em área não plantada (f – carreador), no ano agrícola 2004/05 (1º ano do experimento e 2º ano de introdução do sistema integração agricultura-pecuária).

Ano agrícola 2005/06

Em setembro de 2005 a área foi pastejada por 40 animais bovinos, com peso médio inicial de 288 kg, permanecendo na área experimental até o dia 30/09/2005, totalizando 28 dias de pastejo. O número de animais foi baseado de acordo com o cálculo de forragem disponível.

Em dezembro de 2005 as culturas da soja e do milho foram semeadas em plantio direto, de acordo com os tratamentos de rotação e monocultivo, conservando os tratamentos principais.

A colheita do milho para forragem foi realizada em março de 2006 e a colheita da soja foi realizada abril de 2006.

A área experimental permaneceu em pousio desde a colheita da soja e do milho até julho de 2006, quando a mesma foi pastejada por um período de 40 dias por 17 animais bovinos, com peso médio inicial de 303 kg, até setembro de 2006.

A figura 5 refere-se aos aspectos gerais das culturas da soja e do milho na época de semeadura e emergência, floração da soja e enchimento de grãos do milho, em 2005/06, no 2º ano do experimento e 3º ano de introdução do sistema integração agricultura-pecuária.

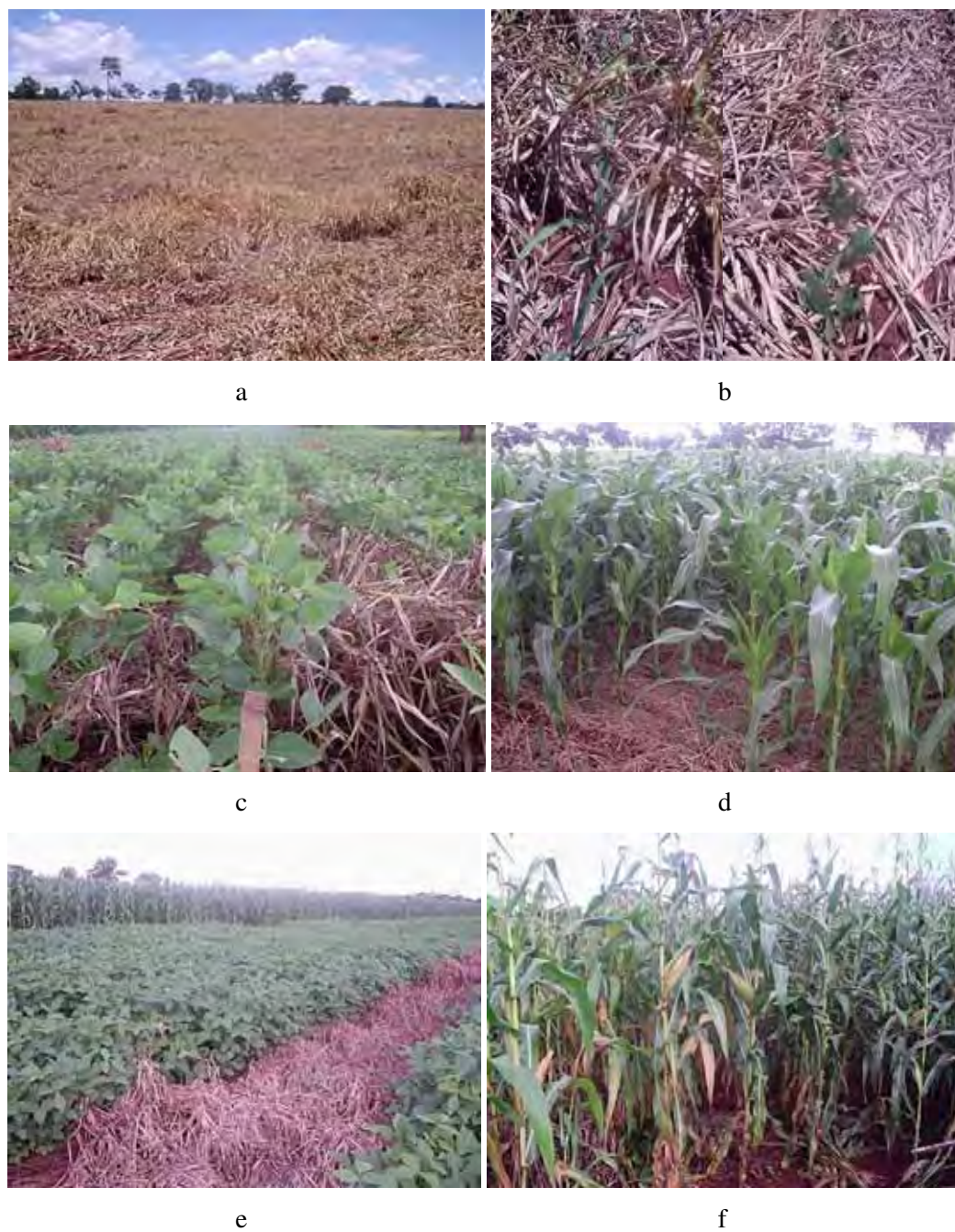


Figura 5. Aspectos gerais da área experimental dessecada na época da semeadura da soja e do milho (a), soja e milho após a emergência (b), soja e milho na fase inicial de desenvolvimento (c, d), na época de floração da soja (e) e milho na fase de enchimento de grãos (f), no ano agrícola 2005/06 (2º ano do experimento e 3º ano de introdução do sistema integração agricultura-pecuária).

A figura 6 refere-se aos aspectos gerais da cultura da soja e do milho no dia da colheita, em 2005/06, no 2º ano do experimento e 3º ano de introdução do sistema integração agricultura-pecuária.



Figura 6. Aspectos gerais da área experimental no dia da colheita da soja (a, c) e do milho para forragem (b, d), no ano agrícola 2005/06 (2º ano do experimento e 3º ano de introdução do sistema integração agricultura-pecuária).

Para melhor entendimento, na Tabela 02 segue a seqüência das atividades desenvolvidas.

Tabela 02. Seqüência de atividades desenvolvidas durante o período de condução do experimento em 2003/04, 2004/05 e 2005/06.

Data	Atividades
10/12/2002	-Coleta de amostras de solo para análise química
10/02/2003	-Locação das parcelas experimentais
12 a 14/02/2003	-Aplicação de calcário a lanço, em área total, sobre a braquiária -Condicionamentos físicos do solo: SM – sem mobilização do solo; CM – cultivo mínimo com escarificação; e PC – preparo convencional com grade super pesada e grade leve
14/02/ a 02/07/2003	-Pousio da área experimental para regeneração da pastagem
02/07/2003	-Pesagem, identificação e colocação dos animais
30/07/2003	-Retirada e pesagem dos animais
30/07/ a 28/11/2003	-Pousio
28/11/2003	-Dessecação da área experimental
02/12/2003	-Plantio direto da soja
03 e 04/12/2003	-Plantio direto do milho
02 e 03/04/2004	-Colheita da soja
05 e 06/04/2004	-Colheita do milho
25/08/2004 a 28/09/2004	-Pastejo por 38 animais bovinos com peso médio de 254 kg
29/09/2004 a 09/11/2004	-Regeneração da pastagem -Subdivisão das subparcelas para a combinação do plantio do milho e da soja em plantio direto, dentro dos manejos de rotação e sucessão de culturas, conservando os tratamentos principais: SM – sem mobilização do solo; CM – cultivo mínimo; e PC – preparo convencional
10/11/2004	-Dessecação da braquiária em área total
25/11/2004	-Plantio direto da soja
26/11/2004	-Plantio direto do milho
07/12/2004	-Levantamento da população inicial do milho e da soja.
20/12/2004	-Adubação de cobertura do milho

Cont.

23/12/2004	-Adubação de cobertura da soja -Aplicação de inseticida na soja e no milho
28/12/2004	-Aplicação de herbicidas na soja e no milho
08/01/2005	-2ª adubação de cobertura do milho
14/01/2005	-Aplicação de herbicida e inseticida na soja
08/03/2005	-Levantamento da população final e avaliação das características agronômicas do milho
12, 15 e 19/03/2005	-Colheita do milho para grãos e avaliação dos componentes da produção
19/03/2005	-Colheita da soja (avaliação da massa verde e massa seca)
23 e 29/03 e 01/04/2005	-Coleta de amostras de solo para análise dos atributos físicos
03/05/2005	-Coleta de amostras de solo para análise química
04/05/2005 a 01/09/2005	-Regeneração da pastagem
02/09/2005 a 30/09/2005	-Pastejo por 40 animais bovinos com peso médio inicial de 288 kg
30/09/2005 a 09/12/2005	-Regeneração da pastagem -Plantio direto da soja e do milho, dentro dos manejos de rotação e sucessão de culturas, conservando os tratamentos principais: SM – sem mobilização do solo; CM – cultivo mínimo; e PC – preparo convencional
10/12/2005	-Dessecação da braquiária em área total
13/12/2005	-Plantio direto da soja e do milho
27/12/2005	-Levantamento da população inicial da soja e do milho
03/01/2006	-Adubação de cobertura no milho
04/01/2006	-Adubação de cobertura da soja
06/01/2006	-Aplicação de inseticidas e herbicida no milho
11/01/2006	-Aplicação de herbicida na soja
23/02/2006	-Aplicação de fungicida e inseticida na soja
10/03/2006	-Levantamento da população final do milho

Cont.

11/03/2006	-Avaliação das características agronômicas do milho
14/03/2006	-Colheita do milho para forragem
15/03/2006	-Análise bromatológica do milho
19/04/2006	-Levantamento da população final da soja -Avaliação das características agronômicas da soja -Colheita da soja e avaliação dos componentes da produção
06/06/2006	-Coleta de amostras de solo para análise química e análise dos atributos físicos
07/06/2006 a 25/07/2006	-Regeneração da pastagem
26/07/2006 a 05/09/2006	-Pastejo por 17 animais bovinos com peso médio inicial de 303 kg

3.2.3. Determinação dos atributos químicos do solo

Em relação aos atributos químicos do solo foram coletadas 4 amostras nas entrelinhas, em cada subparcela, formando uma amostra composta para cada camada de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm, após a colheita da soja e do milho, em maio de 2005 e junho de 2006.

Os atributos químicos do solo (P, M.O, pH, K, Ca, Mg, H+Al e Al) foram determinados segundo a metodologia proposta por Raij e Quaggio (1983, 31p.) no Laboratório de Fertilidade do Solo da UNESP – Campus de Ilha Solteira e SB, CTC e V % foram calculadas.

3.2.4. Determinação dos atributos físicos do solo

Em março e abril de 2005 e junho de 2006, após a colheita da soja e do milho, foram retiradas amostras para determinar os seguintes atributos físicos do solo: microporosidade pelo método da mesa de tensão, porosidade total e densidade do solo pelo método do anel volumétrico e a macroporosidade foi obtida pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade, no Laboratório de Física do Solo da UNESP – Campus de Ilha Solteira.

Nas referidas avaliações foram utilizadas determinações volumétricas em monólitos com estrutura natural, com volume conhecido (100 cm³), retirados com amostradores de Uhlend adaptados, uma amostra por subparcela, nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, pela metodologia preconizada pela EMBRAPA (1997, 212p.).

3.2.5. Avaliações na cultura da soja

Durante o ciclo da cultura da soja foram determinadas a população inicial e a população final de plantas, as características agronômicas e calculada a porcentagem de sobrevivência de plantas.

No ano agrícola 2004/05 foram consideradas somente as produções de massa verde e massa seca da planta inteira de soja, não considerando a produção de grãos, devido falta de chuva na época de enchimento de grãos da soja, pois durante o mês de fevereiro ocorreu sério veranico, que aconteceu no período de 07/02/2005 a 27/02/2005, conforme Apêndice 01. Como pode ser observado na Figura 4 (a,b, c, d), o desenvolvimento inicial da cultura não foi prejudicado, pois a precipitação na fase inicial foi adequada bem distribuída.

A seguir serão descritas as avaliações realizadas em 2005/06, uma vez que não foram avaliadas a população inicial e final, a porcentagem de sobrevivência, as características agronômicas e a produção de grãos da cultura da soja em 2004/05. Nesse ano, devido ao déficit hídrico, não houve produção de grãos de soja. As únicas avaliações consideradas na cultura da soja em 2004/05 foram as produções de massa verde e de massa seca de plantas, descritas no item 3.2.5.3.1.

3.2.5.1. População inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas

A avaliação da população inicial de plantas de soja foi realizada em dezembro de 2005, 14 dias após a semeadura, e a população final de plantas de soja foi avaliada em abril de 2006, contando-se o número de plantas contidas na área útil de cada subparcela. Estes valores foram transformados para plantas por hectare.

A porcentagem de sobrevivência de plantas de soja foi calculada pela fórmula 1:

$$\% \text{ de sobrevivência} = \frac{PF}{PI} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

Onde:

PF = população final de plantas, em plantas ha⁻¹

PI = população inicial de plantas, em plantas ha⁻¹

3.2.5.2. Determinação das características agronômicas

3.2.5.2.1. Altura de planta e altura de inserção de primeira vagem

A altura média de planta de soja foi determinada pela medição, com régua graduada em centímetros, referente à distância entre o colo da planta até a extremidade apical. Para a altura média de inserção de primeira vagem foi adotada a distância entre o colo da planta e a inserção da primeira vagem.

Para estas determinações foram utilizadas 10 plantas dentro de cada subparcela, no dia da colheita da soja, em abril de 2006.

3.2.5.2.2. Diâmetro do caule

Para determinação do diâmetro médio do caule das plantas de soja utilizou-se paquímetro, com escala em milímetros, a 5 cm do solo, no mesmo dia e nas mesmas plantas onde foram realizadas as medidas descritas anteriormente (item 3.2.5.2.1.).

3.2.5.2.3. Número de vagens por planta

Para essa avaliação utilizou-se as mesmas plantas do item 3.2.5.2.1., das quais foram destacadas e contadas todas as vagens, que foram debulhadas manualmente para contagem, sendo posteriormente feita uma média dos valores obtidos para cada tratamento.

3.2.5.3. Avaliações referentes à produção

3.2.5.3.1. Produção de massa verde e massa seca

No ano agrícola 2004/05 as produções de massa verde e massa seca de soja refere-se à planta inteira, ou seja, palha + grãos (imaturos). No ano agrícola 2005/06 refere-se somente à palha. Foi obtida pela amostragem de 10 plantas de cada subparcela e posterior pesagem do material, sendo estas levada à estufa à temperatura de 65 °C por 72 horas, para determinação da produção de massa seca de soja. A amostragem foi realizada no dia da colheita da soja, em março de 2005 e abril de 2006.

3.2.5.3.2. Produção de grãos

Para a produção de grãos de soja, no ano agrícola 2005/06, as plantas contidas na área útil de cada subparcela foram colhidas manualmente em abril de 2006. Essas plantas foram submetidas à trilha mecânica e após a debulha foram pesados os grãos. Uma amostra dos

grãos foi retirada para determinação do teor de água no Laboratório de Sementes da UNESP – Campus de Ilha Solteira.

A massa de grãos foi corrigida para a umidade de 13% à base úmida, pela fórmula 2:

$$P = \frac{I \times (100 - U)}{100 - 13} \dots\dots\dots(2)$$

Onde:

P = massa de grãos a 13% de umidade, em kg

U = teor de água atual dos grãos, em %

I = massa inicial da amostra, em kg

Após transformar a massa dos grãos à base de umidade, a produção de grãos foi transformada em kg ha⁻¹.

3.2.5.3.3. Massa de 100 grãos

A massa de 100 grãos foi avaliada por 8 amostras de 100 grãos cada uma, em cada subparcela, tomando-se como base, a média entre elas. A pesagem foi realizada em abril de 2006 e as massas obtidas foram convertidas para a umidade de 13%.

3.2.6. Avaliações na cultura do milho

Durante os ciclos da cultura do milho foram determinadas a população inicial e a população final de plantas, as características agrônômicas e calculada a porcentagem de sobrevivência de plantas.

Também foram avaliadas a produção de grãos e de palha (2004/05) e a produção de forragem de milho e a análise bromatológica (2005/06).

3.2.6.1. População inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas

A avaliação da população inicial de plantas de milho foi realizada em dezembro de 2004 e em dezembro de 2005, 11 e 14 dias após a semeadura, respectivamente, e a população final de plantas de milho foi avaliada em março de 2005 e em março de 2006, contando-se o

número de plantas contidas na área útil de cada subparcela. Esses valores foram representados em plantas por hectare.

A porcentagem de sobrevivência de plantas de milho foi determinada, conforme a fórmula (1), descrita no item 3.2.5.1.

3.2.6.2. Determinação das características agronômicas

3.2.6.2.1. Altura de planta e altura de inserção de espiga

A altura média de plantas e de inserção de espiga de milho foram determinadas em março de 2005 e em março de 2006, medindo-se o espaço entre a superfície do solo e o ápice do pendão floral e medindo-se a distância entre a superfície do solo e a inserção de espiga presente na planta, respectivamente, em 10 plantas de cada subparcela.

3.2.6.2.2. Diâmetro do colmo

O diâmetro do caule foi determinado medindo-se a região basal do colmo, nas mesmas plantas e nos mesmos dias descritos no item 3.2.6.2.1.

3.2.6.3. Avaliações referentes à produção

3.2.6.3.1. Produção de massa verde e massa seca

As produções de massa verde e massa seca de milho foram obtidas pela amostragem de 3 plantas retiradas ao acaso de cada subparcela e posterior pesagem do material, sendo estas acondicionadas à estufa de circulação de ar forçada à temperatura de 65 °C, mantendo-se por 72 horas, para determinação da produção de massa seca de palha de milho. A amostragem foi realizada no dia da colheita do milho, em abril de 2004.

3.2.6.3.2. Produção de grãos

A produção de grãos do milho foi obtida pela coleta manual das espigas presentes na área útil de cada subparcela, sendo estas trilhadas mecanicamente e separados os grãos para pesagem e determinação do teor de água, em março de 2005.

Após a determinação do teor de água realizou-se a correção da massa de grãos para 13% de umidade, que foram transformadas em kg ha^{-1} , conforme a fórmula (2) descrita no item 3.2.5.3.2.

3.2.6.3.3. Massa de 100 grãos

A massa de 100 grãos foi determinada pela retirada de amostras de grãos colhidos e trilhados em cada subparcela, na mesma época descrita no item 3.2.6.3.1. Foram contados e separados manualmente 100 grãos, formando 8 repetições por subparcelas e pesados em balança eletrônica com precisão de 0,01 g, sendo posteriormente corrigidos para 13% de teor de água no grão.

3.2.6.4. Avaliações referentes à produção de forragem e às análises bromatológicas

3.2.6.4.1. Produção de forragem

Em março de 2006 a produção de forragem de milho foi obtida pelo corte manual, a 20 cm do solo, de todas plantas contidas na área útil de cada subparcela, e posterior pesagem do material. Foram separadas 10 plantas e trituradas, de onde retirou-se uma amostra, sendo esta pesada e levada para estufa à temperatura de 65° C por 72 horas, para determinação da massa verde e massa seca e transformação em kg ha⁻¹.

3.2.6.4.2. Análises bromatológicas

Após secagem em estufa à temperatura de 65° C, as amostras foram moídas, primeiramente em peneira de 5 mm, e depois em peneira de 1 mm. Em seguida, retirou-se uma amostra para determinação das seguintes características: matéria seca à temperatura de 105° C, fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), de acordo com a metodologia preconizada por Silva (1990, 165p.). O teor de nutrientes digestíveis totais foi estimado pela fórmula sugerida por Undersander et al. (1993, p.130-131), a qual é descrita pela fórmula 3:

$$\% \text{ NDT} = 87,84 - (0,7 \times \% \text{ FDA}) \dots \dots \dots (3)$$

Onde:

NDT = nutrientes digestíveis totais, em %

FDA = fibra em detergente ácido, em %

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados serão apresentados em Tabelas, com as médias das repetições de cada tratamento de condicionamentos físicos do solo (fator C) e de seqüências de culturas (fator S) e quando houver diferença estatística significativa, esta será apresentada por diferentes letras minúsculas após as médias. A ausência dessas letras significa que as médias não diferem estatisticamente entre si. Caso haja interação entre os fatores C e S, então será apresentada uma Tabela com a média de cada tratamento, sendo que médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas ou de mesmas letras maiúsculas nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

As abreviaturas utilizadas foram: C (condicionamentos físicos do solo), S (seqüências de culturas), SM (sem mobilização do solo), CM (cultivo mínimo), PC (preparo convencional), CV (coeficiente de variação), DMS (diferença mínima significativa), ^{ns} (não significativo), * (significativo), Ca (cálcio), Mg (magnésio), SB (soma de bases), V% (saturação por bases), macro (macroporosidade), micro (microporosidade) e P total (porosidade total), PB (proteína bruta), FDN (fibra detergente neutro), FDA (fibra detergente ácido) e NDT (nutrientes digestíveis totais).

Encontram-se nos Apêndices os coeficientes de correlação simples entre os componentes da produção de soja e milho e as variáveis estudadas, utilizando-se os símbolos * e ** para representar significância a 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente.

Os resultados estão apresentados e divididos em 2 anos agrícolas (2004/05 e 2005/06).

4.1. Ano agrícola 2004/05

4.1.1. Cultura da soja

4.1.1.1. Atributos químicos do solo cultivado com soja

Nas Tabelas 03 a 05 encontram-se os valores médios, valores de F e CV dos atributos químicos do solo pH, Ca, Mg, SB e V%, nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, respectivamente, obtidos após a colheita da cultura da soja do ano agrícola 2004/05.

De acordo com os dados apresentados não houve diferença significativa para os atributos químicos avaliados, independentemente dos condicionamentos físicos do solo e seqüências de culturas adotados. Comparando os resultados obtidos com a análise química inicial do solo realizada em 2002, antes da instalação do experimento (Tabela 01), constata-se que houve aumento nos valores médios de pH, Ca, Mg, SB e V%. A prática da calagem, em fevereiro de 2003, permitiu elevação da V% a valores acima de 70% na camada de 0-10 cm, atingindo o objetivo e concordando com Vitti e Luz (2004, p.61-72), que recomendaram para

a implantação do sistema plantio direto, fazer a correção do solo procurando elevar a V% na faixa de 60 a 70% para a maioria das culturas. Os resultados encontrados no presente trabalho corroboram com a preconização de diversos autores, no que diz respeito à eficiência da calagem superficial, na correção da acidez do solo e elevação da V%, dentre eles: Pavan; Oliveira (2000, p.125-126), Mello et al. (2003, p.553-561), Amaral et al. (2004, p.359-367) e Ciotta et al. (2004, .317-326). O fato da calagem ter promovido a elevação da V%, inclusive no tratamento sem mobilização, deve-se, provavelmente, à manutenção de resíduos na superfície, favorecendo a mobilização de cátions básicos para camadas mais profundas, conforme já relatado por Chueri e Vasconcellos (2000, p.129-130), Pavan e Oliveira (2000, p.125-126) e Muzilli (2002, p.171) e à formação de uma arquitetura de poros contínuos e profundos, oriundos da morte do sistema radicular da braquiária e da atividade macrobiana, além da mobilidade de partículas finas de calcário no perfil, conforme relatado por Della Flora et al. (2007, p. 1592-1598) e Santos (2004, p.269-285).

Tabela 03. Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 0-10 cm na área cultivada com soja (2004/05).

FV		pH	Ca	Mg	SB	V
		(CaCl ₂)	----- (mmol _c dm ⁻³) -----			(%)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	5,59	37,75	25,75	66,84	70,25
	CM	5,70	39,00	23,75	66,51	72,63
	PC	5,60	41,50	23,88	68,96	72,75
DMS		0,42	10,49	7,00	14,58	6,19
Seqüências de culturas (S)	Rotação	5,63	39,83	23,67	66,82	71,33
	Monocultivo	5,63	39,00	25,25	68,06	72,42
DMS		0,22	9,49	4,62	12,79	5,70
Valores de F	C	0,41	0,62	0,48	0,16	0,98
	S	0,008	0,04	0,60	0,05	0,19
	C*S	0,15	0,21	0,70	0,14	0,001
CV (%)	C	3,41	12,27	13,19	9,96	3,97
CV (%)	S	4,14	26,07	20,46	20,53	8,58

Tabela 04. Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 10-20 cm na área cultivada com soja (2004/05).

FV		pH	Ca	Mg	SB	V
		(CaCl ₂)	----- (mmol _c dm ⁻³) -----			(%)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	5,00	21,00	12,75	34,99	49,13
	CM	5,09	23,38	14,00	38,60	51,75
	PC	5,25	25,50	17,88	43,03	55,38
DMS		0,56	10,33	6,62	14,57	11,33
Seqüências de culturas (S)	Rotação	5,08	22,08	14,00	37,20	50,42
	Monocultivo	5,14	24,50	15,75	40,54	53,75
DMS		0,23	7,74	2,44	10,96	8,87
Valores de F	C	0,96	0,89	3,07	1,44	1,44
	S	0,32	0,50	2,63	0,48	0,72
	C*S	1,63	1,06	0,02	0,84	0,71
CV (%)	C	5,07	20,44	20,52	17,28	10,03
CV (%)	S	4,92	25,95	17,77	30,54	18,43

Tabela 05. Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 20-30 cm na área cultivada com soja (2004/05).

FV		pH	Ca	Mg	SB	V
		(CaCl ₂)	----- (mmol _c dm ⁻³) -----			(%)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	4,64	8,13	4,63	18,61	30,13
	CM	4,88	10,63	5,38	18,40	36,88
	PC	4,51	8,88	3,50	13,34	25,88
DMS		0,54	4,47	3,18	8,11	14,28
Seqüências de culturas (S)	Rotação	4,75	8,75	4,50	18,22	32,75
	Monocultivo	4,60	9,67	4,50	15,35	29,17
DMS		0,49	1,35	2,35	4,72	13,75
Valores de F	C	2,18	1,55	1,66	2,55	2,84
	S	0,47	2,37	1,62	1,89	0,35
	C*S	0,40	2,90	0,37	1,83	0,59
CV (%)	C	5,34	22,39	22,09	22,27	21,26
CV (%)	S	11,45	15,83	18,89	30,43	13,51

4.1.1.2. Atributos físicos do solo cultivado com soja

Os valores médios, DMS, valores de F e CV referentes à macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm na cultura da soja do ano agrícola 2004/05 encontram-se nas Tabelas 06 a 08.

Embora inúmeros trabalhos têm mostrado que, em áreas de integração agricultura-pecuária ocorre compactação somente na camada superficial do solo, entre eles: Machado et al. (1998, p.217-232), Broch (2000, p.53-60), Mello (2001, 72p.), Santos (2004, p.269-285), Spera et al. (2004, p.533-542), Cepik et al. (2005, p.447-457), Lanzasova et al. (2007, v.31, p.1131-1140) e Scaléa (2007, p.67-72), os dados do presente trabalho discordam dos referidos autores, pois conforme a Tabela 06, a mobilização do solo para incorporação de calcário, efetuada na área experimental em fevereiro de 2003, bem como o tráfego de máquinas e equipamentos por ocasião da semeadura e tratos culturais na cultura da soja não provocaram alterações significativas nos atributos físicos do solo na camada de 0-10 cm, nos tratamentos de condicionamentos físicos do solo.

Entende-se por valor crítico de densidade do solo aquele que acima do qual o solo é considerado compactado. Todavia, considerando que o valor crítico de densidade para solos argilosos seja $1,55 \text{ kg dm}^{-3}$ (BOWEN, 1981, p.18-57, CAMARGO; ALLEONI, 1997, 132p.), esse fato não foi observado na camada de 0-10 cm, pois os valores de densidade do solo variaram de 1,40 a $1,42 \text{ kg dm}^{-3}$ entre os tratamentos de condicionamentos físicos do solo (Tabela 06). Esses resultados são similares aos encontrados por Spera et al. (2006, p.1193-1200), que em Latossolo Vermelho distrófico em Coxilha (RS), avaliaram as características físicas do solo no sistema integração agricultura-pecuária em plantio direto e concluíram que a densidade do solo não atingiu níveis considerados críticos à compactação.

Nos tratamentos de seqüências de culturas observa-se diferenças significativas para macroporosidade e porosidade total, com maiores valores para rotação de culturas (Tabela 06). Porém, pelos valores de F constata-se que não houve interação entre os tratamentos. Na rotação de culturas o solo foi explorado por gramínea e leguminosa, com sistemas radiculares compostos por raízes de diferentes comprimentos e calibres, contribuindo para a formação de uma arquitetura de poros com um arranjo espacial que proporciona maior macroporosidade. Marchão et al. (2007, v.42, p.873-882) afirmou que a macroporosidade pode aumentar com a inclusão de pastagens na rotação com culturas, devido à combinação de ausência de preparo durante o ciclo da pastagem, presença de um denso sistema radicular que atua como agente agregante e maior atividade da macrofauna do solo em pastagens; e Albuquerque et al. (1995, p.115-119), Bertol et al. (2004, p.155-163) e Tormena et al. (2004 p.1023-1031) relataram

que a rotação de culturas apresentam melhores resultados sobre as propriedades físicas do solo do que o monocultivo, em razão do maior aporte de matéria orgânica, volume de macroporos e bioporosidade do solo. Gonçalves et al. (2006, p.67-75) também destacaram que a diminuição das operações agrícolas não é suficiente para evitar a compactação ou para minimizá-la, sendo necessárias rotações de culturas envolvendo espécies que produzam grande quantidade de biomassa para a cobertura do solo e sistema radicular profundo e com grande volume de raízes, reduzindo a compactação.

Os valores de porosidade total apresentados na Tabela 06 mostram-se abaixo do limite inferior estabelecido para o solo agrícola ideal preconizado por Kiehl (1979, 264p.) e Azevedo e Dalmolin (2006, 100p.), que é de $0,50 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Com relação à macroporosidade, a proporção de macroporos encontrada nas 3 camadas foi de 0,07 a $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Esses valores permaneceram abaixo de $0,15 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, que conforme Megda et al. (2008, p.781-788), é um nível considerado prejudicial ao crescimento das raízes. Por outro lado, Vomocil e Flocker (1961, p.242-246) consideraram valores de $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ como mínimo aceitável para o bom desenvolvimento das plantas. Teixeira et al. (2006, p.117-123), avaliando os atributos físicos hídricos de um solo cultivado com pastagem, encontraram valores de $0,07 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ e sugeriram a ocorrência de problemas de compactação. Freddi et al. (2007, v.31, p.627-636), em Latossolo Vermelho distrófico, constatou que houve crescimento radicular mesmo quando a macroporosidade atingiu valores de $0,05 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$. Valores de porosidade de aeração abaixo de $0,10$ a $0,15 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ são, geralmente, adotados como restritos para o crescimento e produção da maioria das culturas, dependendo da espécie de planta e da atividade biológica do solo (TORMENA et al., 2002, p.795-801).

Tabela 06. Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 0-10 cm na área cultivada com soja (2004/05).

FV		Macro	Micro	P. total	Densidade
		-----($m^3 m^{-3}$)-----			($kg dm^{-3}$)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	0,09	0,37	0,46	1,40
	CM	0,09	0,37	0,46	1,40
	PC	0,09	0,37	0,46	1,42
DMS		0,06	0,04	0,03	0,14
Seqüências de culturas (S)	Rotação	0,10 a	0,37	0,47 a	1,39
	Monocultivo	0,08 b	0,37	0,45 b	1,42
DMS		0,02	0,01	0,01	0,03
Valores de F	C	0,01	0,07	0,15	0,17
	S	5,65*	0,23	8,22*	3,51
	C*S	0,55	0,55	0,22	1,98
CV (%)	C	30,29	4,48	3,24	4,50
CV (%)	S	27,74	3,38	3,25	2,63

Médias na mesma coluna, seguidas por letras diferentes, diferem entre si em nível de significância a 5% pelo teste de Tukey.

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

Na camada de 10-20 cm não foram observadas diferenças estatísticas para os atributos físicos do solo entre os tratamentos estudados e nem interação entre eles, conforme os dados apresentados na Tabela 07. Resultados similares foram obtidos por Tormena et al. (2002, p.795-801), em Latossolo Vermelho distrófico em Araruna (PR).

Embora as diferenças não tenham sido significativas, nota-se menores valores absolutos de densidade no tratamento cultivo mínimo, na camada de 10-20 cm, evidenciando a ação das hastes do escarificador nesse tratamento.

Tabela 07. Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 10-20 cm na área cultivada com soja (2004/05).

FV		Macro	Micro	P. total	Densidade
		-----($m^3 m^{-3}$)-----			($kg dm^{-3}$)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	0,07	0,38	0,45	1,47
	CM	0,08	0,38	0,46	1,36
	PC	0,09	0,37	0,46	1,41
DMS		0,04	0,03	0,03	0,15
Seqüências de culturas (S)	Rotação	0,09	0,38	0,46	1,40
	Monocultivo	0,07	0,38	0,45	1,43
DMS		0,02	0,02	0,02	0,08
Valores de F	C	1,52	1,01	1,63	2,22
	S	2,26	0,05	1,74	0,95
	C*S	0,82	0,05	1,00	0,31
CV (%)	C	24,94	4,04	2,68	4,99
CV (%)	S	30,55	4,82	5,08	6,24

Observando os valores de F da Tabela 08 verificou-se diferença significativa na camada de 20-30 cm apenas entre os tratamentos de condicionamentos físicos do solo para a microporosidade. O preparo convencional apresentou menor valor de microporosidade quando comparado com o cultivo mínimo e sem mobilização. Nota-se que no preparo convencional ocorre diminuição da microporosidade à medida que aumenta a profundidade (Tabelas 06 e 08), podendo ser reflexo da mobilização total do solo, visando o rompimento de possíveis zonas compactadas e incorporação de calcário. Os valores de microporosidade encontrados para os tratamentos de condicionamentos físicos do solo variaram de 0,35 a 0,38 $m^3 m^{-3}$ (Tabela 08), ficando acima dos níveis preconizados por Baver (1973, 529p.) e Azevedo e Dalmolin (2006, 100p.), isto é, 0,33 $m^3 m^{-3}$. Valor acima desse pode afetar o crescimento das plantas. Segundo Ferreira et al. (2007) a predominância de microporos em profundidade confere aos solos menor drenagem, o que ocorreu nos tratamentos com menor mobilização.

Conforme Silva et al. (2000, p.191-199), o aumento da microporosidade reflete em aumento da densidade e redução da macroporosidade, porém não foi observado nessa camada

diferença significativa entre os tratamentos de condicionamentos físicos do solo, tanto para densidade como para macroporosidade.

Tabela 08. Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 20-30 cm na área cultivada com soja (2004/05).

FV		Macro	Micro	P. total	Densidade
		-----($m^3 m^{-3}$)-----			($kg dm^{-3}$)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	0,07	0,37 a	0,44	1,39
	CM	0,07	0,38 a	0,45	1,39
	PC	0,10	0,35 b	0,45	1,34
DMS		0,04	0,02	0,03	0,11
Seqüências de culturas (S)	Rotação	0,08	0,37	0,45	1,36
	Monocultivo	0,08	0,36	0,44	1,38
DMS		0,01	0,01	0,02	0,03
Valores de F	C	2,43	10,09*	1,93	1,40
	S	0,20	0,28	0,22	2,94
	C*S	1,40	0,09	1,39	0,34
CV (%)	C	22,63	2,00	3,34	3,86
CV (%)	S	16,68	3,14	3,86	2,34

Médias na mesma coluna, seguidas por letras diferentes, diferem entre si em nível de significância a 5% pelo teste de Tukey.

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

4.1.1.3. Produção de massa verde e massa seca da cultura da soja

Os valores médios contidos na Tabela 09 mostram que no ano agrícola 2004/05 as produções de massa verde e de massa seca de soja não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Esses valores estão dentro dos citados por Scopel et al. (2005, v.22, p.169-183), que é de 4.000 a 5.000 $kg ha^{-1}$, para massa seca para a cultura da soja.

Tabela 09. Valores médios, DMS, valores de F e CV para massa verde e massa seca da cultura da soja (2004/05).

FV		Massa verde	Massa seca
		(kg ha ⁻¹)	
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	11.319	4.975
	CM	10.278	4.923
	PC	9.097	4.450
DMS		2.626	1.552
Seqüências de culturas (S)	Rotação	10.602	4.847
	Monocultivo	9.861	4.719
DMS		1.434	1.089
Valores de F	C	3,38	0,65
	S	1,37	0,07
	C*S	0,71	0,48
CV (%)	C	11,83	14,95
CV (%)	S	15,17	24,65

4.1.2. Cultura do milho

4.1.2.1. Atributos químicos do solo cultivado com milho

Na Tabela 10 estão contidos os valores médios, DMS, valores de F e CV dos atributos químicos do solo cultivado com milho no ano agrícola 2004/05, na camada de 0-10 cm em função dos tratamentos estudados.

Tabela 10. Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2004/05).

FV		pH	Ca	Mg	SB	V
		(CaCl ₂)	----- (mmol _c dm ⁻³) -----			(%)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	5,69	40,25	23,38	65,45	71,63
	CM	5,71	41,13	23,75	66,48	72,88
	PC	5,59	42,63	24,00	68,58	71,88
DMS		0,38	8,75	1,50	10,21	7,03
Seqüências de culturas (S)	Rotação	5,63	41,75	23,67	67,18	71,50
	Monocultivo	5,69	40,92	23,75	66,49	72,75
DMS		0,21	5,83	0,75	6,32	4,11
Valores de F	C	0,57	0,35	0,83	0,46	0,17
	S	0,38	0,10	0,06	0,06	0,47
	C*S	0,22	5,38*	5,81*	6,07*	2,30
CV (%)	C	3,10	9,76	2,92	7,04	4,49
CV (%)	S	4,08	15,28	3,41	10,24	6,17

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

Pelos valores de F observa-se que houve interações significativas entre os condicionamentos físicos do solo e seqüências de culturas para Ca, Mg e SB, conforme as Tabelas 11 a 13. Verifica-se que o tratamento cultivo mínimo com rotação de culturas apresentaram maiores valores de Ca, Mg e SB quando comparado com o cultivo mínimo com monocultura. No entanto, para os tratamentos avaliados, os valores de Ca e Mg são considerados altos de acordo com Rajj et al. (1997, 285p.). Cruz (2007, 78p.), trabalhando com diferentes condicionamentos físicos do solo no sistema integração agricultura-pecuária, não observou diferença significativa para Ca e Mg no tratamento cultivo mínimo quando comparado ao plantio direto e ao preparo convencional, sendo esses últimos diferentes estatisticamente entre si na camada de 0-20 cm, com maior valor no plantio direto.

Tabela 11. Desdobramento da interação condicionamentos físicos do solo x seqüências de culturas, significativa para teores de Ca ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2004/05).

Seqüências de culturas	Condicionamentos físicos do solo		
	SM	CM	PC
Rotação	37,25 aA	47,50 aA	40,50 aA
Monocultivo	43,25 aA	34,75 bA	44,75 aA

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 12. Desdobramento da interação condicionamentos físicos do solo x seqüências de culturas, significativa para teores de Mg ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2004/05).

Seqüências de culturas	Condicionamentos físicos do solo		
	SM	CM	PC
Rotação	23,00 aA	24,50 aA	23,50 aA
Monocultivo	23,75 aA	23,00 bA	24,50 aA

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 13. Desdobramento da interação condicionamentos físicos do solo x seqüências de culturas, significativa para valores de SB ($\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$) na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2004/05).

Seqüências de culturas	Condicionamentos físicos do solo		
	SM	CM	PC
Rotação	62,30 aA	73,70 aA	65,53 aA
Monocultivo	68,60 aA	59,25 bA	71,63 aA

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

As Tabelas 14 e 15 referem-se aos atributos químicos do solo na cultura do milho do ano agrícola 2004/05, nas camadas de 10-20 e 20-30 cm, respectivamente. Na camada de 10-20 cm não houve diferença significativa entre os tratamentos. Na camada de 20-30 cm detectou-se diferença significativa nos condicionamentos físicos do solo, para teores de Mg, com valores superiores no preparo convencional, em decorrência da movimentação da leiva

de solo nessa camada. Houve correlação positiva entre produção de grãos e teor de Mg, na camada de 20-30 cm (Apêndice 20).

De maneira geral, os valores dos atributos químicos do solo avaliados foram maiores nas camadas superficiais, independentemente da forma de incorporação do calcário. Porém, os diferentes condicionamentos físicos do solo para incorporação de calcário e as seqüências de culturas apresentaram valores semelhantes para cada camada avaliada. Entretanto, Grego (2002, 139p.) observou que os condicionamentos físicos do solo com menor mobilização apresentaram maiores valores de pH, Ca, Mg, SB e V% na camada superficial comparados com os de maior mobilização e o contrário foi constatado na camada subsuperficial.

Tabela 14. Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 10-20 cm na área cultivada com milho (2004/05).

FV		pH	Ca	Mg	SB	V
		(CaCl ₂)	----- (mmol _c dm ⁻³) -----			(%)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	5,14	24,25	14,25	38,50	53,00
	CM	5,14	22,00	13,88	36,91	53,50
	PC	5,20	29,25	16,88	46,93	58,63
DMS		0,40	7,82	3,33	11,19	10,60
Seqüências de culturas (S)	Rotação	5,08	24,33	14,67	39,30	52,83
	Monocultivo	5,23	26,00	15,33	42,26	57,25
DMS		0,15	4,42	2,48	6,13	5,07
Valores de F	C	0,15	0,07	4,54	4,36	1,63
	S	4,81	0,58	0,37	1,19	3,89
	C*S	2,72	1,19	1,43	2,32	3,12
CV (%)	C	3,61	14,31	10,23	12,65	8,87
CV (%)	S	3,25	19,01	17,88	16,28	9,97

Tabela 15. Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 20-30 cm na área cultivada com milho (2004/05).

FV		pH	Ca	Mg	SB	V
		(CaCl ₂)		(mmol _c dm ⁻³)		(%)
Condicionamentos físico do solo (C)	SM	4,49	7,38	3,25 b	14,14	25,00
	CM	4,64	10,13	4,25 ab	15,08	30,63
	PC	4,81	10,00	5,50 a	18,04	35,75
DMS		0,53	3,22	2,14	6,15	15,87
Seqüência de culturas (S)	Rotação	4,65	9,25	4,08	15,63	29,75
	Monocultivo	4,64	9,08	4,58	15,87	31,17
DMS		0,30	1,47	1,00	3,70	7,90
Valores de F	C	1,80	4,38	5,23*	2,06	2,16
	S	0,004	0,07	1,29	0,02	0,16
	C*S	1,07	0,81	3,00	3,13	1,29
CV (%)	C	5,22	16,19	22,75	18,01	24,02
CV (%)	S	6,96	17,34	24,93	25,45	28,09

Médias na mesma coluna, seguidas por letras diferentes, diferem entre si em nível de significância a 5% pelo teste de Tukey.

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

4.1.2.2. Atributos físicos do solo cultivado com milho

Os atributos físicos do solo cultivado com milho, nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, encontram-se nas Tabelas 16 a 18, respectivamente, e não apresentam diferenças significativas para os tratamentos. Os dados discordam de diversos autores, que afirmam ocorrer alterações nos atributos físicos do solo na camada de 0-10 cm em áreas de integração agricultura-pecuária, dentre eles: (TREIN et al., 1991, p.105-111, BROCH, 2000, p.53-60, VIZZOTTO et al., 2000, p.965-969, MELLO, 2001, 72p., SPERA et al., 2004, p.533-542, CEPIK et al., 2005, p.447-457, LANZANOVA et al., 2007, p.1131-1140 e SCALÉA, 2007, p.67-72). Os valores de densidade do solo das 3 camadas avaliadas variaram de 1,31 a 1,44 kg dm⁻³. Portanto, considerando que o valor crítico de densidade proposto por Bowen (1981, p.18-57) e Camargo e Alleoni (1997, 132p.) para solos argilosos é 1,55 kg dm⁻³ e que a densidade do solo é um dos indicativos da compactação, pode-se inferir que o solo não apresentou valores capazes de restringir o desenvolvimento da cultura do milho.

Tabela 16. Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2004/05).

FV		Macro	Micro	P. total	Densidade
		-----($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)-----			(kg dm^{-3})
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	0,10	0,37	0,47	1,38
	CM	0,08	0,38	0,46	1,38
	PC	0,09	0,36	0,45	1,41
DMS		0,06	0,03	0,05	0,16
Seqüências de culturas (S)	Rotação	0,10	0,37	0,47	1,39
	Monocultivo	0,09	0,37	0,46	1,40
DMS		0,03	0,01	0,02	0,06
Valores de F	C	0,28	0,85	0,73	0,22
	S	0,42	0,10	1,38	0,09
	C*S	1,83	1,84	1,23	1,79
CV (%)	C	23,02	3,88	4,47	5,14
CV (%)	S	28,60	3,55	4,50	4,49

Tabela 17. Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 10-20 cm na área cultivada com milho (2004/05).

FV		Macro	Micro	P. total	Densidade
		-----($m^3 m^{-3}$)-----			($kg dm^{-3}$)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	0,08	0,37	0,45	1,44
	CM	0,08	0,38	0,46	1,44
	PC	0,09	0,37	0,46	1,43
DMS		0,04	0,02	0,03	0,09
Seqüências de culturas (S)	Rotação	0,08	0,38	0,46	1,43
	Monocultivo	0,08	0,38	0,46	1,44
DMS		0,02	0,02	0,02	0,05
Valores de F	C	0,48	2,50	0,45	0,12
	S	0,01	0,01	0,21	0,26
	C*S	0,22	0,01	0,50	0,34
CV (%)	C	24,68	2,31	3,29	3,03
CV (%)	S	23,16	4,54	4,90	3,91

Tabela 18. Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 20-30 cm na área cultivada com milho (2004/05).

FV		Macro	Micro	P. total	Densidade
		-----($m^3 m^{-3}$)-----			($kg dm^{-3}$)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	0,09	0,42	0,51	1,33
	CM	0,09	0,37	0,46	1,35
	PC	0,10	0,36	0,46	1,31
DMS		0,03	0,13	0,15	0,22
Seqüências de culturas (S)	Rotação	0,09	0,37	0,46	1,33
	Monocultivo	0,09	0,40	0,49	1,33
DMS		0,02	0,08	0,09	0,05
Valores de F	C	0,67	1,25	0,73	0,12
	S	0,32	0,86	1,01	0,001
	C*S	1,15	0,68	1,11	9,63*
CV (%)	C	12,92	15,66	14,82	7,68
CV (%)	S	28,06	22,91	19,68	4,43

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

Analisando o desdobramento das seqüências de culturas dentro dos condicionamentos físicos do solo, na camada de 20-30 cm (Tabela 19), no tratamento sem mobilização a rotação de culturas proporcionou maior densidade do solo, porém no preparo convencional, o tratamento rotação de culturas apresentou valores de densidade do solo inferiores ao monocultivo. Esse comportamento provavelmente ocorreu devido ao fato das raízes do milho (monocultivo) conseguirem atingir essa camada no sistema sem mobilização e as raízes de soja (rotação) não alcançaram essa camada no solo não mobilizado. No tratamento preparo convencional, onde possivelmente tanto as raízes da soja como as do milho conseguiram atingir essa camada, ficou evidente os benefícios da rotação de culturas, apresentando menores valores de densidade do solo.

No entanto, esperava-se que na rotação de culturas o valor de densidade do solo fosse menor que no monocultivo, pois conforme relatado na literatura, a rotação de culturas apresenta melhores resultados sobre as propriedades físicas do solo, favorecendo a formação de bioporos, diminuindo a densidade e a compactação (MACEDO, 2001, p.257-283, BERTOL et al., 2004, p.155-163, TORMENA et al., 2004, p.1023-1031, TORMENA et al.,

2007, p.211-219). Para que tal efeito se manifeste, é provável que seja necessário realizar experimento por maior período de tempo, visando não apenas objetivos imediatos, mas ao longo dos anos (CALEGARI, 2000, p.68-78, BERTOL et al., 2004, p.155-163). Foloni et al. (2003, p.947-953) constataram que o impedimento físico em subsuperfície altera a distribuição do sistema radicular das plantas de milho ao longo do perfil do solo, porém, não diminui a produção total de raízes.

Em alguns trabalhos são mencionados camadas compactadas em subsuperfície no preparo convencional (GABRIEL FILHO et al., 2000, p.953-957, SILVA et al., 2005, p.544-552, SPERA et al., 2005, p.238-240, Marchão et al., 2007, p.873-882), contradizendo os resultados obtidos nesse estudo, que estão em consonância com Secco et al. (1997, p.57-60), que em função da não mobilização do solo no plantio direto contínuo, há tendência à compactação subsuperficial do solo.

Falleiro et al. (2003, p.1097-1104) atribuíram a maior densidade em plantio direto devido ao acomodamento natural do solo, dada a ausência de seu revolvimento e os menores valores de densidade, observados nos tratamentos com preparo convencional, foram proporcionados pelo revolvimento mecânico do solo que tem, como uma de suas principais finalidades, aumentar a condição de porosidade. Figueiredo et al. (2000, p.487-493) concluíram ser a compactação consequência do não revolvimento do solo na camada subsuperficial.

A diminuição da densidade em subsuperfície indica melhoria na qualidade física do solo em decorrência da atividade da fauna edáfica e de raízes, as quais atuam na formação de canais (bioporos) (COSTA et al., 2003, p. 527-535), como foi constatado no preparo convencional.

Tabela 19. Desdobramento da interação condicionamentos físicos do solo x seqüências de culturas, significativa para densidade do solo (kg dm^{-3}) na camada de 20-30 cm na área cultivada com milho (2004/05).

Seqüências de culturas	Condicionamentos físicos do solo		
	SM	CM	PC
Rotação	1,41 aA	1,33 aA	1,27 bA
Monocultivo	1,26 bA	1,37 aA	1,36 aA

Médias seguidas por letras iguais, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.1.2.3. População inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas da cultura do milho

O aumento da produção de grãos de milho depende da maximização da exploração do ambiente, que acontece de forma mais efetiva quando existe uniformidade entre plantas MEROTTO JÚNIOR et al. (1999, p.595-601). Um dos fatores da menor produção está na dificuldade de se estabelecer a população ideal de plantas por ocasião da semeadura (SILVA, 2000, 123p.).

A análise estatística indica que não houve influência dos tratamentos nos valores médios de população inicial e final e porcentagem de sobrevivência de plantas da cultura do milho no ano agrícola 2004/05, contidos na Tabela 20.

Provavelmente as populações de plantas não apresentaram diferenças significativas, devido ao fato da semeadura ter sido realizada com boa uniformidade, no que diz respeito à distribuição longitudinal e profundidade de sementes. Silva (2000, 123p.) destacou a importância da uniformidade de distribuição de sementes no solo, como uma das formas de aumento de produção das culturas, entre as quais o milho se destaca como a mais representativa.

A população emergida e estabelecida aos 11 dias após a semeadura foi de 58.970 plantas ha⁻¹, considerando a média geral dos tratamentos, ficando em torno de 5,3 plantas m⁻¹, valor bem próximo à densidade almejada (item 3.1.6.2.1.2.). A ausência de significância pode ter sido em razão das condições hídricas ocorridas após a semeadura até a contagem do número de plantas, que foi de 91 mm, eliminando possíveis diferenças entre os tratamentos. No 1º ano da implantação do sistema integração agricultura-pecuária nessa área experimental (2003/04), Domingues (2004, 55p.) não observou diferenças significativas para população inicial e final de plantas, entre os tratamentos de condicionamentos físicos do solo. Resultados semelhantes foram obtidos por Cruz (2007, 78p.), que não obteve diferenças estatísticas para população final de plantas de milho cultivado sobre braquiária no sistema integração agricultura-pecuária.

Pereira (2000, 115p.) também não constatou diferenças significativas na população inicial e final de plantas de milho nos condicionamentos físicos do solo: plantio direto, cultivo mínimo e preparo convencional, porém Silva (2000, 95p.) verificou maior população inicial e final de plantas no plantio direto em comparação ao preparo convencional, não diferindo do cultivo mínimo. Levien (1999, 305p.) relatou que no 2º ano de cultivo de milho não observou diferenças significativas nas populações inicial e final de plantas entre plantio direto,

escarificação e preparo convencional, porém no 1º ano de cultivo encontrou valores de populações menores no tratamento com escarificação em relação aos demais.

Houve correlação positiva entre a massa verde e a massa seca e a porcentagem de sobrevivência de plantas (Apêndice 24).

Tabela 20. Valores médios, DMS, valores de F e CV para população inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas da cultura do milho (2004/05).

FV		População	População	Porcentagem de
		inicial	final	Sobrevivência
		-----(plantas ha^{-1})-----		(%)
Condiçoneamentos físicos do solo (C)	SM	60.602	58.148	96,0
	CM	58.762	56.331	96,0
	PC	57.546	55.937	97,2
DMS		7.759	6.710	5,80
Seqüências de culturas (S)	Rotação	59.460	57.793	97,3
	Monocultivo	58.480	55.818	95,6
DMS		2.936	3.410	2,88
Valores de F	C	0,74	0,58	0,29
	S	0,57	1,72	1,81
	C*S	0,24	0,07	0,67
CV (%)	C	6,06	5,44	2,77
CV (%)	S	5,39	6,50	3,23

4.1.2.4. Altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo da cultura do milho

Os valores médios das características referentes ao desenvolvimento da cultura do milho do ano agrícola 2004/05 estão expressos na Tabela 21 e não exibiram diferenças significativas para altura de planta e altura de inserção de espiga, tanto nos tratamentos de condicionamentos físicos do solo como nos de seqüências de culturas, que apresentaram, de maneira geral, valores superiores em relação à característica do híbrido duplo precoce DKB 466, conforme Dekalb (2008), que é 2,30 a 2,45 m e 1,25 a 1,40 m, respectivamente, para altura de planta e altura de inserção de espiga. Corroborando esses resultados, Cruz (2007, 78p.), utilizando o híbrido triplo BRS 3150 em Rio Largo (AL), não obteve diferença

significativa para altura de planta, na cultura do milho no sistema integração agricultura-pecuária. Domingues (2004, 55p.) nessa mesma área experimental, no ano agrícola 2003/04, utilizando o híbrido AGN 3050, verificou que o cultivo mínimo apresentou valores superiores de altura de planta e altura de inserção de espiga do que o solo sem mobilização, não diferindo do preparo convencional.

Quanto ao diâmetro do colmo, os resultados revelam diferenças significativas para os condicionamentos físicos do solo, com valores superiores no preparo convencional em relação ao sem mobilização, não distinguindo do cultivo mínimo. Resultado oposto foi obtido por Domingues (2004, 55p.), no ano anterior à esse ensaio, que observou maiores valores de diâmetro do colmo no tratamento sem mobilização em relação ao preparo convencional, não divergindo do cultivo mínimo. Por outro lado, Cruz (2007, 78p.) não constatou diferença significativa para diâmetro do colmo.

O Apêndice 25 revela que houve correlação positiva entre a massa verde e a produção de grãos e o diâmetro do colmo.

Tabela 21. Valores médios, teste de Tukey, DMS, valores de F e CV para altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo de plantas da cultura do milho (2004/05).

FV		Altura de planta	Alt. ins. de espiga	Diâm. do colmo
		------(m)-----		(cm)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	2,62	1,25	2,11 b
	CM	2,60	1,49	2,16 ab
	PC	2,69	1,28	2,29 a
DMS		0,22	0,51	0,15
Seqüências de culturas (S)	Rotação	2,64	1,35	2,20
	Monocultivo	2,62	1,33	2,18
DMS		0,07	0,04	0,10
Valores de F	C	0,95	1,23	6,72*
	S	0,40	2,43	0,19
	C*S	0,26	0,97	0,50
CV (%)	C	3,84	17,48	3,26
CV (%)	S	3,07	3,13	5,18

Médias na mesma coluna, seguidas por letras iguais, não diferem entre si em nível de significância a 5% pelo teste de Tukey.

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

4.1.2.5. Produção de massa verde e massa seca, produção de grãos e massa de 100 grãos da cultura do milho

A produção de massa verde e massa seca, produção de grãos e massa de 100 grãos da cultura do milho no ano agrícola 2004/05 têm seus valores médios expressos na Tabela 22, onde são observadas diferenças significativas apenas para produção massa seca entre os condicionamentos físicos do solo, com valores inferiores para o tratamento sem mobilização. Entretanto, todos os tratamentos apresentaram valores de massa seca bem superiores aos encontrados por Pantano (2003, 60p.), trabalhando com o sistema integração agricultura-pecuária no mesmo município que foi conduzida essa pesquisa, estando dentro da conformidade para o milho, que segundo Scopel et al. (2005, p.169-183), varia de 10.000 a 12.000 kg ha⁻¹.

Quanto à produção de grãos, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos avaliados. Nota-se que, em valores absolutos, o preparo convencional apresentou maior produção de grãos, fato esse que pode estar correlacionado com maior teor de Mg nesse tratamento (Tabela 15), pois segundo o Apêndice 20 houve correlação positiva dos teores de Mg com a produção de grãos. Domingues (2004, 55p.), no 1º ano de instalação desse projeto, na mesma área experimental, obteve maior produção de grãos no preparo convencional e cultivo mínimo, quando comparados com o tratamento sem mobilização.

Considerando a média dos tratamentos, a produção de grãos obtida nesse ensaio (4.384 kg ha⁻¹) foi acima da média brasileira, incluindo 1ª e 2ª safras – verão e safrinha – (2.867 kg ha⁻¹), da média da Região Sudeste (4.147 kg ha⁻¹) e da média do Estado de São Paulo (3.735 kg ha⁻¹), para o ano agrícola 2004/05 (CONAB, 2008, 39p.).

Houve correlação positiva entre a massa verde, massa seca e massa de 100 grãos com a produção de grãos (Apêndice 26).

Tabela 22. Valores médios, DMS, valores de F e CV para massa verde, massa seca, produção de grãos e massa de 100 grãos da cultura do milho (2004/05).

FV		Massa verde	Massa seca	Produção de grãos	Massa de 100 grãos
		------(kg ha ⁻¹) -----			(g)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	16.991	10.008 b	3.991	22,38
	CM	18.877	11.615 a	4.466	22,93
	PC	18843	10.769 ab	4.696	22,86
DMS		2.224	1.417	722	1,68
Seqüências de culturas (S)	Rotação	18.488	11.094	4.428	22,56
	Monocultivo	17.986	10.500	4.341	22,89
DMS		1.444	1.720	461	0,82
Valores de F	C	4,44	6,06*	4,66	0,61
	S	0,62	0,61	0,18	0,79
	C*S	0,49	1,35	0,86	0,01
CV (%)	C	5,62	6,05	7,59	3,40
CV (%)	S	8,57	17,25	11,38	3,92

Médias na mesma coluna, seguidas por letras iguais, não diferem entre si em nível de significância a 5% pelo teste de Tukey.

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

4.2. Ano agrícola 2005/06

4.2.1. Cultura da soja

4.2.1.1. Atributos químicos do solo cultivado com soja

As Tabelas 23 a 25 referem-se aos atributos químicos do solo, após a colheita da cultura da soja, no ano agrícola 2005/06.

Na camada de 0-10 cm verifica-se que não houve diferença estatística para os tratamentos de condicionamentos físicos do solo e seqüências de culturas.

Comparando os resultados com os obtidos no ano agrícola 2004/05 (Tabelas 03 e 10) percebe-se pequena redução nos valores de pH, Ca, Mg, SB e V%. Contudo, nota-se que entre os tratamentos de condicionamentos físicos do solo, o cultivo mínimo apresentou valor de V% um pouco acima de 70% e o preparo convencional apresentou valor próximo a 70%, permanecendo praticamente inalterada após 1 ano. Para os tratamentos de seqüências de culturas, no monocultivo obteve-se valor superior a 70%. A intenção da calagem na implantação do experimento, em fevereiro de 2003, era elevar a V% a 70%, prevendo-se a

rotação da cultura da soja com a cultura do milho. Percebe-se que após a colheita da soja do ano agrícola 2005/06, esses tratamentos ainda apresentavam 70% de V%, denotando efeito residual da calagem nos tratamentos cultivo mínimo, preparo convencional e monocultivo. No tratamento sem mobilização e rotação de culturas houve redução dos valores de V%, devido principalmente à redução nos teores de Ca. Esse comportamento pode estar relacionado ao fato do sistema radicular estar mais concentrado na camada de 0-10 cm no tratamento sem mobilização e explorar com maior intensidade o volume de solo dessa camada. No tratamento rotação de culturas provavelmente houve maior extração de nutrientes nessa camada.

Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Prado (2003, p.478-482), que em Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa, avaliou diferentes modos de incorporação de calcário para a produção da soja em plantio direto e constatou que o calcário incorporado em camadas profundas do solo, com grade pesada na ocasião da instalação do sistema plantio direto, exerceu efeito residual no 3º ano agrícola.

Segundo o Apêndice 30 nota-se que houve correlação positiva entre a produção de massa verde e massa seca com o pH e a V%.

Tabela 23. Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 0-10 cm na área cultivada com soja (2005/06).

FV		pH	Ca	Mg	SB	V
		(CaCl ₂)	----- (mmol _c dm ⁻³) -----			(%)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	5,36	25,63	21,63	52,25	63,00
	CM	5,66	32,63	27,50	63,30	70,88
	PC	5,55	30,63	25,25	58,11	69,00
DMS		0,44	10,07	9,14	17,46	11,55
Seqüências de culturas (S)	Rotação	5,45	28,83	23,17	54,21	65,17
	Monocultivo	5,60	30,42	26,42	61,57	70,08
DMS		0,25	8,29	6,44	12,64	7,04
Valores de F	C	2,29	2,41	1,98	1,89	2,39
	S	1,81	0,19	1,30	1,73	2,49
	C*S	0,35	0,20	0,10	0,25	0,34
CV (%)	C	3,63	15,67	15,67	13,90	7,87
CV (%)	S	4,95	30,28	30,28	23,65	11,28

Na camada de 10-20 cm, o tratamento sem mobilização apresenta valores de pH estatisticamente inferiores aos valores apresentados pelo cultivo mínimo e preparo convencional. Esse fato, aliado aos menores valores de absolutos de Ca, Mg e V% encontrados no tratamento sem mobilização, demonstra que a ação do calcário se deu mais pronunciadamente na camada superficial nesse tratamento.

Tabela 24. Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 10-20 cm na área cultivada com soja (2005/06).

FV		pH	Ca	Mg	SB	V
		(CaCl ₂)	----- (mmol _c dm ⁻³) -----			(%)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	4,59 b	12,38	7,00	21,48	33,63
	CM	5,04 a	16,75	11,50	28,96	47,88
	PC	5,00 a	17,25	12,38	30,44	45,75
DMS		0,41	7,72	6,15	12,31	14,83
Seqüência de culturas (S)	Rotação	4,90	15,75	9,58	26,41	41,75
	Monocultivo	4,85	15,17	11,00	27,51	43,08
DMS		0,31	6,20	2,85	8,78	10,65
Valores de F	C	6,92*	2,27	4,15	2,87	5,06
	S	0,13	0,05	1,26	0,08	0,08
	C*S	0,80	0,37	0,76	0,52	0,42
CV (%)	C	3,89	23,02	27,52	21,04	16,12
CV (%)	S	6,91	23,17	30,01	28,72	27,19

Na camada de 20-30 cm não houve diferenças significativas entre os tratamentos, no que diz respeito aos atributos químicos, porém em valores absolutos o tratamento sem mobilização apresenta ainda menores valores de V%, corroborando com a idéia de que a correção do perfil foi menos efetiva.

Tabela 25. Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 20-30 cm na área cultivada com soja (2005/06).

FV		pH	Ca	Mg	SB	V
		(CaCl ₂)	----- (mmol _c dm ⁻³) -----			(%)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	4,49	7,38	3,25	14,14	25,00
	CM	4,64	10,13	4,25	15,58	30,63
	PC	4,91	9,50	4,63	18,38	37,75
DMS		0,51	3,05	2,16	5,82	16,72
Seqüências de culturas (S)	Rotação	4,72	8,92	3,50	16,19	31,08
	Monocultivo	4,64	9,08	4,58	15,87	31,17
DMS		0,43	1,37	1,17	4,03	12,12
Valores de F	C	3,40	4,20	2,04	2,58	2,75
	S	0,16	0,08	4,41	0,03	0,0002
	C*S	0,30	1,39	1,28	2,19	0,40
CV (%)	C	5,00	15,63	24,66	16,74	24,76
CV (%)	S	9,90	16,46	30,52	27,25	19,24

4.2.1.2. Atributos físicos do solo cultivado com soja

Os resultados apresentados nas Tabelas 26 a 28 indicam que não ocorreram diferença estatística entre os tratamentos, para os atributos físicos do solo cultivado com soja no ano agrícola 2005/06, nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, revelando a homogeneidade da área experimental, após a realização dos condicionamentos físicos do solo, em fevereiro de 2003, embora o sistema plantio direto não esteja em fase consolidada, pois segundo (ALTMANN, 2002, p.51-53, MARCOLAN; ANGHINONI, 2006, p.163-170, MARCOLAN et al., 2007, p.571-579 e NICOLODI et al., 2008, p.237-247), ocorre após 4 a 6 anos de adoção dessa prática.

Comparando os valores médios dos condicionamentos físicos do solo para os atributos físicos do solo cultivado com soja no ano agrícola 2004/05 (Tabelas 6 a 8) houve decréscimo da densidade do solo em relação aos resultados do ano agrícola 2005/06 (Tabelas 26 a 28), principalmente no tratamento sem mobilização do solo nas camadas de 0-10 e 10-20 cm. Mello (1988, 132p.), avaliando diferentes condicionamentos físicos do solo, verificou que após 3 de anos de cultivo da soja houve redução da densidade do solo, evidenciando a importância do tempo de cultivo na interferência desse atributo. Cabe salientar que desde

novembro de 2003 a área experimental estava sendo cultivada com soja e milho no sistema integração agricultura-pecuária em plantio direto.

Tabela 26. Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 0-10 cm na área cultivada com soja (2005/06).

FV		Macro	Micro	P. total	Densidade
		-----($m^3 m^{-3}$)-----			($kg dm^{-3}$)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	0,15	0,35	0,50	1,34
	CM	0,14	0,35	0,49	1,35
	PC	0,12	0,37	0,49	1,39
DMS		0,07	0,03	0,05	0,16
Seqüências de culturas (S)	Rotação	0,14	0,36	0,50	1,33
	Monocultivo	0,13	0,36	0,49	1,39
DMS		0,06	0,02	0,04	0,14
Valores de F	C	0,99	2,93	0,36	0,37
	S	0,07	0,04	0,11	0,81
	C*S	1,08	2,35	0,80	0,81
CV (%)	C	25,16	3,61	4,32	5,51
CV (%)	S	23,35	5,95	8,87	11,18

Tabela 27. Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 10-20 cm na área cultivada com soja (2005/06).

FV		Macro	Micro	P. total	Densidade
		-----($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)-----			(kg dm^{-3})
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	0,13	0,37	0,50	1,39
	CM	0,11	0,37	0,48	1,42
	PC	0,10	0,38	0,48	1,42
DMS		0,06	0,04	0,03	0,12
Seqüências de culturas (S)	Rotação	0,11	0,37	0,48	1,41
	Monocultivo	0,12	0,37	0,49	1,41
DMS		0,03	0,008	0,03	0,05
Valores de F	C	1,00	0,29	3,60	0,53
	S	0,47	0,83	0,15	0,01
	C*S	0,77	3,78	0,37	0,15
CV (%)	C	23,15	4,46	2,73	3,87
CV (%)	S	23,38	7,58	7,58	3,58

Tabela 28. Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 20-30 cm na área cultivada com soja (2005/06).

FV		Macro	Micro	P. total	Densidade
		-----($m^3 m^{-3}$)-----			($kg dm^{-3}$)
Condicionamentos físico do solo (C)	SM	0,12	0,37	0,49	1,39
	CM	0,12	0,38	0,50	1,34
	PC	0,11	0,39	0,50	1,38
DMS		0,03	0,03	0,03	0,11
Seqüências de culturas (S)	Rotação	0,11	0,38	0,49	1,38
	Monocultivo	0,12	0,38	0,50	1,36
DMS		0,02	0,009	0,02	0,05
Valores de F	C	0,60	1,87	1,50	0,92
	S	2,23	0,65	0,95	0,73
	C*S	1,28	2,47	0,46	0,81
CV (%)	C	11,89	3,18	2,99	3,85
CV (%)	S	14,95	2,69	3,80	3,66

4.2.1.3. População inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas da cultura da soja

Na cultura da soja busca-se maximizar o potencial de produção desde o início do ciclo. Para isso, deve-se estabelecer população de plantas adequada e proporcionar o desenvolvimento de caule, ramos, raízes e área foliar, de modo que produzam maior número de estruturas reprodutivas (PIRES et al., 2000, p-1541-1547).

Em consulta à Tabela 29 verifica-se que as populações inicial e final de plantas da cultura da soja do ano agrícola 2005/06, estatisticamente, não sofreram influência dos condicionamentos físicos do solo. A população inicial esperada foi de aproximadamente 270.000 plantas ha^{-1} . Contudo, há desuniformidade no valor de população, tanto inicial como final, em todos os tratamentos avaliados. Nota-se que o tratamento sem mobilização proporcionou maior população inicial de plantas de soja, muito próxima da desejada (270.000 plantas ha^{-1}). O preparo convencional apresentou população inicial bem aquém da desejada. Em relação à população final, o maior número de plantas também foi obtido no tratamento sem mobilização. Esses dados contrastam com os obtidos por Mello (1988, 132p.), que na

mesma localidade e no mesmo tipo de solo em que foi conduzido esse experimento, avaliando o efeito de diferentes condicionamentos físicos do solo constatou que o plantio direto ofereceu as piores condições para o desenvolvimento da cultura da soja, oferecendo menores valores médios de população final em relação ao preparo convencional com arado e grade.

Merotto Júnior et al. (1999, p.595-601) afirmaram que a profundidade de semeadura e déficit hídrico podem causar a desuniformidade da emergência das plantas. De acordo com alguns relatos encontrados na literatura, a semeadura adequada é aquela onde a diferença entre a quantidade de plantas possíveis de serem obtidas e as emergidas é mínima, o que não foi observado nesse experimento.

Quanto à porcentagem de sobrevivência observa-se maiores valores para o solo sem mobilização em relação ao cultivo mínimo, não diferindo do preparo convencional. Esse resultado evidencia a viabilidade da semeadura da soja em solos sem mobilização em áreas de pastagens no 3º ano agrícola da implantação do sistema integração agricultura-pecuária.

Embora não tenha sido objeto de estudo, a presença da palha na abertura e fechamento do sulco pela semeadora por ocasião da semeadura pode também ter contribuído pelo decréscimo da população de plantas e proporcionado para a área experimental condições inadequadas de contato do solo com as sementes. Pelo fato do solo não ter sido mobilizado em 2003, o tratamento sem mobilização, desde o início, apresentou maior uniformidade de cobertura do solo por palha de braquiária, em relação aos tratamentos que receberam mobilização do solo, principalmente o preparo convencional. O fato de ter cobertura mais uniforme, visualmente foi percebido que o sulco de semeadura, no tratamento sem mobilização, era mais homogêneo em relação a torrões e fechamento de sulco e a pior condição mostrou-se no tratamento preparo convencional, que tinha cobertura mais desuniforme. Essa condição de cobertura provavelmente afetou a germinação no tratamento com mobilização do solo. O aspecto mais importante para semear com sucesso sobre uma camada de restos culturais deixados na superfície do solo é cortar essa camada e colocar a semente e o fertilizante em contato com o solo (ABREU et al., 2004, p.519-531).

Baseando-se ainda nos dados apresentados na Tabela 29 nota-se diferença significativa para população final de plantas da cultura da soja entre tratamentos de sequências de culturas. A rotação de culturas proporcionou maior população de plantas quando comparado ao monocultivo. Os valores dos atributos físicos do solo na cultura da soja de ambos os anos agrícolas (Tabelas 06 e 26) mostraram-se melhores na rotação de culturas em relação ao monocultivo, e dessa forma, provavelmente não prejudicou o estabelecimento da cultura da soja.

Não foi observada diferença significativa entre as seqüências de culturas para a população inicial de plantas da cultura da soja. Resultados semelhantes foram obtidos por Flores et al. (2007, p.771-780), que trabalhando com o sistema integração agricultura-pecuária, não verificaram diferenças para a população inicial.

Tabela 29. Valores médios, DMS, valores de F e CV para população inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas da cultura da soja (2005/06).

FV		População	População	Porcentagem de
		inicial	final	sobrevivência
		-----(plantas ha^{-1})-----		(%)
Condiçõamentos físicos do solo (C)	SM	268.241	228.981	85,6 a
	CM	249.722	194.907	78,3 b
	PC	213.056	168.889	78,4 ab
DMS		124.721	89.790	7,29
Seqüências de culturas (S)	Rotação	259.074	215.617 a	83,8
	Monocultivo	228.272	179.568 b	77,8
DMS		36.651	35.213	6,62
Valores de F	C	0,96	2,12	6,26*
	S	3,62	5,37*	4,23
	C*S	1,57	1,37	0,30
CV (%)	C	23,59	20,94	4,16
CV (%)	S	16,28	19,29	8,88

4.2.1.4. Altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, diâmetro do caule e número de vagens por planta da cultura da soja

A Tabela 30 contém os resultados de altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, diâmetro do caule e número de vagens por planta da cultura da soja do ano agrícola 2005/06.

Os valores médios de altura de planta, altura de inserção de primeira vagem e número de grãos por vagem não apresentaram diferenças significativas para os condicionamentos físicos do solo, o mesmo não acontecendo com o diâmetro do caule, que no preparo convencional, proporcionou valor significativamente superior ao cultivo mínimo e sem

mobilização do solo. Essas características não manifestaram diferenças significativas, em relação às seqüências de culturas empregadas.

Os valores médios de altura de plantas e de inserção da primeira vagem obtidos nessa pesquisa estão de acordo com os valores estabelecidos em folders sobre a cultivar MG/BR-46 Conquista, que variam de 65 a 87 cm e 14 a 16 cm, respectivamente.

Os tratamentos relacionados aos condicionamentos físicos do solo apresentaram altura de inserção de primeira vagem superior ao limite mínimo ideal para a colheita mecânica, que é de 13 cm, segundo Mello (1988, 132p.). A altura de planta desejável para a colheita mecânica, de acordo com Bonetti (1983, p.741-794) deve ser superior a 65 cm. Sendo assim, observa-se que a altura média de planta obtida no experimento foi superior ao valor preconizado pelo autor.

Gouvêa Filho (2003, p.24) em Selvíria (MS), utilizando a mesma cultivar do presente trabalho, semeada no verão, obteve valores de 91 cm, 25,2 cm e 44 para altura de planta, altura de inserção de primeira vagem e número de vagens por planta, respectivamente. Esses valores foram bem superiores aos encontrados nessa pesquisa.

Marques (2002, 244p.) avaliou a cultura da soja sob 3 condicionamentos físicos do solo e não obteve diferenças significativas para altura de inserção de primeira vagem, que em média, foi de 11,5 cm, mas o número de vagens por planta foi significativamente superior para o plantio direto e cultivo mínimo em relação ao preparo convencional, apresentando respectivamente, 21, 20 e 18 vagens por planta.

Nota-se que o preparo convencional, além de apresentar valores estatisticamente superiores de diâmetro de caule em relação aos demais tratamentos, apresentou também maiores valores médios de altura de plantas e vagens por planta, embora sem diferença significativa, mostrando melhor desenvolvimento individual de planta, devido provavelmente, à menor população apresentada por esse tratamento.

Tabela 30. Valores médios, DMS, valores de F e CV para altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, diâmetro do caule e número de vagens por planta da cultura da cultura da soja (2005/06).

FV		Alt. de planta	Alt. ins. 1 ^a vagem	Diâmetro do caule	Nº de vag./planta
		------(cm)-----		(mm)	-
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	67,0	18,3	6,6 b	23,8
	CM	68,7	19,2	6,5 b	21,6
	PC	71,9	16,6	8,5 a	27,3
DMS		7,44	4,24	1,60	5,60
Seqüências de culturas (S)	Rotação	68,9	17,7	7,0	25,1
	Monocultivo	69,5	18,4	7,5	29,9
DMS		5,21	3,26	1,10	2,59
Valores de F	C	2,06	1,78	9,02*	1,55
	S	0,08	0,26	1,01	0,74
	C*S	1,21	0,12	2,95	0,92
CV (%)	C	4,95	10,82	9,98	20,20
CV (%)	S	8,15	19,57	16,60	20,19

Médias na mesma coluna, seguidas por letras iguais, não diferem entre si em nível de significância a 5% pelo teste de Tukey.

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

4.2.1.5. Produção de massa verde e massa seca, produção de grãos e massa de 100 grãos da cultura da soja

Baseando-se nos dados apresentados na Tabela 31 observa-se que a produção de massa verde e massa seca, produção de grãos e massa de 100 grãos não apresentaram diferença estatística entre os condicionamentos físicos do solo na cultura da soja do ano agrícola 2005/06. Embora o tratamento preparo convencional tenha apresentado a menor população final de plantas, porém mais desenvolvidas, não apresentou menor produção de grãos, devido ao fato da soja apresentar maior quantidade de ramificações com maior número de vagens quando se tem menor número de plantas por área (LAZARINI, 2001, 130p., PASCHOALETTE, 2003, 35p.). Kluthcouski et al. (2000, p97-104) e Grego (2002, p.139) também não observaram efeito dos condicionamentos físicos do solo sobre a produção de soja. Contrapondo os dados obtidos, Marques (2002, 244p.) verificou que em 2 anos de

cultivo, a soja apresentou maior produção de grãos no plantio direto em relação ao cultivo mínimo e preparo convencional.

Essas características também não manifestaram diferença significativa em relação às seqüências de culturas empregadas, exceto para a massa de 100 grãos, com a rotação de culturas proporcionando valor significativamente superior ao monocultivo. Essa tendência se repetiu na produção de grãos, que embora não tenha sido estatisticamente significativa, denotou uma diferença de 319 kg ha^{-1} ($5,3 \text{ sacas ha}^{-1}$), ou seja, 14,4% em prol da rotação de culturas, resultado semelhante ao encontrado por Broch et al. (1997, 24p.) e Altmann (2002, p.51-53), que obtiveram 300 kg ha^{-1} a mais de grãos de soja sobre palhada de *Brachiaria brizantha* e *Panicum maximum* cv. Tanzânia, em relação ao monocultivo, demonstrando que, conforme Calegari (2000, p.145-152) e Marques (2002, 244p.), a rotação é favorável à produção de soja.

São inúmeros os trabalhos encontrados na literatura que têm relatado a importância e a viabilidade da cultura da soja no sistema integração agricultura-pecuária: (MACHADO et al., 1998, p.217-232, BROCH et al., 2000, p.79-85, MELLO, 2002, p.117-120, SALTON et al., 2002, p.89-90, KLUTHCOUSKI; STONE, 2003, p.501-522, KLUTHCOUSKI; YOKOYAMA, 2003, p.131-141, VILELA et al., 2003, p.145-170, AGNES et al., 2004, p.251-267, SILVA et al., 2004, p.117-169, DÖWICH, 2005, p.108-114, RESCK, 2005, p.72-80 e SCALÉA, 2007, p.64-66). Baseando-se na média dos tratamentos, a produção de grãos de soja obtida em 2005/06 foi próxima da média brasileira (2.419 kg ha^{-1}) e da média do Estado de São Paulo (2.520 kg ha^{-1}), nesse mesmo ano agrícola, segundo a Conab (2008) e semelhante e/ou superior às encontradas por Broch (1997, p.8-9), Macedo (2001, p.257-283) e Pitol et al. (2001, p.40-48), em áreas de integração agricultura-pecuária.

Cabe registrar que em 2003/04 a soja na referida área experimental produziu, considerando a média dos tratamentos de condicionamentos físicos do solo, 1786 kg ha^{-1} , em decorrência do severo déficit hídrico ocorrido (NARIMATSU, 2004, 59p.). Esse valor foi aquém da média nacional, que no ano agrícola 2003/04 foi 2.329 kg ha^{-1} (CONAB, 2008).

Pelo Apêndice 36 verifica-se que houve correlação positiva entre a produção de massa verde e a massa seca com as populações inicial e final e entre a produção de grãos com a porcentagem de sobrevivência de plantas. Houve correlação positiva da altura de plantas com a produção de massa verde, massa seca e produção de grãos (Apêndice 37). Analisando o Apêndice 38 verifica-se que houve correlação positiva entre produção de grãos e a produção de massa verde, massa seca e massa de 100 grãos. Essas correlações demonstram que o bom desenvolvimento vegetativo da cultura da soja influencia na produção de grãos, porém para

que esses efeitos se manifeste, as condições climáticas, principalmente na época de floração e enchimento de grãos, têm que ser favoráveis.

Tabela 31. Valores médios, DMS, valores de F e CV de massa verde e massa seca, produção de grãos e massa de 100 grãos da cultura da soja (2005/06).

FV		Massa verde	Massa seca	Produção de grãos	Massa de 100 grãos
		------(kg ha ⁻¹)-----			(g)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	3.240	2.797	2.349	15,88
	CM	2.520	2.116	2.310	16,22
	PC	2.895	2.480	2.468	16,80
DMS		1.413	1.137	733	1,10
Seqüências de culturas (S)	Rotação	3.015	2.556	2.535	16,63 a
	Monocultivo	2.755	2.473	2.216	15,96 b
DMS		562	531	348	0,56
Valores de F	C	1,22	1,69	0,24	3,40
	S	1,10	0,60	4,31	7,40*
	C*S	0,001	0,03	0,50	2,87
CV (%)	C	22,58	21,26	14,22	3,11
CV (%)	S	21,07	23,33	15,85	3,70

Médias na mesma coluna, seguidas por letras iguais, não diferem entre si em nível de significância a 5% pelo teste de Tukey.

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

4.2.2. Cultura do milho

4.2.2.1. Atributos químicos do solo cultivado com milho

Baseando-se nos dados apresentados nas Tabelas 32 a 34, tanto os condicionamentos físicos do solo como as seqüências de culturas, não tiveram diferenças estatísticas para os atributos químicos do solo, após a colheita do milho do ano agrícola 2005/06, nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm.

Comparando esses dados com os do ano agrícola 2004/05 (Tabelas 10, 14 e 15) houve um pequeno decréscimo nos valores de pH, Ca, Mg, SB e V%, podendo ser reflexo dos 2 anos de cultivo. Aquino (2008, 76p.) atribuiu esse comportamento à demanda de nutrientes exportados pela cultura. Porém, os valores de pH encontram-se na faixa de baixa a média

acidez, conforme preconizado por Raij et al. (1997, 285p.), para a camada de 0-10 cm, nos anos agrícolas 2004/05 e 2005/06.

Tabela 32. Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2005/06).

FV		pH	Ca	Mg	SB	V
		(CaCl ₂)	----- (mmol _c dm ⁻³) -----			(%)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	5,53	32,38	26,88	61,81	68,75
	CM	5,60	29,87	26,50	59,19	69,75
	PC	5,49	29,25	24,88	53,24	64,50
DMS		0,46	9,33	9,32	20,93	12,91
Seqüências de culturas (S)	Rotação	5,48	29,17	24,17	56,06	66,00
	Monocultivo	5,60	31,83	28,00	60,10	69,33
DMS		0,30	4,66	4,63	8,25	7,63
Valores de F	C	0,29	0,59	0,24	0,83	0,88
	S	0,87	1,68	3,51	1,23	0,98
	C*S	1,13	1,98	1,54	3,42	1,61
CV (%)	C	3,82	16,48	16,48	16,60	8,79
CV (%)	S	5,93	19,22	19,22	15,37	12,21

Tabela 33. Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 10-20 cm na área cultivada com milho (2005/06).

FV		pH	Ca	Mg	SB	V
		(CaCl ₂)	----- (mmol _c dm ⁻³) -----			(%)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	4,89	17,00	10,88	28,41	43,75
	CM	5,05	16,38	13,38	30,93	47,38
	PC	5,00	15,25	10,75	26,75	43,50
DMS		0,74	10,90	7,58	18,30	22,50
Seqüências de culturas (S)	Rotação	4,96	15,58	11,00	27,47	43,58
	Monocultivo	5,00	16,83	12,33	29,93	46,17
DMS		0,24	3,79	3,52	6,46	7,22
Valores de F	C	0,24	0,12	0,72	0,25	0,17
	S	0,16	0,56	0,73	0,74	0,66
	C*S	0,04	1,30	0,61	0,69	0,19
CV (%)	C	6,82	27,78	29,92	29,39	23,11
CV (%)	S	5,18	25,30	27,88	24,36	17,41

Tabela 34. Valores médios, DMS, valores de F e CV para pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 20-30 cm na área cultivada com milho (2005/06).

FV		pH	Ca	Mg	SB	V
		(CaCl ₂)	----- (mmol _c dm ⁻³) -----			(%)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	4,64	11,00	4,13	15,60	31,38
	CM	4,90	10,00	5,13	17,44	36,00
	PC	4,65	9,63	4,88	15,01	30,50
DMS		0,75	7,95	4,40	13,46	22,36
Seqüências de culturas (S)	Rotação	4,73	10,92	5,17	16,71	32,42
	Monocultivo	4,73	9,50	4,25	15,33	32,83
DMS		0,24	2,46	1,38	3,34	8,30
Valores de F	C	0,74	0,15	0,26	0,17	0,33
	S	0,006	1,70	2,25	0,88	0,01
	C*S	0,70	0,96	1,86	0,79	0,45
CV (%)	C	7,27	26,71	23,20	23,00	21,16
CV (%)	S	5,39	26,10	26,29	22,60	27,53

4.2.2.2. Atributos físicos do solo cultivado com milho

De acordo com as Tabelas 35 a 37 não houve diferenças significativas entre os tratamentos estudados, para os atributos físicos do solo nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm na cultura do milho, no ano agrícola 2005/06.

É importante ressaltar que a rotação de culturas proporcionou maior densidade no tratamento sem mobilização do solo e menor densidade no preparo convencional, em relação ao monocultivo para a cultura do milho no ano agrícola 2004/05, na camada de 20-30 cm (Tabela 19). Embora não tenha sido constatada interação entre as seqüências de culturas e os condicionamentos físicos do solo no ano agrícola 2005/06, não se deve invalidar o uso de práticas conservacionista como a rotação de culturas (SILVA et al., 2005, p.719-730).

Tabela 35. Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2005/06).

FV		Macro	Micro	P. total	Densidade
		-----($m^3 m^{-3}$)-----			($kg dm^{-3}$)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	0,13	0,36	0,49	1,39
	CM	0,10	0,38	0,48	1,45
	PC	0,13	0,37	0,50	1,41
DMS		0,09	0,03	0,07	0,15
Seqüências de culturas (S)	Rotação	0,12	0,37	0,49	1,41
	Monocultivo	0,11	0,37	0,48	1,42
DMS		0,04	0,02	0,03	0,08
Valores de F	C	0,91	3,25	0,35	0,63
	S	0,49	0,69	0,13	0,16
	C*S	1,25	0,46	2,26	0,67
CV (%)	C	23,40	3,33	6,58	4,96
CV (%)	S	23,87	5,31	5,77	6,47

Tabela 36. Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 10-20 cm na área cultivada com milho (2005/06).

FV		Macro	Micro	P. total	Densidade
		-----($m^3 m^{-3}$)-----			($kg dm^{-3}$)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	0,11	0,37	0,48	1,40
	CM	0,10	0,37	0,47	1,46
	PC	0,12	0,37	0,49	1,42
DMS		0,03	0,02	0,02	0,06
Seqüências de culturas (S)	Rotação	0,11	0,37	0,48	1,43
	Monocultivo	0,11	0,37	0,49	1,42
DMS		0,03	0,01	0,02	0,05
Valores de F	C	2,25	0,45	2,33	4,07
	S	0,003	0,92	0,76	0,12
	C*S	0,02	0,23	0,31	0,44
CV (%)	C	13,79	3,03	2,27	1,90
CV (%)	S	23,87	3,46	5,35	3,69

Tabela 37. Valores médios, DMS, valores de F e CV para macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 20-30 cm na área cultivada com milho (2005/06).

FV		Macro	Micro	P. total	Densidade
		-----($m^3 m^{-3}$)-----			($kg dm^{-3}$)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	0,12	0,37	0,49	1,35
	CM	0,12	0,38	0,50	1,38
	PC	0,11	0,38	0,49	1,39
DMS		0,06	0,03	0,04	0,09
Seqüências de culturas (S)	Rotação	0,12	0,38	0,50	1,36
	Monocultivo	0,11	0,37	0,48	1,38
DMS		0,02	0,01	0,01	0,04
Valores de F	C	0,15	0,35	0,07	0,65
	S	1,16	0,09	4,24	0,85
	C*S	0,78	0,99	0,09	1,89
CV (%)	C	22,39	3,39	3,99	3,04
CV (%)	S	16,00	3,58	2,41	3,23

4.2.2.3. População inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas da cultura do milho

Os dados da Tabela 38 demonstram que os valores médios de população inicial e final e porcentagem de sobrevivência de plantas da cultura do milho, no ano agrícola 2005/06, não manifestaram diferenças estatísticas entre os tratamentos. Porém, houve maiores valores de população inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas na lavoura estabelecida no tratamento sem mobilização.

Em relação à população praticada na região, os valores observados estão maiores, porém, no caso em questão, o espaçamento entrelinhas foi de 0,45 m e o usual na região é 0,90 m. Há relatos na literatura do aumento da produção de grãos pela diminuição do espaçamento entrelinhas e com população de 80.000 plantas ha^{-1} , demonstrando assim, os efeitos positivos da melhor distribuição das plantas, não obstante, na maioria das situações, até mesmo em lavouras mais tecnificadas, utiliza-se aproximadamente 60.000 plantas ha^{-1} (MEROTTO JÚNIOR et al., 1999, p.595-601).

A diminuição do espaçamento entrelinhas é uma das tendências na cultura do milho, permitindo a melhor distribuição espacial das plantas na lavoura, melhorando a eficiência na interceptação da luz, propiciando ganhos na fotossíntese líquida e o conseqüente incremento na produção, pela redução da competição por luz, água e nutrientes (DEKALB, 2008).

Tabela 38. Valores médios, DMS, valores de F e CV para população inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas da cultura do milho (2005/06).

FV		População inicial	População final	Porcentagem de sobrevivência
		-----(plantas ha ⁻¹)-----		(%)
Condiçõamentos físicos do solo (C)	SM	79.352	74.444	93,9
	CM	76.204	71.019	93,3
	PC	75.185	68.426	91,2
DMS		7.289	8.864	8,23
Seqüências de culturas (S)	Rotação	75.370	70.247	93,2
	Monocultivo	78.457	72.346	92,4
DMS		3.676	4.392	5,29
Valores de F	C	1,67	2,18	0,54
	S	3,61	1,17	0,12
	C*S	3,47	1,87	0,78
CV (%)	C	4,37	5,73	4,09
CV (%)	S	5,17	6,67	6,18

4.2.2.4. Altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo da cultura do milho

Embora as médias do diâmetro do colmo da cultura do milho do ano agrícola 2005/06 expressaram equivalência para os condicionamentos físicos do solo, essas manifestaram diferenças significativas para as seqüências de culturas, com superioridade do tratamento de rotação de culturas sobre o monocultivo (Tabela 39).

Observa-se que as médias obtidas nos tratamentos para diâmetro do colmo foram de 1,81 e 1,71 cm para rotação e sucessão de culturas, respectivamente, que segundo Meira (2006, 46p.), está dentro da normalidade para o milho. O colmo não atua somente como suporte de folhas e inflorescências, mas principalmente como uma estrutura destinada ao

armazenamento de sólidos solúveis, que são utilizados posteriormente na formação dos grãos (FANCELLI; DOURADO NETTO, 2000, 360p.).

Esses resultados comprovam que a rotação de culturas é importante quando se deseja obter maior altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo, que de acordo com Pascoletto; Costa (2001, v.31, p.61-64), se deve especialmente pela contribuição oferecida pela leguminosa à gramínea em rotação, em que seus resíduos são rapidamente mineralizados e utilizados especialmente como fonte de nitrogênio.

Os valores médios de altura de planta e altura de inserção de espiga não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos avaliados, sendo características intimamente associadas (ALVAREZ et al., 2006, p.402-408).

Porto et al. (2005, 11p.), analisando o desempenho de alguns cultivares de milho, observaram que a altura de plantas e a altura de inserção de espiga do híbrido triplo precoce AGN 20A20, na média de 3 experimentos, foi de 2,15 e 1,09 m, respectivamente; valores relativamente similares aos encontrados nessa pesquisa.

A importância dessas determinações é que normalmente elas estão relacionadas à produção de massa verde e de massa seca de forragem e que podem indicar possíveis limitações enfrentadas pelas plantas no seu desenvolvimento (DOMINGUES, 2004, 55p.).

Tabela 39. Valores médios, teste de Tukey, DMS, valores de F e CV para altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo de plantas da cultura do milho (2005/06).

FV		Altura de planta	Alt. ins. de espiga	Diâm. do colmo
		------(m)-----		(cm)
Condicionamentos físicos do solo (C)	PD	2,13	0,91	1,71
	CM	2,19	0,93	1,76
	PC	2,23	0,94	1,81
DMS		0,12	0,10	0,28
Seqüências de culturas (S)	Rotação	2,21	0,95	1,81 a
	Monocultivo	2,16	0,91	1,71 b
DMS		0,10	0,08	0,10
Valores de F	C	2,82	0,23	0,62
	S	0,99	1,34	5,77*
	C*S	0,33	0,22	3,69
CV (%)	C	2,59	5,15	7,40
CV (%)	S	5,07	9,53	6,28

Médias na mesma coluna, seguidas por letras iguais, não diferem entre si em nível de significância a 5% pelo teste de Tukey.

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

4.2.2.5. Produção de forragem e análises bromatológicas da cultura do milho

4.2.2.5.1. Produção de massa verde e massa seca de forragem da cultura do milho

De acordo com os dados da Tabela 40 não houve diferença significativa na produção de forragem da cultura do milho do ano agrícola 2005/06, para os tratamentos de condicionamentos físicos do solo e seqüências de culturas, e nem interação entre eles. Entretanto, observou-se produção inferior, tanto de massa verde como de massa seca de forragem, sob o sistema sem mobilização do solo. Esse mesmo tratamento apresentou menores valores absolutos de altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo, evidenciando que essas determinações podem ser relacionadas com a produção. Houve correlação positiva dos valores de massa verde e massa seca de forragem de milho com a altura de plantas, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo (Apêndice 49).

Esses resultados evidenciam a importância do desenvolvimento da cultura para obtenção de boas produções, que embora sem significância estatística, os tratamentos cultivo mínimo e preparo convencional mostraram maiores valores de produção de massa verde e massa seca, bem como de altura de plantas, altura de espiga e diâmetro do colmo, quando comparados com o tratamento sem mobilização de solo, comprovando coerência com Silva et al. (2003, p.111-120).

Lima (2007, 73p.), estudando a produção de forragem de milho na integração agricultura-pecuária, detectou correlação positiva entre o diâmetro de colmo e a produção de matéria seca da forragem. Como a produção de forragem considera toda a parte aérea da planta é evidente que essas correlações sejam positivas, pois maior altura de planta e maior diâmetro do colmo são indicativos de plantas mais desenvolvidas. Marchão et al. (2005, p.93-101) relataram que trabalhar com altas populações de plantas é viável para aumentar a produção de milho. Esse fato não ocorreu nesse trabalho, pois o tratamento sem mobilização do solo, embora sem significância estatística, manifestaram menores valores de produção e maiores valores de populações inicial e final de plantas.

Entre os tratamentos de seqüências de culturas também não houve diferença significativa nos valores de produção de massa verde e massa seca, porém a rotação de culturas revelou maiores valores absolutos em comparação ao monocultivo. O estudo de seqüências de culturas, em longo prazo, pode mostrar resultados negativos para o tratamento monocultivo, em virtude da permanência de inóculos de doenças e pragas, que possam comprometer principalmente a produção de forragem de milho.

Considerando os índices pluviométricos da região, a época de semeadura e o híbrido utilizado, a produção obtida na pesquisa está condizente com a produção da região. Os resultados encontrados são semelhantes aos observados por Domingues (2004, 55p.), que obteve 7.157, 8.148 e 9.176 kg ha⁻¹, para o tratamento sem mobilização, cultivo mínimo e preparo convencional, respectivamente, de massa seca de forragem, trabalhando no 1º ano com o sistema integração agricultura-pecuária em plantio direto, em Selvíria (MS), nessa mesma área experimental, no ano agrícola 2003/04, ao passo que Cruz et al. (2005, 4p.), em Sete Lagoas (MG), encontraram valores de 12.000 a 14.000 kg ha⁻¹ para produção de massa seca, considerando a planta inteira.

Com base nos valores médios de massa verde nota-se que a mobilização do solo, seja parcial ou total, em área de pastagens degradadas, visando o rompimento de possíveis zonas compactadas e a incorporação do calcário, proporcionou melhores condições para o desenvolvimento da cultura do milho. Esse comportamento ficou demonstrado pela maior

produção de massa verde de forragem de milho nos tratamentos de preparo convencional e cultivo mínimo, quando comparados com os valores obtidos no tratamento sem mobilização de solo, que apesar de não mostrar significância estatística, produziram 20% a mais em valores absolutos. O comportamento apresentado é coerente com a preconização de Vitti e Nussio (1991, p.1-58), que recomendam a aplicação com antecedência e a incorporação do calcário no perfil do solo e afirmaram que essa incorporação tem importância fundamental para a resposta da cultura do milho à calagem.

Em relação à seqüências de culturas, embora não significativo e com diferença pequena, o sistema de rotação apresentou maiores valores absolutos de produção de massa verde e massa seca, fato que, aliado aos benefícios já conhecidos e de domínio público dessa prática, confere maior grau de confiança para recomendação.

Tabela 40. Valores médios, DMS, valores de F e CV para massa verde e massa seca da cultura do milho (2005/06).

FV		Massa verde	Massa seca
		------(kg ha ⁻¹)-----	
Condicionamentos	SM	23.657	7.574
físicos	CM	28.673	9.776
do solo (C)	PC	28.380	9.462
DMS		9.389	2.942
Seqüências de	Rotação	28.272	9.372
culturas (S)	Monocultivo	25.535	8.502
DMS		3.647	1.275
Valores	C	1,69	3,09
de	S	2,88	2,38
F	C*S	0,30	0,15
CV (%)	C	16,08	15,17
CV (%)	S	14,68	15,45

4.2.2.5.2. Análises bromatológicas da cultura do milho

Analisando a Tabela 41 verifica-se que os valores de PB, FDN, FDA e NDT da forragem da cultura do milho não apresentaram diferença significativa em função dos

tratamentos de condicionamentos físicos do solo e de seqüências de culturas no ano agrícola 2005/06.

Os teores de PB estão condizentes com a literatura, que segundo Cruz et al. (2005, 4p.), normalmente varia de 6 a 9%, com média desejável de 7 a 7,5%.

Os valores encontrados para FDN nesse experimento estão de acordo com Pereira (2006, p.10-11), que atribui valores de 45 a 52% como ideais. Valores menores que 50% proporcionam forragem de milho de boa qualidade (CRUZ; PEREIRA FILHO, 2001, p.11-37). Valores elevados de FDN podem indicar pequena quantidade de grãos na silagem e, conseqüentemente, menores valores de energia.

A quantidade de fibra não digestível é avaliada pelos valores de FDA, sendo um indicador do valor energético da forragem e/ou silagem de milho. Quanto menor o seu valor, maior o valor energético do alimento (ALVAREZ et al., 2006, p.409-414) e os valores encontrados nesse trabalho variaram de 27 a 28%. Vasconcelos et al. (2005, p.1139-1145), avaliando a produção de massa seca e a composição bromatológica da forragem de cultivares de milho encontraram valores de FDA que variaram de 22 a 25%, sendo que o teor desejável de FDA, segundo Cruz et al. (2005, 4p.), é abaixo de 30%.

O NDT refere-se ao teor de energia e o seu valor aumenta à medida que se tem maior participação de grãos na forragem. Os valores de NDT encontram-se em torno de 68% e os mesmos situam-se na faixa adequada, pois segundo Silva (2001, 5p.), plantas de milho e de sorgo, quando adequadamente ensiladas, são boas fontes de energia quando apresentam de 60 a 70% de NDT.

Não foi detectada significância nas correlações da produção de massa verde e massa seca de forragem de milho com as variáveis da composição bromatológica (Apêndice 50). Não houve correlação dos valores de PB com os valores de FDA e FDN, discordando dos resultados obtidos por Silva et al. (2003, v.2, p.111-120), que detectaram correlação negativa entre PB e FDA e FDN. Houve correlação positiva entre os valores de FDN e FDA e correlação negativa entre os valores de NDT com FDA e FDN, comportamento esse semelhante ao encontrado por SILVA et al. (2003, v.2, p.111-120). Os resultados indicam que a silagem apresentou boa qualidade, com bons teores de NDT e teores relativamente baixos de fibra.

Tabela 41. Valores médios, DMS, valores de F e CV para proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) e nutriente digestível total (NDT) da cultura do milho (2005/06).

FV		PB	FDN	FDA	NDT
		------(%)-----			
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	6,72	52,85	27,64	68,50
	CM	6,72	52,26	27,98	68,25
	PC	7,33	51,84	27,80	68,38
DMS		0,62	4,82	4,23	2,96
Seqüências de culturas (S)	Rotação	7,31	51,91	28,04	68,21
	Monocultivo	6,54	52,72	27,57	68,54
DMS		0,86	2,50	1,78	1,25
Valores de F	C	6,03	0,21	0,03	0,03
	S	4,17	0,53	0,37	0,36
	C*S	2,71	0,05	0,24	0,24
CV (%)	C	4,13	4,25	7,01	2,00
CV (%)	S	13,40	5,17	6,93	1,97

5. RECOMENDAÇÃO

Recomenda-se a escarificação do solo para incorporação de calcário ao iniciar o sistema integração agricultura-pecuária, principalmente para a cultura do milho, bem quando utiliza-se rotação de culturas.

6. CONCLUSÕES

-A prática da calagem, realizada em fevereiro de 2003, permitiu elevação da saturação por bases, na camada de 0-10 cm, alcançando valores próximos do almejado, apresentando efeito residual até em 2006 nos tratamentos com escarificação e convencional.

-O tráfego de máquinas e equipamentos e o pastejo não provocaram alterações significativas nos atributos físicos do solo.

-A produção de grãos de soja e de milho não sofreu influência dos tratamentos de condicionamentos do solo.

-Após 3 anos de cultivo houve redução da densidade do solo, evidenciando a importância do tempo de cultivo na interferência desse atributo.

-A rotação de culturas foi favorável à produção de soja, apresentando diferença de 14% a mais que o monocultivo.

-O preparo convencional e o cultivo mínimo propiciaram maiores produções de massa seca de forragem de milho, com acréscimo de 29% e 25%, respectivamente, em relação ao tratamento sem mobilização inicial do solo.

-Todos os tratamentos estudados proporcionaram boa qualidade de forragem do milho.

7. REFERÊNCIAS

ABREU, S.L.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em argissolo franco-arenoso sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p.519-531, 2004.

AGNES, E.L.; FREITAS, F.C.L.; FERREIRA, L.R. Situação atual da integração agricultura-pecuária em Minas Gerais e na Zona da Mata Mineira. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A.A.; AGNES, E.L. **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa: UFV, DFP, DFT, 2004. p.251-267.

AIDAR, H.; RODRIGUES, J.A.S.; KLUTHCOUSKI, J. Uso da integração lavoura-pecuária para produção de forragem na entressafra. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. p.227-262.

ALBUQUERQUE, J.A.; REINERT, D.J.; FIORIN, J.E.; RUEDELL, J.; PETRERE, C.; FONTINELLI, F. Rotação de culturas e sistemas de manejo do solo: efeito sobre a forma da estrutura do solo ao final de sete anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, n.1, p.115-119, 1995.

ALLEONI, L.R.F.; CAMBRI, M.A.; CAIRES, E.F. Atributos químicos de um Latossolo de Cerrado sob plantio direto, de acordo com doses e formas de aplicação de calcário. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.29, n.6, p.923-934, 2005.

ALTMANN, N. Impacto e sustentabilidade do plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 8, 2002, Águas de Lindóia. **Resumos...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2002. p.51-53.

ALTMANN, N. Rotação de culturas: importância e viabilidade econômica. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 8, 2005, Tangará da Serra. **Anais...** Tangará da Serra: Gráfica e Editora Sanches, 2005. p.119-121.

ALVARENGA, R.C.; COBUCCI, T.; KLUTHCOUSKI, J.; WRUCK, F.J.; CRUZ, J.C.; GONTIJO NETO, M.M. **A cultura do milho na integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa, 2006. 12p. (Circular técnica, 80).

ALVAREZ, C.G.D.; PINHO, R.G.von.; BORGES, I.D. Avaliação de características agronômicas de produção de forragem e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entrelinhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.3, p.402-408, 2006.

ALVAREZ, C.G.D.; PINHO, R.G.von.; BORGES, I.D. Avaliação de características bromatológicas da forragem de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entrelinhas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.3, p.409-414, 2006.

AMADO, T.J.C. Manejo da palha, dinâmica da matéria orgânica e ciclagem de nutrientes em plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2000. p.105-111.

AMARAL, A.S., ANGHINONI, I.; DESCHAMPS, F.C. Resíduos de plantas de cobertura e mobilidade dos produtos da dissolução do calcário aplicado na superfície do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.28, n.1, p.115-123, 2004.

AMARAL, A.S.; ANGHINONI, I.; HINRICHS, R.; BERTOL, I. Movimentação de partículas de calcário no perfil de um Cambissolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.28, n.2, p.359-367, 2004.

AMBROSI, I.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; ZOLDAN, S.M. Lucratividade e risco de sistemas de produção de grãos combinados com pastagens de inverno. In: SIMPÓSIO SOBRE PLANTIO DIRETO E MEIO AMBIENTE, 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2005. p.150-152.

ANDREOTTI, M.; ARALDI, M.; GUMARÃES, V.F.; FURLANI JÚNIOR, E.; BUZETTI, S. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um latossolo em sistema plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.30, n.1, p.109-115, 2008.

AQUINO, S.S. **Atributos microbiológicos em sistemas de manejo do solo na integração lavoura-pecuária**. 2007. 76f. Tese (Doutorado em Agronomia – Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2007.

ARAÚJO, M.A., TORMENA, C.A., INOUE, T.T. ; COSTA, A.C.S. Efeitos da escarificação na qualidade física de um latossolo vermelho distroférico após treze anos de semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p.495-504, 2004.

ASSIS, R.L.; LANÇAS, K.P. Avaliação dos atributos físicos de um Nitossolo Vermelho distroférico sob sistema plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.515-522, 2005.

ASSMANN, T.S.; RONZELLI JÚNIOR, P.; MORAES, A.; ASSMANN, A.L.; KOEHLER, H.S.; SANDINI, I. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.27, n.4, p.675-683, 2003.

AZEVEDO, A.C.; DALMOLIN, R.S.D. **Solos e ambiente**: uma introdução. 2.ed. Santa Maria: Pallotti, 2006. 100p.

BARIZON, R.R. **Calagem na superfície para a cultura da soja em semeadura direta sobre *Brachiaria brizantha***. 2001. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. **Física de suelos**. México: Union Tipográfica Editorial Hispano-Americana, 1973. 529p.

BENEZ, S.H. Racionalização do uso de máquinas em sistema de plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 8, 2002, Águas de Lindóia. **Resumos...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2002. p.121-123.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; CENTURION, M.A.P.C.; LEONEL, C.L.; SÃO JOÃO, A.C.G.; FREDDI, O.S. Intervalo hídrico ótimo no monitoramento da compactação e da qualidade física de um latossolo vermelho cultivado com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.31, n.6, p.1223-1232, 2007.

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J.A.; LEITE, D.; AMARAL, A.J.; ZOLDAN JÚNIOR, W.A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.28, n.1, p.155-163, 2004.

BIANCHINI, A. Compactação de solo: causas, conseqüências, detecção e providências. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 7, 2003, Sorriso. **Anais...** Cuiabá: UFMT, 2003. p.85-88.

BONAMIGO, L.A. Sistema plantio direto em solos arenosos – fatores de sucesso. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 8, 2005, Tangará da Serra. **Anais...** Tangará da Serra: Gráfica e Editora Sanches, 2005. p.152-161.

BONETTI, L.P. Cultivares e seu melhoramento genético. In: VERNETTI, F.J. **Soja: genética e melhoramento**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. p.741-794.

BORGES, E.P. História do processo integração agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A.A.; AGNES, E.L. **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa: UFV, DFP, DFT, 2004, p.353-384.

BORGES, E.P. Sistema integrado para produção de grãos e carne no Cerrado. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 7, 2003, Sorriso. **Anais...** Cuiabá: EdUFMT, 2003. p.113-117.

BORKERT, C.M.; GAUDÊNCIO, C.A.; PEREIRA, J.E.; PEREIRA, L.R.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. Nutrientes minerais na biomassa da parte aérea em culturas de cobertura de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.1, p.143-153, 2003.

BORTOLINI, C.G. Rotação de culturas no sistema plantio direto. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 8, 2005, Tangará da Serra. **Anais...** Tangará da Serra: Gráfica e Editora Sanches, 2005. p.115-118.

BOWEN, H.D. Alleviating mechanical impedance. In: ARKIN, G.F; TAYLOR, H.M. **Modifying the root environment to reduce crop stress**. St. Joseph: American Society of Agricultural Engineers, 1981. p.18-57. (ASAE Monograph, 4).

BRANCALIÃO, S.R.; MORAES, M.H. Alterações de alguns atributos físicos e das frações húmicas de um Nitossolo vermelho na sucessão milheto-soja em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.32, n.1, p.393-404, 2008.

BRANCALIÃO, S.R.; TICELLI, M.; CANTARELLA, H.; DE MARIA, I.C.; BÁRBARO, I.M. Fitomassa de culturas de cobertura em rotação com a soja sob sistema de plantio direto em duas localidades do Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 2008, Campinas. **Anais...** Campinas: CATI, 2008. p.184.

BROCH, D.L.; BORGES, E.P.; PITOL, C. Integração agricultura-pecuária: uma tecnologia que traz bons resultados. In: _____. **Guia para plantio direto**. Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2000. p.79-85.

BROCH, D.L. Integração agricultura-pecuária no Centro-Oeste do Brasil. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4, 1999, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU/APDC, 2000, p.53-60.

BROCH, D.L.; PITOL, C.; BORGES, E.P. **Integração agricultura-pecuária**: plantio direto da soja sobre pastagem na integração agropecuária. Maracaju: Fundação MS, 1997. 24p.

BROCH, D.L. Soja PD em brachiária. **Direto no Cerrado**: Brasília, v.2, n.4, p.8-9, 1997.

CAIRES, E.F.; BLUM, J.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J.; KUSMAN, M.T. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.275-286. 2003.

CAIRES, E.F.; FERRARI, R.A.; MORGANO, M.A. Produtividade e qualidade da soja em função da calagem na superfície em semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v.62, n.2, p.283-290, 2003.

CAIRES, E.F.; GARBUIO, F.J.; ALLEONI, R.F.; CAMBRI, M.A. Calagem superficial e cobertura de aveia preta antecedendo os cultivos de milho e soja em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.30, n.1, p.87-98, 2006.

CAIRES, E.F.; KUSMAN, M.T.; BARTH, G.; GARBUIO, F.J.; PADILHA, J.M. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.28, n.1, p.125-136, 2004.

CALEGARI, A.; HECKLER, J.C.; SANTOS, H.P.; PITOL, C.; FERNANDES, F.M.; HERNANI, L.C.; GAUDÊNCIO, C.A. Culturas, sucessões e rotações. In: SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 1998. p.59-80.

CALEGARI, A.; HERNANI, L.C.; PITOL, C.; PRIMAVERESI, O.; RESK, D.V.S. Manejo do material orgânico. In: SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 1998. p.51-57.

CALEGARI, A. Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura: dificuldades para a sua adoção. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2000. p.145-152.

CALEGARI, A. Rotação de culturas. In: _____. **Guia para plantio direto**. Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2000. p.68-78.

CAMARGO, O.A.; ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba: Esalq, 1997. 132p.

CANALLI, L.B. Desafios para adoção e permanência em SPD. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 8, 2005, Tangará da Serra. **Anais...** Tangará da Serra: Gráfica e Editora Sanches, 2005. p.101-107.

CARRETERO, P.R.S.; BARBOZA, R.F.; OLIVEIRA, W.J.; PELINSON, G.J.B.; CASTELETTI, M.L.; NOGUEIRA, N.A.M.; SOUZA, S.L. Agricultores familiares utilizam o sistema de plantio direto como manejo alternativo em suas propriedades. In: SIMPÓSIO SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 1, Campinas, 2008. **Anais...** Campinas: CATI, 2008, p.145-148.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M.; SILVA, R.R.; SILVA, R.R. Integração agricultura-pecuária: um enfoque sobre cobertura vegetal permanente. **Revista Electrónica de Veterinaria**, Málaga, v.6, n.8, p.1-19, 2005.

CARVALHO, P.C.F. Integração lavoura-pecuária em sistema de plantio direto. Londrina: [s.n.], 2007. Disponível em <<http://www.agroredenoticias.com.br/textos.aspx?VJcMXmulNGJ18ZJN4ajSew==>> Acessado em: 06 ago 2007.

CASA, R.T.; REIS, E.M.; ZAMBOLIM, L. Manejo integrado de doenças do milho em plantio direto. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A.A.; AGNES, E.L. **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa: UFV, DFP, DFT, 2004. p.45-71.

CEPIK, C.T.C.; TREIN, C.R.; LEVIEN, R. Força de tração e volume de solo mobilizado por haste sulcadora em semeadura direta sobre campo nativo, em função do teor de água no solo, profundidade e velocidade de operação. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.25, n.2, p.447-457, 2005.

CHUERI, W.A.; VASCONCELLOS, H.P. Dinâmica dos nutrientes no plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2000. p.129-130.

CHURKA, S.; CAIRES, E.F. Produção de grãos, óleo e proteína e composição mineral de grãos de soja em função da calagem e aplicação de gesso no sistema plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE PLANTIO DIRETO E MEIO AMBIENTE, 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2005. p.244-246.

CIOTTA, M.N.; BAYER, C.; ERNANI, P.R.; FONTOURA, S.M.V.; WOBETO, C.; ALBUQUERQUE, J.A. Manejo da calagem e os componentes da acidez de Latossolo Bruno em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.28, n.2, p.317-326, 2004.

COBUCCI, T.; PORTELA, C.M.O. Manejo de herbicidas no sistema Santa Fé e na braquiária como fonte de cobertura morta. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. p.445-458.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos - décimo levantamento**. Brasília: Conab, 2008. 39p. (Série histórica). Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/index.php?PAG=131>>. Acessado em 29 jul 2008.

CONSTANTIN, J. Intervalo entre dessecação e plantio das culturas. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 8, 2005, Tangará da Serra. **Anais...** Tangará da Serra: Gráfica e Editora Sanches, 2005. p.200-204.

CONTE, O.; LEVIEN, R.; TREIN, C.R.; CEPIK, C.T.C.; DEBIASE, H. Demanda de tração em haste sulcadora na integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo e sua relação com o estado de compactação do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.220-228, 2007.

COSTA, C.; CRUSCIOL, C.A.C.; LUPATINI, G.C.; FACTORI, M.A.; SILVEIRA, J.P.F. Degradação e recuperação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 1, 2008, Campinas. **Anais...** Campinas: CATI, 2008. p.214.

COSTA, C.; MONTEIRO, A.L.G.; OLIVEIRA, P.S.R.; ALMEIDA JÚNIOR, G.A. Correção do solo e estabelecimento da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.87-127.

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**, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.527-535, 2003.

CRUZ, A.C.R.; PAULETTO, E.A.; FLORES, C.A.; SILVA, J.B. Atributos físicos e carbono orgânico de um Argissolo Vermelho sob sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.27, n.6, p.1105-1112, 2003.

CRUZ, J.C.; PEREIRA, F.T.F.; PEREIRA FILHO, I.A.; FERREIRA, J.J. **Produção e composição bromatológica do milho para silagem**. Sete Lagoas: Embrapa, 2005. 4p. (Comunicado Técnico, 117).

CRUZ, J.C.; MONTEIRO, M.A.R.; LOUREIRO, J.E.; PEREIRA FILHO, I.A.; NOCE, M.A.; VIANA, A.C.; ALBERNAZ, W.M. **Avaliação de cultivares de milho na Região de Sete Lagoas, MG**. Sete Lagoas: Embrapa, 2005, 6p. (Circular Técnica, 65).

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Cultivares de milho para silagem. In: CRUZ, J. C. **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p.11-37.

CRUZ, J.C.; VIANA, J.H.M.; ALVARENGA, R.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; SANTANA, D.P.; PEREIRA, F.T.F.; HERNANI, L.C. **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: Embrapa, 2007. 6p. (Sistemas de Produção, 2).

CRUZ, S.C.S. **Milho e *Brachiaria decumbens* em sistemas de integração lavoura-pecuária**. 2007. 78f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

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

DEKALB. **Espaçamento reduzido**. [s.l.:s.n.], 2008. Disponível em: <http://www.dekalb.com.br/espacamento_reduzido.aspx> Acesso em: 30 jul 2008.

DEKALB. **Sementes**. [s.l.:s.n.], 2008. Disponível em: <<http://www.dekalb.com.br/sementes.aspx>> Acesso em: 30 jul 2008.

DELLA FLORA, L.P.; ERNANI, P.R.; CASSOL, P.C. Mobilidade de cátions e correção da acidez de um Cambissolo em função da aplicação superficial de calcário combinado com sais de potássio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.31, n.6, p.1592-1598, 2007.

DIJKSTRA, F. Integração lavoura e gado de leite em sistema de plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 8, 2002, Águas de Lindóia. **Resumos...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2002. p.105-109.

DOMINGUES, L.A.S. **Milho em plantio direto sobre *Brachiaria brizantha* no sistema integração agricultura-pecuária**. 2004. 55f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

DÖWICH, I. O sistema plantio direto (SPD) e a integração lavoura pecuária (ILP) no Oeste Baiano. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 8, 2005, Tangará da Serra. **Anais...** Tangará da Serra: Gráfica e Editora Sanches, 2005. p.108-114.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA. **Manual de métodos de análise do solo.** Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Rio de Janeiro: Embrapa, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja:** região central do Brasil 2007. Londrina: Embrapa, 2006, 225p. (Sistemas de Produção, 11).

FABRÍCIO, A.C.; KURIHARA, C.H.; HERNANI, L.C.; PRIMAVESI, O.; WIETHOLTER, S.; MIRANDA, L.N.; SOUZA, D.M.G. Correção do solo. In: SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. **Sistema plantio direto:** o produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa, 1998. p.127-133.

FAGERIA, N.K. Efeito da calagem na produção de arroz, feijão, milho e soja em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p. 1419-1424, 2001.

FALLEIRO, M.; SOUZA, C.M.; SILVA, C.S.W.; SEDIYAMA, C.S.; SILVA, A.A.; FAGUNDES, J.L. **Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.27, n.6, p.1097-1104, 2003.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de milho.** Guaíba: Agropecuária, 2000. 360p.

FANCELLI, A.L. Por que fazer plantio direto. In: _____. **Guia para plantio direto.** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2000. p.16-29.

FARIAS, J.R.B. Déficit hídrico em culturas. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 8, 2005, Tangará da Serra. **Anais...** Tangará da Serra: Gráfica e Editora Sanches, 2005. p.146-151.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA – FEBRAPDP. **Área de plantio direto**. Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2008. Disponível em: <<http://www.febrapdp.org.br/port/plantiodireto.html>>. Acesso em: 16 jul 2008.

FERREIRA, S.M. Rotação de culturas e coberturas de solo no sistema de plantio direto nos Cerrados. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 7, 2003, Sorriso. **Anais...** Cuiabá: EdUFMT, 2003. p.33-36.

FERREIRA, R.R.M.; TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; FERREIRA, V.M. Atributos físicos de cambissolo sob diferentes manejos de pastagens em sistemas extensivo: influência na dinâmica das águas pluviais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, Gramado, 2007. **Anais...** Gramado: SBCS. 1 CD-ROM.

FIETZ, C.R.; URCHEI, M.A. Deficiência hídrica da cultura da soja na região de Dourados (MS). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.2, p.262-265, 2002.

FIGUEIREDO, L.H.A.; DIAS JUNIOR, M.S.; FERREIRA, M.M. Umidade crítica de compactação e densidade do solo máxima em resposta a sistemas de manejo num Latossolo Roxo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.24, n.3, p.487-493, 2000.

FLORES, J.P.C.; ANGHINONI, I.; CASSOL, L.C.; CARVALHO, P.C.F.; LEITE, J.G.D.B.; FRAGA, T.I. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.31, n.4, p.771-780, 2007.

FLOSS, E.L. Aveia e semeadura direta: cobertura e renda. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v.1, n.56, p.21-28, 2000.

FOLONI, J.S.; CALONEGO, J.C.; LIMA, S.L. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.8, p.947-953, 2003.

FREDDI, O.S.; CENTURION, J.F.; BEUTLER, A.N.; ARATANI, R.G.; LEONEL, C.L. Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.31, n.4, p.627-636, 2007.

FREITAS, P.L. Por que iniciar o SPD – princípios e noções básicas. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 8, 2005, Tangará da Serra. **Anais...** Tangará da Serra: Gráfica e Editora Sanches, 2005. p.193-197.

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

FURLANI, C.E.A.; GAMERO, C.A.; LEVIEN, R.; LOPES, A.; SILVA, R.P. Desempenho operacional de uma semeadora-adubadora de precisão, em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.388-395, 2004.

GABRIEL FILHO, A.; PESSOA, A.C.S; STROHHAecker, L.; HELMICH, J.J. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura de mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.953-957, 2000.

GARCIA, S.M.; RIGHES, A.A. Vertical Mulching e manejo da água em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.833-842, 2008.

GARCIA, R.; ROCHA, F.C.; BERNARDINO, F.S.; GOBBI, K.F. Forrageiras utilizadas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A.A.; AGNES, E.L. **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária.** Viçosa: UFV, DFP, DFT, 2004. p.331-351.

GATIBONI, L.P.; SAGGIN, A.; BRUNETTO, G.; HORN, D.; FLORES, J.P.C.; RHEINHEIMER, D.S.; KAMINSKI, J. Alterações nos atributos químicos de solo arenoso pela calagem superficial no sistema plantio direto consolidado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p.283-290, 2003.

GENRO JUNIOR, S.A.; REINERT, D.J.; e REICHERT, J.M. Variabilidade temporal da resistência à penetração de um latossolo argiloso sob semeadura direta com rotação de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p.477-484, 2004.

GONÇALVES, W.G.; JIMENEZ, R.L.; ARAÚJO FILHO, J.V.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; PIRES, F.R. Sistema radicular de plantas de cobertura sob compactação do solo. **Engenharia Agrícola**, Viçosa-MG, v.26, n.1, p.67-75, 2006.

GOUVÊA FILHO, A.J. **Comportamento de duas variedades de soja submetidas a doses de potássio e épocas de semeadura**. 2003. 24f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.

GREGO, C.R. **Sistemas de manejo do solo e da cobertura vegetal na cultura da soja (*Glycine max* (L) Merrill) semeada com dois mecanismos sulcadores**. 2002. 139f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

HECKLER, J.C.; HERNANI, L.C.; PITOL, C. Palha. In: SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 1998. p.37-49.

HERNANDEZ, F.B.T.; LEMOS FILHO, M.A.F.; BUZETTI, S. Software **HIDRISA e o balanço hídrico de Ilha Solteira**. Ilha Solteira: FE/UNESP, 1995. 45 p. (Série Irrigação, 1).

HERNANI, L.C. Adequação do solo para a implantação do sistema plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 8, 2002, Águas de Lindóia. **Resumos...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2002. p.115-116.

JULIATTI, F.C.; POLIZEL, A.C.; JULIATTI, F.C.; AZEVÊDO, L.A.; ZAMBOLIM, L. Manejo integrado de doenças da soja com ênfase na ferrugem asiática em plantio direto. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A.A.; AGNES, E.L. **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa: UFV, DFP, DFT, 2004. p.73-115.

KAMINSKI, J.; SANTOS, D.R.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G.; SILVA, L.S. Eficiência da calagem superficial e incorporada precedendo o sistema plantio direto em um argissolo sob pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.573-580, 2005.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia**: relação solo-água-planta. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 264p.

KLEIN, V.A.; CAMARA, R.K. Rendimento da soja e intervalo hídrico ótimo em latossolo vermelho sob plantio direto escarificado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.31, n.2, p.221-227, 2007.

KLEIN, V.A.; VIEIRA, M.L.; DURIGON, F.F.; MASSING, J.P.; FÁVERO, F. Porosidade de aeração de um Latossolo Vermelho e rendimento de trigo em plantio direto escarificado. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.365-371, 2008.

KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D.; RIBEIRO, C.M.; FERRARO, L.A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.1, p.97-104, 2000.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema Santa Fé. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. p.409-441.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Uso da integração lavoura-pecuária na recuperação de pastagens degradadas. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. p.185-223.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F. Desempenho de culturas anuais sobre palhada de braquiária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. p.501-522.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F. Manejo sustentável dos solos dos Cerrados. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. p.61-104.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. p.131-141.

LANDERS, J.N. Como iniciar o plantio direto. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4, 1999, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU/APDC, 2000. p.201-216.

LANZANOVA, M.E.; NICOLOSO, R.S.; LOVATO, T.; ELTZ, F.L.F.; AMADO, T.J.C.; REINERT, D.J. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.31, n.5, p.1131-1140, 2007.

LAZARINI, E. **Comportamento da cultura da soja (*Glycine max* (L) Merrill) em Selvíria – MS: época de semeadura, qualidade fisiológica de sementes e irrigação**. 2001. 130f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2001.

LEONEL, F.P.; COSTA, M.G.; PEREIRA, J.C.; SILVA, C.J.; SILVA, A.A.; LARA, L.A. Integração agricultura e pecuária I: consórcio capim braquiária e milho: produção de matéria seca, proteína, e nutrientes digestíveis totais por área. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. 1 CD ROM.

LEVIEN, R. **Condições de cobertura e métodos de preparo do solo para implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.)**. 1999. 305f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

LIMA, R.C. **Produtividade da forragem do milho em função de atributos físicos do solo sob plantio direto na Fazenda Bonança de Pereira Barreto (SP)**. 2007. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2007.

LOMBARDI-NETO, F.; DECHEN, S.C.F.; CONAGIN, A.; BERTONI, J. Rotação de culturas: análise estatística de um experimento de longa duração em Campinas (SP). **Bragantia**, Campinas, v.61, n.2, p.127-141, 2002.

LOPES, M.N.T. **Efeitos de sistemas de manejo do solo e de doses de nitrogênio em interação pastagem/soja**. 2001. 51f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

LUZ, P.H.C.; HERLING, V.R.; BRAGA, G.J.; OLIVEIRA, P.P.A. Uso da calagem na recuperação e manutenção da produtividade das pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21, 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p.63-100.

MACEDO, M.C.M. Integração lavoura e pecuária: alternativa para sustentabilidade da produção animal. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 18, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.257-283.

MACHADO, L.A.Z.; SALTON, J.C.; PRIMAVESI, O.; FABRÍCIO, A.C.; KICHEL, A.N.; MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H.; GUIMARÃES, C.M. Integração agricultura-pecuária. In: SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 1998. p.217-232.

MAGNABOSCO, C.U.; FARIA, C.U.; BALBINO, L.C.; BARBOSA, V.; MARTHA JÚNIOR, G.B.; VILELA, L.; BARIONI, L.G.; BARCELLOS, A.O.; SAINZ, R.D. Desempenho do componente animal: experiência do programa de integração lavoura e pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. p.461-495.

MARCHÃO, R.L.; BRASIL, E.M.; DUARTE, J.B.; GUIMARÃES, C.M.; GOMES, J.A. Densidade de plantas e características agrônomicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entrelinhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.35, n.2, p.93-101, 2005.

MARCHÃO, R.L.; BALBINO, L.C.; SILVA, E.M.; SANTOS JUNIOR, J.D.G.; SÁ, M.A.C.; VILELA, L.; BECQUER, T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.6, p.873-882, 2007.

MARCOLAN, A.L.; ANGHINONI, I. Atributos físicos de um argissolo e rendimento de culturas de acordo com o revolvimento do solo em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.30, n.1, p.163-170, 2006.

MARCOLAN, A.L.; ANGHINONI, I.; FRAGA, T.I.; LEITE, J.G.D.B. Recuperação de atributos físicos de um Argissolo em função do seu revolvimento e do tempo de semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.31, n.3, p.571-579, 2007.

MARQUES, J.P. **Efeito dos sistemas de manejo do solo e da cobertura de entressafra a cultura da soja (*Glycine max* L)**. 2002. 244f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

MEGDA, M.M.; CARVALHO, M.P.; VIEIRA, M.X.; ANDREOTTI, M. PEREIRA, E.C. Correlação linear e espacial entre a produtividade de feijão e a porosidade de um latossolo vermelho de selvíria (MS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.32, n.2, p.781-788, 2008.

MEIRA, F.A. **Fontes e modos de aplicação do nitrogênio na cultura do milho**. 2006. 46f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade e Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

MELLO, J.C.A.; VILLAS BOAS, R.L.; LIMA, E.V.; CRUSCIOL, C.A.C.; BÜLL, L.T. Alterações nos atributos químicos de um Latossolo distroférico decorrentes da granulometria e doses de calcário em sistemas plantio direto e convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.553-561, 2003.

MELLO, J.S. Consideração sobre a produção animal no sistema plantio direto para o inverno de 2003. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v.1, n.74, p.18-19, 2003.

MELLO, L.M.M. **Efeitos de diferentes sistemas de preparo do solo na cultura da soja (*Glycine max* (L) Merrill) e sobre algumas propriedades de um latossolo vermelho escuro de Cerrado**. 1988, 132f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1988.

MELLO, L.M.M. **Integração agricultura-pecuária em plantio direto: atributos físicos e cobertura residual do solo, produção de forragem e desempenho econômico**. 2001, 72f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2001.

MELLO, L.M.M. Integração lavoura-pecuária de corte em sistema plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 8, 2002, Águas de Lindóia. **Resumos...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2002. p.117-120.

MELLO, L.M.M. Plantio direto de pastagens. **Panorama Rural**, São Paulo, v.1, n.18, p.73, 2000.

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

MEROTTO JÚNIOR, A.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A.F.; HAVERROTH, H.S. A desuniformidade de emergência reduz o rendimento de grãos de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 595-601, 1999.

MORAES, M.F.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; COSCIONE, A.R. Mobilidade de íons em solo ácido com aplicação de calcário, ácido orgânico e material vegetal em superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.31, n.4, p.673-684, 2007.

MUZILLI, O. Gestão da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 8, 2002, Águas de Lindóia. **Resumos...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2002. p.171.

NARIMATSU, K.C.P. **Plantio direto de soja sobre *Brachiaria brizantha* no sistema integração agricultura-pecuária**. 2004. 59f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2004.

NICOLODI, M.; ANGHINONI, I.; GIANELLO, C. Indicadores da acidez do solo para recomendação de calagem no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.32, n.1, p.237-247, 2008.

NICOLOSO, R.S.; LANZANOVA, M.E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.6, p.1799-1805, 2006.

OLIVEIRA, I.P.; YOKOYAMA, L.P. Implantação e condução do sistema barreira. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. p.267-302.

OLIVEIRA, P.P.A.; BOARETTO, A.E.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, W.S.; CORSI, M. Liming and fertilization to restore degraded *Brachiaria decumbens* pastures grown on an entisol. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.60, n.1, p.125-131, 2003.

PÁDUA, T.R.P.; SILVA, C.A.; MELO, L.C.A. Calagem em latossolo sob influência de coberturas vegetais: neutralização da acidez. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.30, n.5, p.869-878, 2006.

PANTANO, A.C. **Semeadura de braquiária em consórcio com o milho em diferentes espaçamentos na integração agricultura-pecuária em plantio direto**. 2003. 60f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.

PASCHOALETTE, W.R. **Modos e épocas de aplicação de calcário na implantação do sistema plantio direto com a cultura da soja**. 2003. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.

PASCOALETTO, A.; COSTA, L.M. Influência de sucessão de culturas sobre as características agrônômicas do milho (*Zea mays* L) em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.31, n.1, p.61-64, 2001.

PAULA JÚNIOR, T.J.; VIEIRA, R.F.; ZAMBOLIM, L. Manejo integrado de doenças do feijoeiro em plantio direto. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A.A.; AGNES, E.L. **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa: UFV, DFP, DFT, 2004. p.11-44.

PAVAN, M.A.; OLIVEIRA, E.L. Calagem em plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2000. p.125-126.

PEDROTTI, A.; SANTOS, T.T.; HOLANDA, F.S.R.; BARRETO, M.C.V.; MELO, C.O.V.; NASCIMENTO, C.F.B.; SANTOS, C.S.; VIÉGAS, P.R.A. Sistemas de cultivo e sucessão de culturas na matéria orgânica de um argissolo com milho-doce no tabuleiro costeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE PLANTIO DIRETO E MEIO AMBIENTE, 1, 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2005. p.141-143.

PEREIRA, J.C. As pastagens no contexto dos sistemas de produção de bovinos. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A.A.; AGNES, E.L. **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa: UFV, DFP, DFT, 2004. p.287-330.

PEREIRA, J.P.G. **Influência entre três sistemas de preparo de solo em diferentes épocas na cultura do milho (*Zea mays* L)**. 2000. 115f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

PEREIRA, J.R.A. **Entendendo a qualidade da sua silagem**. Santa Cruz do Sul: Pioneer, 2006. p.10-11. (Informativo, 23).

PICANÇO, M.C.; PEREIRA, J.L.; GONRING, A.H.R.; SILVA, A.A.; BARROS, E.C. Impacto da integração agricultura-pecuária no manejo integrado de pragas. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A.A.; AGNES, E.L. **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa: UFV, DFP, DFT, 2004. p.171-205.

PIRES, J.L.F.; COSTA, J.A., THOMAS, A.L.; MAEHLER, A.R. Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.1541-1547, 2000.

PITOL, C.; GOMES, E.L.; ERBES, E.I. Avaliação de cultivares de soja em plantio direto sobre brachiárias. In: FUNDAÇÃO MS. **Resultados de pesquisas e experimentação: safra 2000/01**. Maracaju: Fundação MS, 2001. p.40-48.

PONTES, J.R.V. **Manejo da vegetação espontânea, desempenho dos equipamentos e efeito na cultura do milho (*Zea mays* L)**. 1999. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

PORTO, M.P.; VARGAS, A.F.C.; MARCHEZAN, E.; TELÓ, G.M.; BORGES, F.F.; OLIVEIRA, C.A. **Desempenho de cultivares de milho em áreas de rotação com arroz Irrigado no ano agrícola**. Pelotas: Embrapa. 2005. 11p. (Circular técnica, 44).

PRADO, R.M. Efeito residual do calcário sob diferentes modos de incorporação antes da instalação do sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p.478-482, 2003.

PRADO, R.M.; NATALE, W. Uso da grade aradora superpesada, pesada e arado de discos na incorporação de calcário em profundidade e na produção de milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.167-176, 2004.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A.C.; CORRÊA, L.A.; ARMELIN, M.J.A.; FREITAS, A.R. **Calagem em pastagem de *Brachiaria decumbens* recuperada com adubação nitrogenada em cobertura**. São Carlos: Embrapa, 2004. 32p. (Circular Técnica, 37).

RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: IAC, 1996. 285p. (Boletim técnico, 100).

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

RALISCH, R.; MIRANDA, T.M.; OKUMURA, R.S.; BARBOSA, G.M.C.; GUIMARÃES, M.F.; SCOPEL, E.; BALBINO, L.C. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho Amarelo do Cerrado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.4, p.381-384, 2008.

RALISCH, R.; TAVARES FILHO, J. Compactação do solo em sistemas de plantio direto: causas, efeitos e prevenção. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 8, 2002, Águas de Lindóia. **Resumos...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2002. p.125-127.

RESCK, D.V.S. O potencial de sequestro de carbono em sistemas de produção de grãos sob plantio direto no Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE PLANTIO DIRETO E MEIO AMBIENTE, 1, 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2005. p.72-80.

RICCE, W.S.; MELCHIADES, C.J.C.; ALVES, S.J. Avaliação de forrageiras anuais de verão em sistema integrado de lavoura e pecuária sob plantio direto na região de Londrina. In: SIMPÓSIO SOBRE PLANTIO DIRETO E MEIO AMBIENTE, 1, 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2005. p.247-249.

ROSA JÚNIOR, E.J. **Efeitos de sistemas de manejo na cultura do milho (*Zea mays* L) em um latossolo roxo na região de Dourados (MS)**. 2000. 112f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

ROOS, L.C. Plantio direto na palha – agricultura do 3º milênio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2000. p.40-41.

SABATKE, D.; CANALLI, L.B.; CAIRES, E.F. Produção de soja e alterações de atributos químicos do solo em função de resíduos de plantas de cobertura após a aplicação de calcário em sistema plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE PLANTIO DIRETO E MEIO AMBIENTE, 1, 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2005. p.162-164.

SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; PICCOLO, M.C.; FEIGL, B.E.; BUCKNER, J.; FORNARI, A.; SÁ, M.F.M.; SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; VENZKE-FILHO, S.P.; PAULLETI, V.A. contribuição dos resíduos culturais nos comportamentos da matéria orgânica e os mecanismos de seqüestro de carbono em solos sob o sistema plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE PLANTIO DIRETO E MEIO AMBIENTE, 1, 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2005. p.44-52.

SALTON, J.C.; FABRÍCIO, A.C.; MACHADO, L.A.Z. Pastagens e o sistema plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 8, 2002, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2002. p.89-90.

SALTON, J.C. Potencial de seqüestro de carbono em sistemas de produção envolvendo pastagens e agricultura sob plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE PLANTIO DIRETO E MEIO AMBIENTE, 1, 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2005. p.81-89.

SANTOS, E.V. Utilização do sistema de plantio direto na renovação de pastagens. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A.A.; AGNES, E.L. **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa: UFV, DFP, DFT, 2004. p.269-285.

SANTOS, G.G.; SILVEIRA, P.M.; MARCHÃO, R.L.; BECQUER, T.; BALBINO, L.C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um latossolo vermelho do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.1, p.115-122, 2008.

SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O.; SPERA, S.T. Efeito de sistemas de produção mistos sob plantio direto sobre fertilidade do solo após oito anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.545-552, 2003.

SANTOS, H.P.; AMBROSI, I.; LHAMBY, J.C.B.; CARMO, C. Lucratividade e risco de sistemas de manejo de solo e de rotação e sucessão de culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.97-103, 2004.

SANTOS, L.M.R.; SANTOS, R.H.; ARENALES, M.N.; RAGGI, L.A. Um modelo para a programação de rotações de culturas. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v.27, n.3, p.535-547, 2007.

SANTOS, W.J. O complexo de pragas do algodoeiro no sistema de plantio direto. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 8, 2005, Tangará da Serra. **Anais...** Tangará da Serra: Gráfica e Editora Sanches, 2005. p.128-133.

SATURNINO, H.M. O sistema plantio direto como ferramenta para preservação de bacias hidrográficas. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 8, 2005, Tangará da Serra. **Anais...** Tangará da Serra: Gráfica e Editora Sanches, 2005. p.60-65.

SCALÉA, M. **Plantio direto**. Passo Fundo: Aldeia Norte Editora, 2007. 112p.

SCOPEL, É.; DOUZET, J.M.; SILVA, F.A.M.; CARDOSO, A.; MOREIRA, J.A.A.; FINDELING, A.; BERNOUX, M. Impactos do sistema de plantio direto com cobertura vegetal (SPDCV) sobre a dinâmica da água, do nitrogênio mineral e do carbono do solo do Cerrado Brasileiro. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v.22, n.1, p.169-183, 2005.

SECCO, D.; DA ROS, C.O.; FIORIN, J.E.; PAUTZ, C.V.; PASA, L. Efeito de sistemas de manejo nas propriedades físicas de um latossolo vermelho-escuro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.27, n.1, p.57-60, 1997.

SECCO, D.; DA ROS, C.O.; SECCO, J.K.; FIORIN, J.E. Atributos físicos e produtividade de culturas em um Latossolo Vermelho argiloso sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.29, n.3, p.407-414, 2005.

SECCO, D.; REINERT, J.D.; REICHERT, J.M.; DA ROS, C.O. Produtividade de soja e propriedades físicas de um Latossolo submetido a sistemas de manejo e compactação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.28, n.5, p.797-804, 2004.

SILVA, A.A.; JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L.R. Manejo de plantas daninhas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; SILVA, A.A.; AGNES, E.L. **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa: UFV, DFP, DFT, 2004. p.117-169.

SILVA, A.R.B. **Comportamento de variedades/híbridos de milho (*Zea mays* L) em diferentes tipos de preparo de solo**. 2000. 95f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 1990. 165p.

SILVA, J.M. **Silagem de forrageiras tropicais**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 5p. (Informe técnico, 51).

SILVA, M.A.; MAFRA, AL.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.544-552, 2005.

SILVA, M.A.S.; MAFRA, A.L.; ALBUQUERQUE, J.A.; DALLA ROSA, J.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Propriedades físicas e teor de carbono orgânico de um Argissolo Vermelho sob distintos sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.30, n.2, p. 329-337, 2006.

SILVA, P.C.; AYALA-OSUNA, J.; MORO, J.R.; PAIVA, L.M.; QUEIROZ, S.R.O.D.; MARTINS, M.R. Avaliação de híbridos interpopulacionais de milho quanto a características químicas e agronômicas para silagem. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v.2, n.3, p.111-120, 2003.

SILVA, R.R.; SILVA, M.L.N.; FERREIRA, M.M. Atributos físicos indicadores da qualidade do solo sob sistemas de manejo na bacia do alto do rio grande (MG). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.4, p.719-730, 2005.

SILVA, S.L. **Avaliação de semeadoras para de plantio direto**: demanda energética, distribuição longitudinal e profundidade de decomposição de sementes em diferentes velocidades de deslocamento. 2000. 123f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

SILVA, V.R.; REINERT, D.J.; REICHERT, J.M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.24, n.1, p.191-199, 2000.

SILVEIRA NETO, A.N.; SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F.; OLIVEIRA, L.F.C. Efeitos de manejo e rotação de culturas em atributos físicos do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.36, n.1, p.29-35, 2006.

SIQUEIRA, R. **Sistemas de preparo em diferentes tipos de coberturas vegetais do solo**. 1999. 191f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

SPAROVEK, G.; CORRECHEL, V.; BARRETTO, A.G.O.P. A dimensão dos impactos causados pela falta de conservação de solos em pastagens plantadas no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21, 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p.33-62.

SPERA, T.S.; SANTOS, H.P.; KOCHHANN, R.A.; DENARDIM, J.E.; SPERA, M.R.N. Compactação de solos sob sistema plantio direto no Sul do Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE PLANTIO DIRETO E MEIO AMBIENTE, 1, 2005, Foz do Iguaçu. **Anais...** Ponta Grossa: FEBRAPDP, 2005. p.238-240.

SPERA, T.S.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Efeito de pastagens de inverno e de verão em características físicas de solo sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1193-1200, 2006.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos do solo e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.28, n.3, p.533-542, 2004.

SOUSA, D.M.G. Correção do solo e adubação sob sistema plantio direto no Cerrado. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 7, 2003, Sorriso. **Anais...** Cuiabá: EdUFMT, 2003. p.147-154.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Brasília: Embrapa, 2004. p.81-96.

SOUZA, J.C. **Principais aspectos sobre as pragas do milho em plantios direto e convencional**. Lavras: Epamig, 2005. 4p. (Circular técnica, 180).

SOUZA NETO, J.M.; PEDREIRA, C.G.S. Caracterização do grau de degradação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 21, 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p.7-31.

STONE, L.F. Irrigação em SPD no Cerrado. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 8, 2005, Tangará da Serra. **Anais...** Tangará da Serra: Gráfica e Editora Sanches, 2005. p.52-54.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; KLUTHCOUSKI, J. Influência das pastagens na melhoria dos atributos físicos-hídricos do solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. p.173-181.

SUZUKI, L.E.A.S.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; LIMA, C.L.R. Grau de compactação, propriedades físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.8, p.1159-1167, 2007.

TAKAHASHI, C.M. **Mecanismos rompedores e rodas compactadoras de semeadora-adubadora para a cultura do milho (*Zea mays* L).** 2000. 60f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2000.

TEGAMI NETO, A.; BRANCALIÃO, S.R.; DE MARIA, I.C. Propriedades físicas de um latossolo vermelho em função do aporte de fitomassa no sistema plantio direto. In: SIMPÓSIO SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 1, Campinas, 2008. **Anais...** Campinas: CATI, 2008. p.169.

TEIXEIRA, C.F.A.; MORSELLI, T.B.G.A.; KROLOW, I.R.C.; SIMONETE, M.A. Atributos físico-hídricos de um solo cultivado com pastagem de azevém sob diferentes combinações de preparo e tratamento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v.37, n.2, p.117-123, 2006.

TIMOSSI, P.C.; DURIGAN, J.C.; LEITE, G.J. Formação de palhada por braquiárias para adoção do sistema plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.617-622, 2007.

TORMENA, C.A.; ARAÚJO, M.A.; FIDALSKI, J.; COSTA, J.M. Variação temporal do intervalo hídrico ótimo de um latossolo vermelho distroférico sob sistemas de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.31, n.2, p.211-219, 2007.

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

TORMENA, C.A.; FRIEDRICH, R.; PINTRO, J.C.; COSTA, A.C.S.; FIDALSKI, J. Propriedades físicas e taxa de estratificação de carbono orgânico num Latossolo Vermelho após dez anos sob dois sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.28, n.6, p.1023-1031, 2004.

TORMENA, C.A.; VIDIGAL FILHO, P.S.; GONÇALVES, A.C.A.; ARAÚJO, M.A.; PINTRO, J.C. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.8, n.1, p.65-71, 2004.

TORRES, E.; SARAIVA, O.F.; MOREIRA, J.A.A.; URCHEI, M.A.; HERNANI, L.C.; GAUDÊNCIO, C.A.; PRIMAVESI, O.; FRANZ, C.A.B. Compactação do solo. In: SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa, 1998. p.103-118.

TORRES, J.L.R.; PEREIRA, M.G.; ANDRIOLI, A.; POLIDORO, J.C.; FABIAN, A.J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.29, n.4, p.609-618, 2005.

TISSI, J.A.; CAIRES, E.F.; PAULETTI, V. Efeitos da calagem em semeadura direta do milho. **Bragantia**, Campinas, v.6, n.3, p. 405-413, 2004.

TREIN, C.R, COGO, N.P, LEVIEN, R. Métodos de preparo do solo na cultura do milho e ressemeadura do trevo, na rotação aveia+trevo/milho, após pastejo intensivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.15, p.105-111, 1991.

UNDERSANDER, D.; MERTENS, D.R.; THIEX, N. **Forage analyses procedures**. Omaha: National Forage Testing Association, 1993. p.130-131.

VASCONCELOS, R.C.; VON PINHO, R.G.; REZENDE, A.V.; PEREIRA, M.N.; BRITO, A.H. Efeito da altura de corte das plantas na produtividade de matéria seca e em características bromatológicas da forragem de milho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.6, p.1139-1145, 2005.

VIEIRA, M.L.; KLEIN, V.A. Propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v.31, n.6, p.1271-1280, 2007.

VILELA, L.; MACEDO, M.C.M.; MARTHA JÚNIOR, G.B.; KLUTHCOUSKI, J. Benefícios da integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. p.145-170.

VITTI, G.C.; LUZ, P.H.C. **Utilização agrônômica de corretivos agrícolas**. Piracicaba: FEALQ, 2004. p.61-72.

VITTI, G.C.; NUSSIO, L.G. Correção do solo e adubação de culturas de milho e sorgo de alta produtividade para ensilagem. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 4, 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1991. p.1-58.

VIZZOTTO, V.R.; MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.965-969, 2000.

VOMOCIL, J.A.; FLOCKER, W. J. Effect of soil compaction on storage and movement of soil air and water. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, St Joseph, v.4, n.1, p.242-246, 1961.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; CARVALHO, G.P. Potencialidade da integração lavoura- pecuária: relação planta-animal. **Revista Electrónica de Veterinaria**, Málaga, v.3, n.1, p.1-23, 2006.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **SANEST**: sistema de análise estatística para microcomputadores. Piracicaba: Ciagri/ESALQ-USP, 1991. 120p.

8. APÊNDICE

Apêndice 01. Dados pluviométricos registrados no período de condução do experimento, na Fazenda de Ensino e Pesquisa – UNESP – Campus de Ilha Solteira.

Dia	Ano/Meses																	
	2004					2005												
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
	Precipitação (mm)																	
01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32
02	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41
03	-	-	25	-	-	17	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
04	-	-	-	-	-	56	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49
05	-	-	-	36	-	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
06	-	-	-	-	41	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10
07	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12
08	-	-	-	-	20	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09	-	-	-	-	8	17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	2	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	50	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35
12	-	-	-	-	-	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	50	-	-	10	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	17	12	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-
15	-	-	5	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	4	-	-	65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	80
17	-	-	28	-	-	21	-	-	-	-	-	18	2	-	35	-	-	18
18	-	-	31	50	22	70	-	-	-	-	20	40	-	-	-	-	-	30
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	30
20	-	-	-	-	28	9	-	-	-	-	2,5	-	-	-	-	-	-	18
21	-	-	-	-	-	12	-	-	12	31	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	20	-	-	10	3	30	-	-	-	20	-	19	-	-
23	-	-	20	-	22	7	-	-	-	18	-	-	-	10	11	45	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	27	-	30	-	-	-	17	-	29	-	-
25	-	-	30	-	-	13	-	-	42	-	-	6	-	15	-	-	-	-
26	-	-	-	-	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-	-
27	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	23	-	27	-	42	20	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19	-	-	-
30	-	-	-	-	-	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-
31	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	0	23	222	221	163	566	65	87	60	109	50,5	64	2	62	88	133	355	

Fonte: FEPE – Selvíria (MS)

Apêndice 02. Dados pluviométricos registrados no período de condução do experimento, na Fazenda de Ensino e Pesquisa – UNESP – Campus de Ilha Solteira.

Dia	Ano/Meses								
	2006								
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
Precipitação (mm)									
01	-	-	-	-	-	-	-	-	20
02	45	-	-	-	-	-	18	-	-
03	15	9	-	-	-	-	-	-	-
04	41	-	37	-	-	-	-	-	-
05	4	-	27	-	-	-	-	-	-
06	18	-	22	42	-	-	-	-	-
07	20	10	30	-	-	-	-	-	-
08	35	19	10	-	-	-	-	-	-
09	-	29	-	-	-	-	-	-	-
10	8	30	-	-	-	-	-	-	-
11	-	57	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	22	8	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	32	-	-	-	-	-	-	5
17	-	27	-	-	-	-	-	-	-
18	-	9	-	-	-	-	-	-	-
19	42	12	-	-	4	-	-	-	-
20	-	14	-	-	20	-	-	-	-
21	-	42	-	-	20	-	-	-	-
22	-	10	9	-	10	-	-	-	5
23	-	18	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	31	-	-	-	-	-	-	-
26	3	-	20	-	-	11	-	30	-
27	18	-	-	-	-	-	-	30	-
28	40	19	-	-	-	-	-	-	-
29	12	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ	301	390	163	42	54	11	18	60	30

Fonte: FEPE – Selvíria (MS)

Apêndice 03. Temperaturas médias registradas no período de condução do experimento, na Fazenda de Ensino e Pesquisa – UNESP – Campus de Ilha Solteira.

Dia	Ano/Meses																
	2004					2005											
	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
	Precipitação (mm)																
01	18,0	28,4	20,5	26,1	27,1	27,7	26,1	28,9	28,7	20,9	22,5	24,1	23,1	18,3	23,6	23,0	23,7
02	24,1	28,8	20,4	28,6	26,1	27,5	26,1	28,3	28,7	21,3	23,6	24,0	24,1	14,8	26,7	24,5	23,9
03	25,7	28,4	18,9	29,1	26,1	24,0	25,7	26,3	26,6	22,7	24,1	24,3	23,6	20,4	27,3	26,5	24,1
04	25,6	27,4	22,5	23,5	24,3	22,7	26,3	26,5	26,6	24,2	24,5	23,4	23,9	25,9	29,5	24,4	25,8
05	24,1	29,2	24,9	24,7	26,8	23,4	26,6	26,8	27,9	23,8	23,6	22,4	24,6	25,9	26,5	27,7	24,2
06	22,6	30,1	25,0	23,3	25,6	23,5	25,6	26,8	28,9	23,7	23,0	17,0	24,6	25,2	26,8	29,1	22,1
07	18,3	30,4	22,6	26,0	25,2	27,3	26,0	28,7	29,2	23,7	22,7	16,0	22,8	25,3	29,2	29,0	22,5
08	16,4	30,7	23,8	24,9	25,3	26,8	26,2	29,8	28,8	24,8	23,4	17,8	21,4	24,8	30,3	27,2	23,6
09	17,0	29,8	28,5	28,0	26,4	26,0	26,1	29,2	28,5	24,0	23,5	18,8	15,0	27,4	27,5	26,0	25,4
10	19,4	28,4	28,7	28,0	24,0	25,9	26,5	30,5	29,0	25,6	23,9	18,6	14,0	28,6	28,5	25,1	27,9
11	21,6	27,6	25,4	22,0	24,7	26,0	20,1	30,5	28,3	26,1	24,5	20,7	17,6	26,4	29,2	28,9	26,5
12	21,0	22,7	26,6	22,7	24,9	25,3	21,0	31,0	28,6	26,9	24,4	21,2	19,6	19,3	29,4	26,5	25,6
13	20,1	18,4	25,0	23,8	26,8	26,6	21,6	31,1	28,5	26,1	24,1	21,7	21,6	15,8	29,6	26,9	26,5
14	20,7	22,4	23,3	27,2	28,7	28,7	25,9	25,4	28,8	26,2	24,1	22,2	23,5	19,1	29,0	28,2	26,8
15	22,0	23,3	25,6	24,4	28,2	28,8	27,1	24,9	28,6	26,6	24,5	22,7	25,4	23,7	27,4	29,2	26,5
16	23,1	23,5	27,3	23,4	28,2	25,9	28,9	25,7	28,1	26,8	24,5	24,5	26,1	22,4	28,6	30,1	25,0
17	24,3	24,3	22,8	24,7	26,5	25,4	29,6	27,8	28,3	27,0	24,3	17,3	26,9	21,1	26,7	28,2	25,6
18	24,2	26,9	23,9	23,9	26,6	25,6	29,6	27,7	28,4	26,3	19,8	11,5	22,1	24,4	23,6	27,0	25,3
19	25,3	28,8	24,0	23,0	25,1	25,1	29,3	26,4	28,6	26,2	22,2	12,8	22,6	22,2	21,4	26,8	21,8
20	25,9	29,6	23,3	23,6	24,5	25,0	30,3	25,9	26,9	26,0	20,3	16,7	24,8	22,8	24,0	28,5	24,3
21	26,6	30,2	23,6	24,7	24,6	25,1	29,5	24,6	25,5	24,7	20,3	22,3	25,6	23,3	26,0	28,6	25,6
22	24,9	30,9	26,1	25,7	22,4	26,9	29,2	25,6	26,1	17,6	19,7	24,6	26,5	21,5	22,1	26,2	26,7
23	24,9	30,9	23,8	27,7	22,3	27,2	29,3	25,8	27,3	19,7	20,6	18,7	26,9	19,9	25,7	24,6	27,7
24	25,5	29,5	23,6	29,2	26,0	26,8	31,2	24,1	27,8	25,3	21,3	16,7	23,7	20,8	27,6	24,5	26,6
25	28,0	30,6	21,6	29,9	26,4	26,7	31,1	26,0	21,7	20,1	21,3	16,5	19,1	20,4	27,7	25,7	26,8
26	28,7	31,9	23,6	30,2	22,9	23,6	28,1	25,8	19,2	18,3	21,3	16,2	23,0	22,0	26,3	24,3	26,8
27	24,1	31,8	24,4	27,5	25,3	23,5	26,8	25,6	21,3	21,1	22,2	19,3	26,9	21,6	28,5	25,3	27,3
28	25,3	31,8	24,1	25,5	27,2	24,7	27,7	26,5	22,6	22,9	21,9	22,9	29,0	22,2	28,0	25,6	27,5
29	23,1	22,7	24,8	26,0	28,3	24,9	-	27,9	23,3	23,5	24,1	25,2	29,9	25,5	22,7	26,6	27,2
30	25,3	23,9	28,8	27,1	27,6	25,9	-	28,1	21,8	23,6	24,1	24,9	30,0	26,1	24,4	23,4	26,1
31	25,7	-	27,4	-	26,3	27,3	-	28,5	-	23,2	-	23,8	27,9	-	23,7	-	26,2
Média	23,3	27,8	24,3	25,8	25,8	25,8	27,1	27,3	26,7	23,8	22,8	20,3	23,7	22,6	26,7	26,6	25,5

Fonte: LHI – UNESP – Ilha Solteira (SP)

Apêndice 04. Temperaturas médias registradas no período de condução do experimento, na Fazenda de Ensino e Pesquisa – UNESP – Campus de Ilha Solteira.

Dia	Ano/Meses								
	2006								
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set
	Precipitação (mm)								
01	25,4	26,8	27,4	26,5	23,3	24,0	23,0	19,7	23,7
02	24,7	28,1	28,2	26,4	23,5	22,3	18,7	21,8	20,1
03	25,1	27,7	28,2	27,0	19,4	22,4	21,3	23,3	18,2
04	22,9	30,4	28,9	27,0	17,0	24,0	21,6	25,2	16,7
05	23,0	28,3	26,7	26,2	17,1	23,8	21,1	27,3	13,8
06	24,3	26,8	25,8	23,4	19,6	23,1	21,1	29,7	17,4
07	25,9	27,5	23,5	23,6	19,9	23,6	23,1	26,6	24,9
08	26,6	24,7	26,0	25,7	20,1	23,0	24,9	25,8	25,9
09	25,2	24,8	27,4	24,7	19,6	22,5	25,1	26,0	22,5
10	27,0	23,9	27,3	25,3	19,2	22,9	26,1	26,5	24,2
11	25,7	25,2	26,5	24,9	19,1	21,8	25,7	27,6	26,8
12	27,0	24,9	26,2	25,5	18,0	22,1	24,7	28,0	26,5
13	28,1	27,0	25,9	26,3	19,4	23,1	23,9	28,3	27,5
14	28,3	25,8	27,1	27,1	20,3	23,0	22,8	28,4	29,2
15	28,9	24,5	26,6	27,9	19,9	22,0	22,2	28,6	28,9
16	29,1	25,3	27,1	25,9	19,8	22,1	21,7	28,6	25,2
17	30,1	24,8	26,3	25,0	20,8	22,1	22,1	25,7	24,9
18	27,9	26,3	26,9	24,1	21,7	22,0	22,3	23,4	25,1
19	26,6	25,4	27,5	22,8	21,4	24,4	21,8	22,5	25,7
20	26,6	26,4	26,9	23,8	20,4	23,4	21,9	22,2	23,3
21	28,5	26,1	27,4	24,2	19,3	23,3	23,9	18,7	22,1
22	29,7	26,2	27,9	25,8	20,0	22,8	25,0	18,3	23,4
23	28,5	22,7	26,3	26,0	19,7	23,0	25,9	20,7	25,7
24	30,0	24,6	27,1	26,2	20,3	23,4	25,2	24,1	21,7
25	27,5	25,2	24,8	26,9	21,4	23,9	25,9	27,5	22,8
26	26,8	26,5	25,2	26,2	22,5	21,4	25,8	24,8	23,4
27	27,2	26,4	25,0	25,2	23,4	15,8	26,2	23,2	29,3
28	25,2	26,8	26,7	24,9	22,9	16,5	26,2	20,8	26,0
29	23,3	-	25,1	23,5	22,8	16,7	19,0	20,5	24,4
30	25,3	-	26,0	23,7	23,9	21,3	16,0	19,2	25,0
31	25,7	-	27,4	-	24,2	-	15,8	25,5	-
Σ	26,6	26,0	26,6	25,4	20,6	22,2	22,9	24,5	23,8

Fonte: LHI – UNESP – Ilha Solteira (SP)

Apêndice 05. Defensivos agrícolas utilizados no experimento.

Ano agrícola/ cultura	Data	Classe	Ingrediente Ativo	Produto Comercial (p.c.)	Dose (p.c.)
2004/05 soja	25/11/04	fungicida	Carbendazin	Derosal 500 SC	50 mL / 50 kg sementes
	23/12/04	inseticida	Methomyl	Lannatte BR	600 mL ha ⁻¹
	28/12/04	herbicida	Lactofen	Cobra	500 mL ha ⁻¹
	28/12/04	herbicida	Chlorimuron	Classic	50 g ha ⁻¹
	14/01/05	herbicida	Haloxifope-R, Metílico	Galant R	500 mL ha ⁻¹
	14/01/05	inseticida	Teflubenzuron	Nomolt 150	
2004/05 milho	26/11/04	inseticida	Thiodicarb	Futur 300	2 L / 100 kg sementes
	23/12/04	inseticida	Methomyl	Lannatte BR	600 mL ha ⁻¹
	28/12/04	herbicida	atrazine + S- Metolachlor	Primestra Gold	4 L ha ⁻¹

Cont.

2005/06 soja	13/12/05	fungicida	Tolyfluamid	Euparen M 500 PM	100 g / 100 kg sementes
	13/12/05	fungicida	Carbendazin	Derosal 500 SC	60 mL / 100 kg sementes
	06/01/06	inseticida	Methomyl	Lannate BR	500 mL ha ⁻¹
	06/01/06	herbicida	Lactofen	Naja	500 mL ha ⁻¹
	06/01/06	herbicida	Chlorimuron Ethyl	Classic	40 g ha ⁻¹
	11/01/06	herbicida	Haloxifope-R, Metílico	Gallant R	500 mL ha ⁻¹
	23/02/06	fungicida	Pyraclostrobin + Epoconazole	Opera	500 mL ha ⁻¹
	23/02/06	inseticida	Endosulfan	Thiodan 350 CE	1,5 L ha ⁻¹
2005/06 milho	13/12/05	inseticida	Thiodicarb	Futur 300	2 L / 100 kg sementes
	06/01/06	inseticida	Methomyl	Lannate BR	800 mL ha ⁻¹
	06/01/06	inseticida	Teflubenzuron	Nomolt 150	100 mL ha ⁻¹
	06/01/06	herbicida	Atrazine + S- Metolachlor	Primestra Gold	4 L ha ⁻¹

Apêndice 06. Valores médios para P, MO, K, H+Al, Al e CTC na camada de 0-10 cm na área cultivada com soja (2004/05).

FV		P	MO	K	H+Al	Al	CTC
		(mg dm ⁻³)	(g dm ⁻³)	-----mmol _c dm ⁻³ -----			
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	10,25	43,63	3,31	27,38	0	94,21
	CM	10,38	44,38	3,86	25,25	0	91,76
	PC	9,00	46,25	3,41	25,50	0	94,46
Seqüências de culturas (S)	Rotação	9,58	44,75	3,28	26,67	0	93,48
	Monocultivo	10,17	44,75	3,78	25,42	0	93,48

Apêndice 07. Valores médios de P, MO, K, H+Al, Al e CTC para camada de 10-20 cm na área cultivada com soja (2004/05).

FV		P	MO	K	H+Al	Al	CTC
		(mg dm ⁻³)	(g dm ⁻³)	mmol _c dm ⁻³			
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	3,00	31,13	1,16	36,50	1,88	71,49
	CM	5,00	32,75	1,28	34,63	1,38	73,28
	PC	3,00	33,75	1,13	33,50	0,88	76,53
Seqüências de culturas (S)	Rotação	3,58	32,00	1,12	36,00	1,58	73,20
	Monocultivo	3,75	33,08	1,26	33,75	1,17	74,32

Apêndice 08. Valores médios de P, MO, K, H+Al, Al e CTC na camada de 20-30 cm na área cultivada com soja (2004/05).

FV		P	MO	K	H+Al	Al	CTC
		(mg dm ⁻³)	(g dm ⁻³)	mmol _c dm ⁻³			
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	3,00	19,13	0,58	37,63	2,50	53,58
	CM	2,88	18,75	0,53	31,88	2,63	50,28
	PC	3,25	18,63	0,64	38,00	4,00	51,01
Seqüências de culturas (S)	Rotação	2,92	18,25	0,53	35,08	2,83	51,93
	Monocultivo	3,17	19,42	0,63	36,58	3,25	51,31

Apêndice 09. Coeficientes de correlação simples entre a massa verde e massa seca e o pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 0-10 cm na área cultivada com soja (2004/05).

	pH	Ca	Mg	SB	V
	(mmol _c dm ⁻³)				(%)
Massa verde (kg ha ⁻¹)	-0,159	0,055	0,143	0,095	-0,089
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-0,388	-0,142	-0,123	-0,160	-0,160

Apêndice 10. Coeficientes de correlação simples entre a massa verde e massa seca e o pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 10-20 cm na área cultivada com soja (2004/05).

	pH	Ca	Mg	SB	V
	(mmol _c dm ⁻³)				(%)
Massa verde (kg ha ⁻¹)	-0,251	0,004	-0,233	-0,030	-0,112
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-0,071	-0,070	-0,220	-0,072	-0,069

Apêndice 11. Coeficientes de correlação simples entre a massa verde e massa seca e o pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 20-30 cm na área cultivada com soja (2004/05).

	pH	Ca	Mg	SB	V
	(mmol _c dm ⁻³)				(%)
Massa verde (kg ha ⁻¹)	-0,085	0,086	-0,155	-0,039	-0,095
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-0,149	0,306	0,021	-0,067	-0,115

Apêndice 12. Coeficientes de correlação simples entre a massa verde e massa seca e a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 0-10 cm na área cultivada com soja (2004/05).

	Macro	Micro	P. total	Densidade
	(m ³ m ⁻³)			(kg dm ⁻³)
Massa verde (kg ha ⁻¹)	-0,366	0,394	-0,074	0,112
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-0,412*	0,486*	-0,072	0,284

*Significativo a 5% de probabilidade.

Apêndice 13. Coeficientes de correlação simples entre a massa verde e massa seca e a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 10-20 cm na área cultivada com soja (2004/05).

	Macro	Micro	P. total	Densidade
	(m ³ m ⁻³)			(kg dm ⁻³)
Massa verde (kg ha ⁻¹)	-0,008	0,164	0,105	0,084
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-0,183	0,334	-0,038	0,055

Apêndice 14. Coeficientes de correlação simples entre a massa verde e massa seca e a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 20-30 cm na cultura da soja (2004/05).

	Macro	Micro	P. total	Densidade
	(m ³ m ⁻³)			(kg dm ⁻³)
Massa verde (kg ha ⁻¹)	-0,230	0,228	-0,107	0,199
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-0,195	0,244	-0,058	0,154

Apêndice 15. Valores médios de P, MO, K, H+Al, Al e CTC na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2004/05).

FV		P	MO	K	H+Al	Al	CTC
		(mg dm ⁻³)	(g dm ⁻³)	mmol _c dm ⁻³			
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	8,25 b	44,38 b	1,53	25,75	0	91,20
	CM	11,63 ab	45,63 ab	1,63	24,25	0	90,73
	PC	13,63 a	43,63 a	2,03	27,00	0	95,58
Seqüências de culturas (S)	Rotação	13,58 a	46,58	1,68	26,50	0	93,68
	Monocultivo	8,75 b	45,83	1,78	24,83	0	91,33

Médias na mesma coluna, seguidas por letras diferentes, diferem entre si em nível de significância a 5% pelo teste de Tukey.

Apêndice 16. Valores médios de P, MO, K, H+Al, Al e CTC na camada de 10-20 cm na área cultivada com milho (2004/05).

FV		P	MO	K	H+Al	Al	CTC
		(mg dm ⁻³)	(g dm ⁻³)		mmol _c dm ⁻³		
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	2,63	33,13	0,88	34,75	0,50	73,25
	CM	2,63	31,63	0,81	31,88	0,63	68,79
	PC	4,50	35,00	0,90	32,88	0,63	79,80
Seqüências de culturas (S)	Rotação	3,58	33,42	0,88	35,00 a	0,67	74,30
	Monocultivo	2,92	33,08	0,84	31,33 b	0,50	73,59

Médias na mesma coluna, seguidas por letras diferentes, diferem entre si em nível de significância a 5% pelo teste de Tukey.

Apêndice 17. Valores médios de P, MO, K, H+Al, Al e CTC na camada de 20-30 cm na área cultivada com milho (2004/05).

FV		P	MO	K	H+Al	Al	CTC
		(mg dm ⁻³)	(g dm ⁻³)		mmol _c dm ⁻³		
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	2,75	18,75	0,96	40,75	4,00	53,79
	CM	2,50	18,00	0,50	33,75	2,88	48,63
	PC	4,13	19,50	0,49	33,00	2,38	51,04
Seqüências de culturas (S)	Rotação	2,83	19,00	0,55	36,25	2,58	51,02
	Monocultivo	3,42	18,50	0,75	35,42	3,58	51,28

Apêndice 18. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca e o pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2004/05).

	pH	Ca	Mg	SB	V
		(mmol _c dm ⁻³)			(%)
Produção (kg ha ⁻¹)	0,029	0,145	0,405*	0,184	0,194
Massa verde (kg ha ⁻¹)	-0,0004	0,152	0,320	0,188	0,128
Massa seca (kg ha ⁻¹)	0,024	-0,039	0,089	0,011	0,035

*Significativo a 5% de probabilidade.

Apêndice 19. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca e o pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 10-20 cm na área cultivada com milho (2004/05).

	pH	Ca	Mg	SB	V
	(mmol _c dm ⁻³)				(%)
Produção (kg ha ⁻¹)	0,251	0,288	0,236	0,321	0,372
Massa verde (kg ha ⁻¹)	0,089	0,241	0,145	0,227	0,225
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-0,044	-0,147	-0,063	-0,142	-0,111

Apêndice 20. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca e o pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 20-30 cm na área cultivada com milho (2004/05).

	pH	Ca	Mg	SB	V
	(mmol _c dm ⁻³)				(%)
Produção (kg ha ⁻¹)	0,312	0,224	0,440*	0,090	0,302
Massa verde (kg ha ⁻¹)	0,252	0,351	0,303	0,180	0,280
Massa seca (kg ha ⁻¹)	0,261	0,141	0,076	0,249	0,238

*Significativo a 5% de probabilidade.

Apêndice 21. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca e a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 0-10 cm na cultura do milho (2004/05).

	Macro	Micro	P. total	Densidade
	(m ³ m ⁻³)			(kg dm ⁻³)
Produção (kg ha ⁻¹)	0,108	-0,210	-0,050	-0,258
Massa verde (kg ha ⁻¹)	-0,089	0,029	-0,159	-0,081
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-0,109	0,253	0,020	-0,074

Apêndice 22. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca e a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 10-20 cm na área cultivada com milho (2004/05).

	Macro	Micro ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	P. total	Densidade (kg dm^{-3})
Produção (kg ha^{-1})	0,193	-0,051	0,075	-0,091
Massa verde (kg ha^{-1})	-0,035	0,135	0,034	0,166
Massa seca (kg ha^{-1})	-0,190	0,337	-0,005	0,090

Apêndice 23. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca e a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 20-30 cm na área cultivada com milho (2004/05).

	Macro	Micro ($\text{m}^3 \text{m}^{-3}$)	P. total	Densidade (kg dm^{-3})
Produção (kg ha^{-1})	0,126	-0,049	-0,024	-0,288
Massa verde (kg ha^{-1})	0,023	-0,006	-0,013	-0,134
Massa seca (kg ha^{-1})	-0,178	-0,043	-0,092	-0,011

Apêndice 24. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca e a população inicial, população final e porcentagem de sobrevivência na cultura do milho (2004/05).

	População inicial (plantas ha^{-1})	População final	Porcentagem de sobrevivência (%)
Produção (kg ha^{-1})	-0,252	-0,134	0,216
Massa verde (kg ha^{-1})	-0,142	0,148	0,497*
Massa seca (kg ha^{-1})	-0,198	0,043	0,436*

*Significativo a 5% de probabilidade.

Apêndice 25. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca de e a altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo na cultura do milho (2004/05).

	Alt. de planta	Alt. ins. de espiga (m)	Diâmetro do colmo (cm)
Produção (kg ha ⁻¹)	0,336	-0,043	0,604**
Massa verde (kg ha ⁻¹)	0,375	0,067	0,541**
Massa seca (kg ha ⁻¹)	0,071	0,201	0,307

**Significativo a 1% de probabilidade.

Apêndice 26. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos e a massa verde, massa seca de massa de 100 grãos na cultura do milho (2004/05).

	Produção	Massa verde (kg ha ⁻¹)	Massa seca
Produção (kg ha ⁻¹)	-	0,792**	0,443*
Massa de 100 grãos (g)	0,639**	0,391	0,150

**Significativo a 1% e * significativo a 5% de probabilidade.

Apêndice 27. Valores médios de P, MO, K, H+Al, Al e CTC na camada de 0-10 cm na área cultivada com soja (2005/06).

FV		P (mg dm ⁻³)	MO (g dm ⁻³)	K	H+Al	Al	CTC
					mmol _c dm ⁻³		
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	11,13	38,63	3,19	29,88	0	82,13
	CM	10,25	39,00	1,84	24,63	0	87,93
	PC	10,00	39,25	2,39	25,75	0	83,86
Seqüências de culturas (S)	Rotação	13,08 a	39,25	2,29	27,75	0	81,96
	Monocultivo	7,83 b	38,67	2,65	25,75	0	87,32

Médias na mesma coluna, seguidas por letras diferentes, diferem entre si em nível de significância a 5% pelo teste de Tukey.

Apêndice 28. Valores médios de P, MO, K, H+Al, Al e CTC na camada de 10-20 cm na área cultivada com soja (2005/06).

FV		P	MO	K	H+Al	Al	CTC
		(mg dm ⁻³)	(g dm ⁻³)	mmol _c dm ⁻³			
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	6,88 ab	24,63	1,90	43,13 a	2,38 a	64,60
	CM	5,00 b	26,25	0,96	31,13 b	0,88 b	60,09
	PC	8,75 a	26,50	0,79	34,50 ab	1,00 b	64,94
Seqüências de culturas (S)	Rotação	6,67	25,75	0,94	36,67	1,08	63,08
	Monocultivo	7,08	25,83	1,49	35,83	1,75	63,34

Médias na mesma coluna, seguidas por letras diferentes, diferem entre si em nível de significância a 5% pelo teste de Tukey.

Apêndice 29. Valores médios de P, MO, K, H+Al, Al e CTC na camada de 20-30 cm na área cultivada com soja (2005/06).

FV		P	MO	K	H+Al	Al	CTC
		(mg dm ⁻³)	(g dm ⁻³)	mmol _c dm ⁻³			
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	2,75	18,75	0,96	3,25	4,00	53,79
	CM	2,50	18,00	0,50	6,25	2,88	48,63
	PC	4,13	19,75	0,51	5,13	2,00	52,29
Seqüências de culturas (S)	Rotação	2,83	19,17	0,57	4,33	2,33	51,85
	Monocultivo	3,42	18,50	0,75	5,42	3,58	51,28

Apêndice 30. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca e o pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 0-10 cm na área cultivada com soja (2005/06).

	pH	Ca	Mg	SB	V
	(mmol _c dm ⁻³)				(%)
Produção (kg ha ⁻¹)	-0,280	-0,083	-0,177	-0,183	-0,268
Massa verde (kg ha ⁻¹)	-0,515**	-0,335	-0,331	-0,271	-0,416*
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-0,538**	-0,391	-0,386	-0,325	-0,450*

*Significativo a 5% e * significativo a 1% de probabilidade.

Apêndice 31. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca e o pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 10-20 cm na área cultivada com soja (2005/06).

	pH	Ca	Mg	SB	V
	(mmol _c dm ⁻³)				(%)
Produção (kg ha ⁻¹)	-0,072	-0,087	0,157	0,125	0,004
Massa verde (kg ha ⁻¹)	-0,375	-0,255	-0,099	-0,162	-0,342
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-0,394	-0,283	-0,142	-0,196	-0,369

Apêndice 32. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca e o pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 20-30 cm na área cultivada com soja (2005/06).

	pH	Ca	Mg	SB	V
	(mmol _c dm ⁻³)				(%)
Produção (kg ha ⁻¹)	0,052	0,510*	0,230	0,145	0,094
Massa verde (kg ha ⁻¹)	-0,274	-0,091	-0,051	0,012	-0,273
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-0,289	-0,117	-0,068	-0,013	-0,287

*Significativo a 5% de probabilidade.

Apêndice 33. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca e a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 0-10 cm na área cultivada com soja (2005/06).

	Macro	Micro	P. total	Densidade
	(m ³ m ⁻³)			(kg dm ⁻³)
Produção (kg ha ⁻¹)	-0,265	0,127	-0,252	0,263
Massa verde (kg ha ⁻¹)	0,039	-0,286	-0,095	-0,028
Massa seca (kg ha ⁻¹)	0,008	-0,250	-0,116	0,0008

Apêndice 34. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca e a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 10-20 cm na área cultivada com soja (2005/06).

	Macro	Micro (m ³ m ⁻³)	P. total	Densidade (kg dm ⁻³)
Produção (kg ha ⁻¹)	-0,121	-0,258	-0,320	0,171
Massa verde (kg ha ⁻¹)	-0,232	-0,269	-0,404*	0,219
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-0,197	-0,273	-0,366	0,184

*Significativo a 5% de probabilidade.

Apêndice 35. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca e a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 20-30 cm na área cultivada com soja (2005/06).

	Macro	Micro (m ³ m ⁻³)	P. total	Densidade (kg dm ⁻³)
Produção (kg ha ⁻¹)	-0,064	-0,069	-0,109	0,087
Massa verde (kg ha ⁻¹)	0,043	-0,192	-0,060	-0,076
Massa seca (kg ha ⁻¹)	0,063	-0,184	-0,033	-0,080

Apêndice 36. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca e a população inicial, população final e porcentagem de sobrevivência na cultura da soja (2005/06).

	População inicial (plantas ha ⁻¹)	População final	Porcentagem de sobrevivência (%)
Produção (kg ha ⁻¹)	0,298	0,359	0,405*
Massa verde (kg ha ⁻¹)	0,477*	0,499*	0,235
Massa seca (kg ha ⁻¹)	0,441*	0,480*	0,278

*Significativo a 5% de probabilidade.

Apêndice 37. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca e a altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, diâmetro do caule e número de vagens por planta na cultura da soja (2005/06).

	Alt. de planta	Alt. ins. 1 ^a vagem (cm)	Diâmetro do caule	Nº de vag./planta
Produção (kg ha ⁻¹)	0,559**	0,396	0,080	-0,138
Massa verde (kg ha ⁻¹)	0,645**	0,330	0,067	-0,197
Massa seca (kg ha ⁻¹)	0,631**	0,359	0,073	-0,196

**Significativo a 1% de probabilidade.

Apêndice 38. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos e a massa verde, massa seca de massa de 100 grãos na cultura da soja (2005/06).

	Produção	Massa verde (kg ha ⁻¹)	Massa seca
Produção (kg ha ⁻¹)	-	0,513*	0,507*
Massa de 100 grãos (g)	0,478*	-0,096	-0,103

*Significativo a 5% de probabilidade.

Apêndice 39. Valores médios de P, MO, K, H+Al, Al e CTC na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2005/06).

FV		P (mg dm ⁻³)	MO (g dm ⁻³)	K	H+Al	Al	CTC
		mmol _c dm ⁻³					
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	13,75	38,88	2,61	27,88	0	89,75
	CM	11,25	37,00	2,61	25,00	0	84,19
	PC	10,63	37,63	2,24	28,75	0	81,98
Seqüências de culturas (S)	Rotação	10,67	37,33	2,81	28,75	0	84,80
	Monocultivo	13,08	38,33	2,17	25,67	0	85,81

Apêndice 40. Valores médios de P, MO, K, H+Al, Al e CTC na camada de 10-20 cm na área cultivada com milho (2005/06).

FV		P	MO	K	H+Al	Al	CTC
		(mg dm ⁻³)	(g dm ⁻³)	mmol _c dm ⁻³			
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	7,00	29,38	0,71	36,38	1,25	64,79
	CM	6,25	25,75	1,15	32,88	1,38	63,80
	PC	7,25	26,38	0,83	34,88	1,25	61,62
Seqüências de culturas (S)	Rotação	6,58	27,08	0,95	35,50	1,33	62,97
	Monocultivo	7,08	27,25	0,84	33,92	1,25	63,84

Apêndice 41. Valores médios de P, MO, K, H+Al, Al e CTC na camada de 20-30 cm na área cultivada com milho (2005/06).

FV		P	MO	K	H+Al	Al	CTC
		(mg dm ⁻³)	(g dm ⁻³)	mmol _c dm ⁻³			
Condicionamentos físico do solo (C)	SM	3,50	21,13	0,50	34,25	3,38	49,85
	CM	2,75	18,38	0,61	31,38	2,13	48,81
	PC	3,00	18,75	0,46	35,00	3,25	50,01
Seqüências de culturas (S)	Rotação	3,33	18,92	0,56	35,42	2,58	52,13
	Monocultivo	2,83	18,92	0,49	31,67	3,25	46,99

Apêndice 42. Coeficientes de correlação simples entre a massa verde e massa seca e o pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2005/06).

	pH	Ca	Mg	SB	V
	(mmol _c dm ⁻³)				(%)
Massa verde (kg ha ⁻¹)	-0,145	-0,242	-0,221	-0,211	-0,100
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-0,163	-0,316	-0,272	-0,262	-0,136

Apêndice 43. Coeficientes de correlação simples entre a massa verde e massa seca e o pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 10-20 cm na área cultivada com milho (2005/06).

	pH	Ca	Mg	SB	V
	(mmol _c dm ⁻³)				(%)
Massa verde (kg ha ⁻¹)	0,056	-0,085	-0,059	-0,052	0,022
Massa seca (kg ha ⁻¹)	0,049	-0,095	-0,062	-0,064	0,005

Apêndice 44. Coeficientes de correlação simples entre a massa verde e massa seca e o pH, Ca, Mg, SB e V% na camada de 20-30 cm na área cultivada com milho (2005/06).

	pH	Ca	Mg	SB	V
	(mmol _c dm ⁻³)				(%)
Massa verde (kg ha ⁻¹)	0,054	0,181	0,207	0,186	0,060
Massa seca (kg ha ⁻¹)	0,049	0,147	0,174	0,167	0,044

Apêndice 45. Coeficientes de correlação simples entre a massa verde e massa seca e a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 0-10 cm na área cultivada com milho (2005/06).

	Macro	Micro	P. total	Densidade
	(m ³ m ⁻³)			(kg dm ⁻³)
Massa verde (kg ha ⁻¹)	-0,094	0,133	-0,041	0,059
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-0,097	0,168	-0,021	0,064

Apêndice 46. Coeficientes de correlação simples entre a massa verde e massa seca e a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 10-20 cm na área cultivada com milho (2005/06).

	Macro	Micro	P. total	Densidade
	(m ³ m ⁻³)			(kg dm ⁻³)
Massa verde (kg ha ⁻¹)	0,010	0,345	0,269	0,190
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-0,011	0,366	0,245	0,235

Apêndice 47. Coeficientes de correlação simples entre a massa verde e massa seca e a macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo na camada de 20-30 cm na área cultivada com milho (2005/06).

	Macro	Micro (m ³ m ⁻³)	P. total	Densidade (kg dm ⁻³)
Massa verde (kg ha ⁻¹)	-0,137	0,174	0,013	0,344
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-0,142	0,190	0,017	0,344

Apêndice 48. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca e a população inicial, população final e porcentagem de sobrevivência na cultura do milho (2005/06).

	População inicial (plantas ha ⁻¹)	População final	Porcentagem de sobrevivência (%)
Massa verde (kg ha ⁻¹)	-0,012	0,048	0,115
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-0,006	0,043	0,098

Apêndice 49. Coeficientes de correlação simples entre a produção de grãos, massa verde e massa seca e a altura de planta, altura de inserção de espiga e diâmetro do colmo na cultura do milho (2005/06).

	Alt. de planta	Alt. ins. de espiga (m)	Diâmetro do caule (cm)
Massa verde (kg ha ⁻¹)	0,679**	0,587**	0,563**
Massa seca (kg ha ⁻¹)	0,641**	0,561**	0,520**

**Significativo a 1% de probabilidade.

Apêndice 50. Coeficientes de correlação simples entre a massa verde e a massa seca de forragem e a proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) e nitrogênio digestível total (NDT) na cultura do milho (2005/06).

	Massa seca (kg ha ⁻¹)	PB	FDN	FDA	NDT
Massa verde (kg ha ⁻¹)	0,988**	0,211	-0,362	-0,09	0,090
Massa seca (kg ha ⁻¹)	-	0,207	-0,395	-0,146	0,146
PB (%)	-	-	-0,259	-0,152	0,154
FDN (%)	-	-	-	0,875**	-0,875**
FDA (%)	-	-	-	-	-0,999**

**Significativo a 1% de probabilidade.