

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**PLANTIO DIRETO DE SOJA SOBRE *Brachiaria*
brizantha NO SISTEMA INTEGRAÇÃO
AGRICULTURA-PECUÁRIA**

KAREM CRISTINE PIROLA NARIMATSU

Engenheira Agrônoma

Prof. Dr. LUIZ MALCOLM MANO DE MELLO

Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Campus de Ilha Solteira - UNESP, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia - Área de concentração em Sistemas de Produção.

Ilha Solteira
São Paulo - Brasil
Novembro de 2004

“...Visitastes a terra e a regastes, cumulando-a de fertilidade. De água encheu-se a divina fonte e fizestes germinar o trigo. Assim, pois, fertilizastes a terra: irrigastes os seus sulcos, nivelastes as suas glebas; amolecendo-as com as chuvas, abençoastes a sua sementeira. Coroastes o ano com os vossos benefícios; onde passastes ficou a fartura. Umedecidas as pastagens do deserto, revestem-se de alegria as colinas. Os prados são cobertos de rebanhos, e os vales se enchem de trigais. Só há júbilos e cantos de alegria”.

(Sal 64, 10 - 14)

Aos meus pais

*Jorge Shigueru Narimatsu e Elza Pirola,
a minha profunda gratidão pela lição de vida que, sabiamente, me prestaram e continuam a
prestar e pelo carinho com que sempre me cercaram e que ajudaram a formar a pessoa que sou hoje.
Sem eles, eu não chegaria até aqui...*

DEDICO

À minha querida irmã

*Cristiane Pirola Narimatsu,
pelo apoio em todos os momentos e pela presença constante em meu coração...*

OFEREÇO

AMO VOCÊS

AGRADECIMENTOS

Manifesto a minha gratidão ao Professor Doutor Luiz Malcolm Mano de Mello, orientador desse trabalho, pela dedicação, confiança, apoio e principalmente, pela amizade, pela grande contribuição à minha vida acadêmica e à agricultura sustentável e incentivo ao sistema plantio direto... e cujas qualidades como pessoa, educador, profissional e amigo não podem ser expressas apenas em palavras... Jamais poderei ser suficientemente grata!

Agradeço, ainda:

A Deus, que me deu a necessária coragem para atingir os meus objetivos.

À Universidade Estadual Paulista - Campus de Ilha Solteira, seu corpo docente e funcionários, pela formação de Engenheira Agrônoma e pela valiosa oportunidade proporcionada para a realização desse curso.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – pela concessão da bolsa de estudo, possibilitando a realização dessa pesquisa.

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

Aos professores da banca examinadora desse trabalho, pelas sugestões.

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

Aos secretários do DEFERS, Ângela e Domingos e aos funcionários da Biblioteca, pela disposição.

Às funcionários da Seção de Pós-Graduação, Adelaide, Maria de Fátima e Onilda, pelo excelente atendimento.

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

Aos professores Edson Lazarini, João Luis Zocoler e Morel de Passos e Carvalho e às professoras Ana Maria Rodrigues Cassiolato, Kátia Luciene Maltoni, Marlene Cristina Alves e Regina Maria Monteiro de Castilho, pela amizade e pelo incentivo a esse trabalho.

Aos colegas Luis Augusto, Carlos Eduardo, Marcos Jr., André, Elisa, Gilberto e Ronaldo, pelo auxílio indispensável no desenvolvimento e condução do experimento.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, em especial à Danieli, Elisa, Flávia, Hélio, José Geraldo, Luis Augusto, Martha, Matheus e Rienni, pela amizade.

Aos alunos de Mecânica Aplicada e Mecanização Agrícola, pela amizade durante o Estágio Docência.

Aos funcionários: Senhor Claudionor, Itamar, Dona Maria, Valdivino e Ricardo, em nome dos quais, agradeço os demais funcionários dessa instituição, pelo carinho, amizade e palavras de incentivo.

Aos grandes amigos: Ana Cláudia, Angela, Bruno, Celso, Élcio, Dayane, Danieli, Fabiana, Flávia Y., Hélio T., Júlio, Lisânder, Magali, Martha, Matheus, Mônica e Reginaldo, por serem tão especiais.

Á belíssima amiga Elza Militão e à querida amiga de infância Débora Guariento, minhas amigas de fé e irmãs camaradas.

Á Monira Tarraf, pela cumplicidade e palavras amiga, nos momentos mais difíceis de minha vida.

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

Ao pessoal da Ti Ti Ti Calçados, pelo incentivo e carinho a mim dedicados.

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

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	iii
LISTA DE FIGURAS.....	v
RESUMO.....	vi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Atributos físicos do solo.....	3
2.1.1. Compactação no sistema integração agricultura-pecuária.....	3
2.1.2. Compactação x condicionamentos físicos do solo.....	5
2.2. Calagem.....	6
2.3. Condicionamentos físicos do solo.....	9
2.4. Sistema integração agricultura-pecuária.....	12
2.5. A cultura da soja.....	15
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Material.....	17
3.1.1. Campo experimental.....	17
3.1.2. Histórico da área.....	17
3.1.3. Solo.....	17
3.1.4. Máquinas e equipamentos.....	19
3.1.5. Outros materiais.....	19
3.1.6. Insumos básicos.....	20
3.1.6.1. Corretivo.....	20
3.1.6.2. Fertilizantes.....	20
3.1.6.3. Sementes.....	21
3.1.6.4. Inoculantes.....	21
3.1.6.5. Defensivos.....	21
3.2. Métodos.....	22
3.2.1. Delineamento experimental.....	22
3.2.2. Descrição dos tratamentos.....	22
3.2.3. Determinação de atributos químicos do solo.....	25
3.2.4. Determinação dos atributos físicos do solo.....	25
3.2.5. Avaliações na <i>Brachiaria brizantha</i>	25
3.2.5.1. Cobertura do solo.....	25

3.2.5.2. Produção de matéria seca.....	26
3.2.6. Ganho de peso dos animais.....	26
3.2.7. Avaliações na cultura da soja.....	26
3.2.7.1. População inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas.....	27
3.2.7.2. Características agronômicas da cultura da soja.....	27
3.2.7.2.1. Altura de planta e altura de inserção de primeira vagem..	27
3.2.7.2.2. Diâmetro do caule.....	27
3.2.7.2.3. Número de vagens por planta e número de grãos por vagem.....	27
3.2.7.3. Avaliações da produção da cultura da soja.....	28
3.2.7.3.1. Produção de grãos.....	28
3.2.7.3.2. Massa de 1000 grãos.....	28
3.2.7.4. Diagnose foliar.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1. Atributos químicos do solo.....	30
4.2. Atributos físicos do solo.....	31
4.3. Avaliações na <i>Brachiaria brizantha</i>	34
4.3.1. Cobertura do solo.....	34
4.3.2. Produção de matéria seca.....	36
4.4. Ganho de peso dos animais.....	37
4.5. Avaliações na cultura da soja.....	38
4.5.1. População inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas de soja.....	38
4.5.2. Características agronômicas da cultura da soja.....	39
4.5.2.1. Altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, diâmetro do caule, número de vagens por planta e número de grãos por vagem.....	39
4.5.3. Avaliação da produção da cultura da soja.....	41
4.5.3.1. Produção de grãos e massa de 1000 grãos.....	41
4.5.4 Diagnose foliar.....	43
4.6. Considerações.....	43
5. CONCLUSÕES.....	45
6. REFERÊNCIAS	46
7. APÊNDICE.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
01. Descrição morfológica e análise físico-química do Latossolo Vermelho Distroférrico de Selvíria-MS, da área experimental.....	18
02. Caracterização química do solo da área experimental nas camadas de 0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,40 m, antes da instalação do experimento.....	20
03. Seqüência de atividades desenvolvidas durante o período de condução do experimento.....	24
04. Valores médios de atributos químicos do solo, avaliados nas camadas de 0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m, em função dos condicionamentos físicos do solo e manejos da biomassa da braquiária.....	31
05. Valores médios dos atributos físicos do solo, avaliados na camada de 0 – 0,10 m, em função dos condicionamentos físicos do solo, manejos da biomassa da braquiária e das épocas de amostragens.....	32
06. Valores médios dos atributos físicos do solo, avaliados na camada de 0,10 – 0,20 m, em função dos condicionamentos físicos do solo, manejos da biomassa da braquiária e das épocas de amostragens.....	33
07. Valores médios dos atributos físicos do solo, avaliados na camada de 0,20 – 0,30 m, em função dos condicionamentos físicos do solo, manejos da biomassa da braquiária e das épocas de amostragens.....	34
08. Valores médios de porcentagem de cobertura do solo, avaliados em pontos fixos, no período entre a semeadura até a colheita da cultura da soja, em função dos condicionamentos físicos do solo e manejos da biomassa da braquiária.....	35
09. Valores médios de produção de matéria seca de <i>Brachiaria brizantha</i> , em função dos condicionamentos físicos do solo, manejos da biomassa da braquiária e das épocas de amostragens.....	36
10. Desdobramento da interação condicionamentos físicos do solo x épocas de amostragens, significativa para produção de matéria seca de <i>Brachiaria brizantha</i> (kg.ha ⁻¹).....	37
11. Desdobramento da interação manejos da biomassa da braquiária x épocas de amostragens, significativa para produção de matéria seca de <i>Brachiaria brizantha</i> (kg.ha ⁻¹).....	37

12. Valores médios de população inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas, em função dos condicionamentos físicos do solo e manejos da biomassa da braquiária.....	38
13. Desdobramento da interação condicionamentos físicos do solo x manejos da biomassa da braquiária, significativa para população final de plantas de soja (kg.ha^{-1}).....	39
14. Valores médios de características agronômicas da cultura da soja em função dos condicionamentos físicos do solo e manejos da biomassa da braquiária.	41
15. Valores médios de produção de grãos e massa de 1000 grãos de soja, em função dos condicionamentos físicos do solo e manejos da biomassa da braquiária.	42
16. Valores médios de teores de N, P, K, Ca, Mg e S, encontrados em folhas de soja, na época de florescimento pleno (R2), em função dos condicionamentos físicos do solo e manejos da biomassa da braquiária.....	43

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Esquema da área experimental.....	23
2. Esquema ilustrativo da metodologia de avaliação da cobertura do solo.....	26

NARIMATSU, K.C.P. **Plantio direto de soja sobre *Brachiaria brizantha* no sistema integração agricultura-pecuária.** Ilha Solteira, 2004. 59p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista.

RESUMO: O sistema integração agricultura-pecuária utilizando-se o plantio direto tem se mostrado técnica e economicamente eficiente, contribuindo para a transformação do panorama agrícola em muitas regiões brasileiras, oferecendo melhor aproveitamento da infra-estrutura da propriedade agrícola, melhoria na fertilidade do solo e na viabilidade econômica das duas atividades pelos aumentos de produtividade e rentabilidade. Neste sentido, o trabalho teve como principais objetivos, dentro do sistema integração agricultura-pecuária: a) avaliar a necessidade de mobilização do solo e incorporação de calcário para implantação da soja sobre *Brachiaria brizantha*; b) avaliar a viabilidade técnica do aproveitamento da pastagem para alimentação animal no período compreendido entre a correção do solo e a implantação da cultura da soja; c) avaliar o comportamento de alguns atributos químicos e físicos do solo; e d) avaliar a viabilidade de produção de soja sobre *Brachiaria brizantha*. O experimento foi conduzido no período compreendido entre Dezembro de 2002 a Abril de 2004, 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 três tratamentos principais, visando o condicionamento físico do solo e incorporação de calcário em Fevereiro de 2003, sendo: SM - Sem Mobilização do Solo - calcário na superfície, sem incorporação; CM - Cultivo Mínimo - incorporação de calcário com escarificador; e PC - Preparo Convencional - incorporação de calcário com grade pesada, seguido de gradagem leve. Os tratamentos secundários foram constituídos por três sistemas de manejos da biomassa da braquiária antecedentes à instalação da soja: Pastejo - A área foi destinada ao pastejo por animais bovinos em Julho de 2003. Após a retirada dos animais, esperou-se a rebrota da braquiária para dessecação em Novembro de 2003 e plantio direto da soja (cultivar MG/BR-46 Conquista) em Dezembro de 2003; Feno - Corte da braquiária para produção de feno (Julho), com dessecação em Novembro (após a rebrota) e plantio direto da soja; e Pousio - A área permaneceu em pousio desde a realização dos condicionamentos físicos do solo (Fevereiro de 2003) até a época de dessecação da braquiária e plantio direto da soja. Para as condições do experimento, os resultados permitiram concluir que: 1) é recomendada a mobilização do solo em áreas antigas de pastagens, para implantação da cultura da soja no 1º ano; 2) os sistemas utilizados provocaram impacto significativo nos atributos físicos

do solo, com redução da macroporosidade na época da colheita da soja, na camada de 0 – 0,10 m; 3) é viável utilizar as áreas de agricultura para pastejo no outono/inverno (entressafra); 4) a calagem em superfície mostrou-se eficiente, pois houve elevação da saturação por bases, para valores próximos a 70 %, na camada de 0 – 0,10 m, no 1º ano de instalação do sistema integração agricultura-pecuária; e 5) a implantação da cultura da soja em áreas de *Brachiaria brizantha*, com correção do solo mostrou-se viável, pois o nível de produtividade obtido foi semelhante ao obtido nas lavouras comerciais de sequeiro da região, em áreas ocupadas por agricultura há mais tempo.

PALAVRAS-CHAVE: calagem superficial, condicionamento físico do solo, rotação pasto-soja

NARIMATSU, K.C.P. **No tillage soybean over *Brachiaria brizantha* on the integrated agriculture-pasture system.** Ilha Solteira, 2004. 59p. Dissertation (Master) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista.

ABSTRACT: The agriculture-pasture integration utilizing no tillage has been shown to be a technical and economically efficient, contributing for the agriculture scenario transformation in many brazilian areas offering better usage of propriety's structure, improving soil fertility and the economic viability from the two activities for the increase in yield and gain. This way, the present search has as its main objective, inside the agriculture-pasture integration: a) evaluate the need of soil tillage and limestone incorporation for the soybean sowing over *Brachiaria brizantha*; b) evaluate the technical viability of forage usage for animal feed in the period between limestone application and soybean sowing; c) evaluate the behaviour some soil chemical and physical attributes; and d) evaluate the viability of soybean production over *Brachiaria brizantha*. The experiment was carried out in period between December 2002 until April 2004 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 RED LATOSSOL, very loamy. The experimental design utilized was a split plot, with three main treatments, which were to incorporate the limestone prepare the soil, being them: SM – Non Soil Mobilization – limestone over the ground without incorporation; CM – Minimum Tillage – limestone incorporation with the chisel; and PC – Conventional Tillage – limestone incorporation with a heavy plow, followed by a light plow. The secondary treatments were constituted by three braquiária forage management prior to the soybean sowing: Animal Grazing – the area was set for the animals to graze in July 2003. After removing the animals, we waited the forage re-growth for the area dissection and in November 2003 the soybean no tillage; Hay – Forage cut for hay production (July), dissection and in November the no tillage of soybean (cultivar MG/BR-46 Conquista) in December 2003; and Rest – The area were not prepared up to the area dissection and the soybean sowing under no tillage. For the experiment conditions, the results allowed to conclude that: 1) it is recommended the soil mobilization in old pasture areas, for the implantation of the soybean crop in its 1st year; 2) the systems utilized provoked significant impact on soil physical attributes, with reduction of macroporosity at epoch soil harvest, on the layer from 0 – 0,10 m; 3) it is viable to utilize agriculture area of animal feeding during fall/winter; 4) the limestone on the surface was efficient for the soil correction on the layer from 0 – 0,10 m, because there was increase of saturation by basis, for values near 70 %, on the 1st year of the system implantation; and 5) the implant soybean

crop under *Brachiaria brizantha*, with soil correction showed viable, because the level of yield obtained was similar what obtained in commercial agricultures no irrigated of region, in areas occupied by agriculture there are more time.

KEYWORDS: superficial limming, soil conditioning phisical, rotation pasture-soybean

1. INTRODUÇÃO

A produção de grãos está crescendo ano a ano no Brasil Central, porém na maioria dos casos, às custas de abertura, com desmatamento de novas áreas. No país, cerca de 180 milhões de hectares são ocupados por pastagens (SPAROVEK et al., 2004, p.35). O aumento de área plantada com agricultura pode-se dar sobre pastagens, já que 50 milhões encontram-se degradadas ou com algum grau de degradação (CEZAR, 2001; citado por LUZ et al., 2004, p.64), e destes a maior parte pertence ao gênero *Brachiaria*, com baixa produção de forragem e conseqüentemente, pequena capacidade de lotação animal.

Dentro dessa ótica, segundo Mello (2001, p.1), concilia-se a produção de grãos com a pecuária, tendo como objetivo 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.

Dentre as tecnologias mais recentes, que procuram viabilizar técnica e economicamente tanto a produção animal como a produção de grãos, está a integração agricultura-pecuária, que 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 pastagem ou na forma de feno ou silagem. Neste sistema, a pastagem aproveita as correções do solo e a adubação residual promovidas pela lavoura, que por sua vez se beneficia do condicionamento físico do solo e da palhada proporcionados pela pastagem.

Antes de sua instalação, há a 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 do sistema convencional para a implantação da soja no 1º ano, visando as correções físicas do solo e incorporação de corretivos. A proposta desse trabalho difere desta técnica por preconizar a implantação da soja em plantio direto, já no 1º ano, e o condicionamento físico do solo com gradagens e/ou escarificação, deve ser efetuado ainda na pastagem, entretanto, evitando períodos com chuvas de grande intensidade. 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 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 soja deve ser implantada em plantio direto sobre a palhada da pastagem dessecada.

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.

Neste sentido, o presente trabalho foi proposto, tendo como principais objetivos, dentro do sistema integração agricultura-pecuária:

1. Avaliar a necessidade de mobilização do solo e incorporação de calcário para implantação da soja sobre *Brachiaria brizantha*;
2. Avaliar a viabilidade técnica do aproveitamento da pastagem para alimentação animal no período compreendido entre a correção do solo e a implantação da cultura da soja;
3. Avaliar o comportamento de alguns atributos químicos e físicos do solo; e
4. Avaliar a viabilidade de produção de soja sobre *Brachiaria brizantha*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Atributos físicos do solo

2.1.1. Compactação no sistema integração agricultura-pecuária

O termo compactação refere-se à compressão do solo não saturado durante a qual existe um aumento da densidade e da resistência à penetração e diminuição da porosidade total, da macroporosidade, da permeabilidade e da infiltração de água em consequência da redução de seu volume causado pelo condicionamento físico inadequado (TREIN et al., 1991, p.105-111; TORRES et al., 1998, p.104; FIGUEIREDO et al., 2000, p.487).

Para Fregonesi et al. (2001, p.1018) as pastagens representam uma forma racional de conservação dos atributos físicos do solo, desde que bem manejadas, com reposição de nutrientes e lotação adequada. Segundo Stone et al. (2003, p.173-178) a utilização de gramíneas perenes, como as braquiárias, em consórcio ou rotação com culturas anuais, pode minimizar a degradação, pelo efeito benéfico nos atributos físico-hídricos do solo, em função do sistema radicular fasciculado, que tem maior facilidade de penetrar suas raízes em camadas compactadas.

Broch (2000, p.53-60) estudando a quantidade e a distribuição do sistema radicular de uma pastagem de *Brachiaria decumbens* observou que a gramínea apresentou 1.741 kg.ha⁻¹ de matéria seca de raízes até 1 m de profundidade, e que mais de 50 % deste total encontravam-se nos 4 cm superficiais. Segundo o autor, essas raízes, ao se decomporem provocam a descompactação natural da superfície do solo que se encontrava compactado pelo pisoteio dos animais, possibilitando maior infiltração de água, de ar e de nutrientes.

O pisoteio animal ou o condicionamento físico do solo podem compactá-lo, prejudicando o crescimento radicular e a produtividade das culturas (TREIN et al., 1991, p.105-111; ALBUQUERQUE et al., 2001, p.717-723). Para Kluthcouski e Aidar (2003, p.185) as plantas submetidas constantemente a estresses, como cortes, pastejo e pisoteio, necessitam condições físicas, químicas e biológicas de solo no mínimo iguais às culturas anuais exploradas economicamente. Segundo Cantarutti et al. (2001, p.828) um aspecto a ser considerado no que se refere à compactação do solo sob pastagem é de que o impacto causado pelo tráfego de animais pode ser reduzido pela cobertura do solo, que além da proteção física, que amortece o impacto do pisoteio, diminui a perda de água por evaporação, evitando ciclos de umedecimento e secamento. Machado et al. (1998, p.227) afirmaram que a lotação animal causa compactação quando não

permite uma sobra mínima de material orgânico para proteção do solo, causando apenas compactação superficial, em torno de 5 a 10 cm, problema que pode ser contornado facilmente com a utilização de semeadoras equipadas com facão para deposição do adubo.

Segundo Broch (2000, p.53-60) a compactação do solo sob pastagem é superficial (até 8 cm) e temporária. Para esse autor, tomando alguns cuidados no plantio, ela não trará problemas ao desenvolvimento 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 plantas forrageiras ocorre a formação de vários canais que permitem a infiltração de água, do ar e do deslocamento de nutrientes em profundidade, descompactando naturalmente o solo. Segundo o autor, abaixo dos 8 cm superficiais, o solo encontra-se descompactado devido à abundância e agressividade do sistema radicular e devido, também, à ausência de “pé de grade”.

Müller et al. (2001, p.1409-1418) verificaram que a degradação da pastagem diminuiu a cobertura do solo e o deixou exposto à chuva e ao pisoteio do gado, resultando em aumento da densidade e diminuição da porosidade total, em sua camada superficial.

Segundo Albuquerque et al. (2001, p.717-723) os animais devem ser retirados da área comum lavoura-pecuária, quando o solo estiver com umidade acima do ponto de friabilidade. Mello (2003, p.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 uma certa descompactação pelo sistema radicular. Floss (2000, p.24) 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.

Magalhães et al. (2001, p.7-13) observaram um aumento progressivo, ao longo dos anos, da densidade do solo na camada de 0 – 10 cm por efeito do pastejo, não afetando, entretanto, a produção de massa verde de *Brachiaria brizantha*. Mello (2001, p.59) trabalhando com pastejo rotacionado em sorgo forrageiro, observou compactação do solo na camada de 0 – 10 cm, com aumento dos valores de densidade e redução da macroporosidade do solo, porém na camada de 10 – 20 cm, a densidade e a porosidade do solo não sofreram modificações em função do pisoteio animal.

Salton et al. (2002, p.32-34) avaliaram as alterações físicas de um Latossolo Vermelho distroférico típico muito argiloso e concluíram que houve aumento da densidade e diminuição da macroporosidade do solo, na camada de 0 – 5 cm, em função do pisoteio dos animais.

Uhde et al. (1996, p.493-501) observaram redução na capacidade de infiltração de água no solo em área pastejada, embora não tenha havido diferenças significativas nos valores de densidade, macroporosidade e microporosidade do solo.

2.1.2. Compactação x condicionamentos físicos do solo

Albuquerque et al. (2001, p.717-723) em área submetida ao sistema plantio direto e preparo convencional, com pisoteio animal durante o inverno, verificaram que no plantio direto a maior compactação foi observada na superfície do solo e no preparo convencional, na camada de 10 – 20 cm, reduzindo os macroporos do solo e aumentando a resistência á penetração, afetando o crescimento e a produtividade da cultura do milho. Silva et al. (2000, p.191-199) avaliaram o efeito do pisoteio animal em pastejo contínuo durante o inverno/primavera e observaram menor densidade de raízes no sistema plantio direto em relação ao preparo convencional do solo, contudo não afetou a produção de grãos e de silagem de milho. Silva (2001, p.28) estudando as propriedades físicas de um Latossolo Vermelho de cerrado cultivado com soja verificou que a resistência do solo à penetração, na camada de 0 – 15 cm mostrou-se maior em relação às demais camadas, para as áreas com plantio direto e cultivo mínimo, em razão do aumento da densidade do solo em sua superfície e conseqüente, diminuição da macroporosidade e aumento da microporosidade do solo, ocasionada pelo pisoteio animal e tráfego de máquinas agrícolas.

Tormena et al. (2002, p.795-801) em latossolo vermelho distroférico de Araruna (PR) verificaram maiores valores de densidade e menores de macroporosidade do solo na camada de 0 – 10 cm no plantio direto e cultivo mínimo (escarificação com 30 cm), em relação ao preparo convencional (arado de aivecas com 25 cm e grade niveladora). Silveira et al. (1999, p.145-149) estudaram diferentes sistemas de condicionamentos físicos do solo e concluíram que a grade aradora diminuiu a densidade na camada superficial (0 – 10 cm), e o arado de aiveca, nas camadas mais profundas (10 – 20 e 20 – 30 cm); e o plantio direto aumentou a densidade e diminuiu a macroporosidade na camada superficial do solo.

Torres et al. (1998, p.112-113) relataram que é possível evitar a compactação do solo no sistema plantio direto, se implantado corretamente e bem manejado por um apropriado sistema de rotação de culturas, apesar de haver sempre pequeno aumento na densidade do solo, na camada superficial (0 – 10 cm), no entanto, este não limita a produção, podendo ser resolvido pela própria semeadora. Segundo os autores, em função da presença do material orgânico nessa camada, ocorre intensa atividade biológica e com o desenvolvimento de raízes, formação de canais e fendas, que possibilitam as trocas gasosas, o fluxo de água e o crescimento normal das plantas.

Em Argissolo Vermelho-Amarelo câmbico, cultivado por 10 anos sob diferentes sistemas de condicionamentos, Schaefer et al. (2001, p.765-769) concluíram que houve descontinuidade da macroporosidade na superfície do solo nos sistemas que envolveram o uso de grade pesada, notadamente entre 3 – 5 cm de profundidade, com presença de “pé de grade”, já o plantio direto proporcionou melhor continuidade entre os macroporos do solo.

Uma das formas de prevenir ou desfazer os possíveis adensamentos do solo não é apenas por meios mecânicos, mas também por meios biológicos. Segundo Torres et al. (1998, p.114) a presença de sistemas radiculares agressivos em processo de crescimento ou desenvolvimento criam espaços entre as partículas, produzem agregados porosos e funcionam como amortecedores aos processos geradores de adensamento, melhorando a dinâmica do ar e da água no solo.

Para Stone et al. (2003, p.178) o sistema radicular das forragens, principalmente do gênero *Brachiaria* e *Panicum*, descompacta e estrutura o solo, fornecendo condições para maior infiltração de água e de ar, melhorando suas propriedades físicas, químicas e biológicas e aumentando a eficiência da adubação mineral.

2.2. Calagem

A calagem é uma das práticas agrícolas que trazem maiores benefícios para o solo, a saber: diminuição da acidez; fornecimento de cálcio e magnésio; diminuição ou eliminação dos efeitos tóxicos do alumínio e manganês; aumento da disponibilidade de nutrientes, da capacidade de troca de cátions do solo e da atividade microbiana; melhoria da cobertura vegetal e das propriedades físicas do solo e contribuição para o desenvolvimento do sistema radicular, facilitando a absorção e a utilização dos nutrientes e da água pelas culturas (ALVARENGA et al., (1998, p.55; SOUZA e LOBATO, 2004, p.82).

Os materiais corretivos de acidez do solo mais usados na agricultura são rochas calcárias moídas, constituídas por misturas de minerais como a calcita e a dolomita, as quais possuem em sua composição carbonato de cálcio e/ou magnésio, que são poucos solúveis em água. Para que a acidez do solo seja neutralizada, as partículas de solo devem entrar em contato com o calcário ou com os produtos de sua transformação (PASCHOALETTE, 2003, p.6).

Segundo Malavolta (1985, p.334-337) as recomendações de calagem indicam que a incorporação seja feita na camada de 0 – 20 cm, entretanto, é aconselhável incorporar o calcário numa profundidade de 30 cm, pois, desse modo, as raízes terão um maior volume de solo para explorar, aproveitando melhor a água e os elementos minerais, ficando as plantas menos sujeitas a risco de falta de chuvas.

Quando se realiza a correção do solo por meio da calagem, a disponibilidade de nutrientes é aumentada (OLIVEIRA et al., 1999, p.10). No entanto, o aumento do pH (numa determinada faixa) diminui a disponibilidade de cobre, ferro, manganês e zinco, devendo ser complementados com a aplicação de fertilizantes, para elevar o nível de nutrientes do solo, que esteja baixo daquele considerado crítico exigido pelas plantas (SOUZA E LOBATO, 2004, p.82).

No início da década de 70 ocorreu o início da introdução de espécies forrageiras africanas do gênero *Brachiaria*, adaptando muito bem ao ecossistema cerrado, com solos ácidos e de baixa fertilidade natural, porém surgiu um sério problema decorrente do mau manejo das pastagens: a degradação e a queda da sustentabilidade (MACEDO, 2000, p.91). A recuperação de pastagens de braquiárias degradadas pode consistir pelo suprimento de corretivos e fertilizantes em deficiência, sendo estes simplesmente aplicados na superfície ou incorporados com preparo superficial ou completo do solo (ZIMMER et al. 1994, p.180).

Gatiboni et al. (2003, p.34-35) comentaram sobre a importância da correção da acidez nas áreas de pastagens, sobretudo quando da introdução de leguminosas no sistema integração agricultura-pecuária, proporcionando inúmeros benefícios ao solo, como: aumento da saturação por bases e da disponibilidade de nutrientes; aporte de cálcio e magnésio; neutralização de elementos tóxicos como o alumínio e o manganês; aumento da atividade microbiana; incremento da fixação biológica do nitrogênio pela simbiose das bactérias com leguminosas e aumento da economia na adubação nitrogenada.

Cruz et al. (1994, p.1303-1312) verificaram que a calagem aumentou a produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha*, *Andropogon gayanus* e *Panicum maximum* em latossolo vermelho escuro textura média de Jaboticabal (SP) e recomendam que quando a saturação por bases do solo for menor do que 50% deve-se fazer calagem, de forma a elevá-la a 70%, em caso de formação de pastagem.

Para Broch (1997, p.17) a baixa fertilidade do solo é um fator limitante na expansão do plantio direto de soja em áreas com pastagens degradadas de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*. Segundo o autor a utilização de áreas de campo nativo, tradicionalmente utilizado na criação extensiva de gado de corte, para cultivo de espécies de grãos no sistema plantio direto, geralmente apresentam solos ácidos que necessitam ser corrigidos para produzirem economicamente.

Para Caires et al. (2000, p.161-169) existem informações conflitantes a respeito da eficiência da aplicação de calcário em plantio direto, particularmente na correção da acidez do subsolo. Esses autores concluíram que a aplicação de calcário na superfície do solo, apresentou eficiência na correção da acidez do solo e subsolo, aumentando a produção de grãos das culturas em rotação, no referido sistema.

De acordo com Oliveira et al. (1999, p.20) uma prática que aumenta a disponibilidade de cálcio para as culturas e melhora as condições para o desenvolvimento do sistema radicular das plantas é o preparo do solo, em que o calcário é incorporado em maiores profundidades. Segundo os autores, esse procedimento é fundamental em regiões de cerrado, onde é comum a ocorrência de veranicos com efeitos drásticos na produção, pois as raízes bem desenvolvidas conseguem explorar camadas mais profundas, aumentando a resistência das culturas, à seca.

Kluthcouski e Aidar (2003, p.191) afirmaram que a melhor produção de forragem e de culturas anuais têm sido obtidos com a incorporação profunda e homogênea do corretivo, de acordo com a seqüência: espalhamento, incorporação superficial com grade e incorporação profunda com arado. Contudo, a técnica tradicional de correção da acidez, mediante incorporação de calcário ao solo com aração e gradagem, se contrapõe aos fundamentos do sistema plantio direto (PÖTTKER et al., 1998, p.10).

Segundo Vitti e Luz (2004, p.62) no sistema plantio direto, a aplicação de calcário em superfície tem sido eficaz em reduzir a acidez do solo. No entanto, Rheinheimer et al. (2000, p.797-805) estudando as alterações químicas do solo, em função da calagem superficial, a partir de pastagem natural, concluíram que antes de se iniciar o sistema plantio direto há a necessidade de utilização do sistema convencional, para correção da acidez superficial e subsuperficial. Leal (2003, p.33) observou que o calcário incorporado proporcionou uniformidade entre os valores de pH nas camadas de 0 – 5, 5 – 10 e 10 – 20 cm e verificou maior dificuldade de correção do pH nas camadas 5 – 10 e 10 – 20 cm, quando o calcário foi aplicado em superfície, para a implantação do sistema plantio direto.

A aplicação superficial do calcário, sem incorporação ao solo é uma prática freqüentemente utilizada para a correção de sua acidez, em lavouras cultivadas sob plantio direto, e a não mobilização do solo nesse sistema é uma condição desejada para preservação de características físicas, como agregação e infiltração de água do solo (PETRERE e ANGHINONI, 2001, p.886). Moreira et al. (2001, p.71-81) mencionaram que o efeito do calcário para correção da acidez é maior quando o mesmo é aplicado em superfície, uma vez que a incorporação o dilui numa camada mais espessa do solo.

Segundo Luz et al. (2004, p.98) a aplicação superficial de calcário promove reflexos significativos no perfil do solo, porém tem sua eficiência aumentada quando incorporado. Entretanto, de acordo com Broch (1997, p.17), a incorporação de corretivos no perfil do solo e o preparo convencional são práticas onerosas. Para o autor, no sistema plantio direto de soja os corretivos e os nutrientes são deixados na superfície do solo, preservando sua estrutura e biologia, reduzindo em torno de 80 % o consumo de óleo diesel, economizando, dessa forma, tempo e dinheiro.

Delavale (2001, p.87) ressaltou que a aplicação de calcário na superfície do solo seja realizada na mesma época onde geralmente ocorreria a aplicação com incorporação, ou seja, com antecedência de 60 dias antes da semeadura. Já Pöttker et al. (1998, p.24) concluíram que tanto para áreas de lavouras, onde o sistema plantio direto já foi iniciado, como para áreas oriundas de campo natural, o calcário a ser aplicado deve ser de boa qualidade e distribuído pelo menos 6 meses antes da semeadura da cultura da soja.

Segundo Leandro (2001, p.32) é possível que ocorra deslocamento mecânico de partículas de calcário pelos canais formados por raízes mortas mantidas intactas em razão da ausência de condicionamento físico do solo e pela atividade da macrofauna, movimentando o calcário em profundidades, nas galerias formadas.

2.3. Condicionamentos físicos do solo

Segundo Anjos et al. (1994, p.139-145) e Oliveira et al. (2003, p.291) o condicionamento físico do solo é a operação mais importante porque atua diretamente sobre a sua estrutura, afetando uma série de outras propriedades, especialmente a densidade e porosidade do solo, as quais tendem a se diferenciar de sua condição natural com o decorrer do tempo. O efeito do condicionamento do solo nas suas propriedades físicas varia consideravelmente conforme o tipo de equipamento empregado, o tipo de solo e seu teor de água no momento da operação. É importante conhecer esses efeitos, pois por afetar a densidade e a porosidade do solo, interfere diretamente no desenvolvimento e na produtividade das culturas (SILVEIRA et al., 1999, p.145-149).

Para Pedrotti et al. (2001, p.522) o condicionamento físico do solo, além de propiciar melhores condições de semeadura, visa controlar plantas daninhas, pragas e doenças e melhorar os atributos físicos do solo, buscando principalmente maior infiltração de água e de ar e redução da resistência mecânica do solo à penetração. No entanto, esses objetivos nem sempre são alcançados, principalmente quando o cultivo é inadequado e intenso.

Freitas e Bernardi (2003, p.59) ressaltaram que os condicionamentos físicos do solo considerados convencionais, como o preparo intensivo com o uso de arados, grades e subsoladores, além de exigir o uso cada vez mais intenso de fertilizantes, corretivos e pesticidas são os responsáveis pela degradação física, química e biológica do solo, pulverizando excessivamente a camada arável, formando camadas compactadas, resultando em perda da capacidade produtiva e redução da matéria orgânica.

A adoção de métodos de condicionamentos físicos do solo, como o cultivo mínimo e o sistema plantio direto, que promovem menor revolvimento do solo e a adoção de rotação de culturas com inclusão de gramíneas e leguminosas, acarretam com o tempo, em melhoria das

características químicas, restrita inicialmente às camadas superficiais (BAYER e MIELNICZUK, 1997, p.235-239).

Segundo Moreira (1997, p.25) os condicionamentos físicos conservacionistas do solo são definidos por um conjunto de sistemas de preparo que reduz a perda de solo e água em relação ao preparo convencional, que não provocam a inversão da camada arável e que mantêm os restos vegetais na superfície do solo. O cultivo mínimo e o sistema plantio direto são formas de condicionamentos físicos conservacionistas do solo que envolvem todas as técnicas recomendadas para aumentar a produtividade, conservando ou melhorando continuamente o ambiente e consistem na mínima mobilização em toda a área de plantio ou na mobilização apenas na linha de semeadura, com o solo parcialmente ou totalmente coberto com plantas de cobertura ou restos culturais (HERNANI e SALTON, 1998, p.17; CURY, 2000, p.10; FURLANI, 2000, p.27).

Práticas agrícolas conservacionistas de condicionamentos físicos do solo, com aproveitamento dos restos culturais e das plantas invasoras e conseqüente introdução do sistema plantio direto proporcionam inúmeros benefícios ao solo, dentre eles: redução da erosão; incremento no teor de matéria orgânica; aumento da biodiversidade; melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas com o aumento de sua fertilidade, obtenção de maiores rendimentos e o seqüestro de carbono, contribuindo para a diminuição da liberação de gases com potencial de efeito estufa (VALARINI et al. 2002, p.10).

O sistema de plantio direto tem sido adotado expressivamente por agricultores brasileiros, contudo, seu uso continuado em regiões tropicais, com insuficiência de cobertura do solo e sucessivas adubações superficiais, pode resultar em alterações nos atributos físicos e químicos do solo, como compactação e acúmulo de nutrientes em sua superfície, e na baixa expressão do potencial produtivo das culturas (KLUTHCOUSKI et al. 2000, p.97).

Segundo Assis e Bahia (1998, p.74) escarificação é o rompimento do solo na camada arável, que além de ser uma técnica de condicionamento físico reduzido, é também uma prática conservacionista de grande importância. Segundo a Embrapa (2002, p.42) a escarificação, como alternativa de condicionamento físico do solo, substitui, com vantagem, a aração e a gradagem pesada, além de possibilitar a permanência de resíduos orgânicos na superfície do solo.

De acordo com Furlani (2000, p.12) o escarificador é um implemento, cuja função é promover a desagregação do solo e o rompimento de camadas compactadas, possibilitando maior infiltração de água e mobilidade dos nutrientes no perfil do solo.

Para Oliveira et al. (1996, p.17) as técnicas utilizadas para descompactação do solo, como escarificação e aração profunda, podem proporcionar melhor desempenho das forragens na entressafra (Maio a Outubro). De Maria et al. (1999, p.704) afirmaram que quando são utilizados

implementos de condicionamentos físicos com hastes, como os escarificadores, não se observa a compactação no solo.

Segundo Siqueira (1999, p.5) a escarificação resulta em preparo com menor revolvimento do solo e, portanto, menor incorporação de palha, restando sobre a superfície maior cobertura para proteção do solo.

Domingues (2001, p.33) trabalhando com a cultura da soja, no sistema integração agricultura-pecuária, em área de pastagem de braquiária, na região de Selvíria – MS, em latossolo vermelho álico constatou superioridade do cultivo mínimo em relação ao plantio direto, para produção de grãos.

Segundo Uhde et al. (1996, p.493-501) e Levien (1999, p.192) os sistemas de condicionamentos físicos do solo utilizando a escarificação e o plantio direto mantiveram maiores teores de água, menor amplitude térmica e menores temperaturas máximas diárias na camada superficial do solo, bem como maior massa de resíduos culturais e porcentagem de cobertura em relação ao preparo convencional, devido à atuação da grade aradora, que promove maior incorporação de resíduos vegetais.

Pesquisas realizadas por Souza e Alves (2003, p.133-139) indicaram que o plantio direto e o cultivo mínimo contribuíram para acúmulos significativos de matéria orgânica, P, K, Mg e Ca no solo, além da elevação do pH, da CTC efetiva, da soma de bases e diminuição no teor de Al em relação ao preparo convencional.

Segundo Cervi (2003, p.8) a área sob o sistema plantio direto no Brasil passou de 200 hectares em 1972 para quase 20 milhões de hectares em 2002, cerca de um terço nas regiões de cerrado, representando quase 40 % do total de terras agricultáveis anualmente. Ao longo da década de 90 foi constatada uma evolução da eficiência econômica desse sistema em relação ao preparo convencional, tendo seus custos reduzidos, principalmente pela diminuição dos preços dos herbicidas (RODRIGUES, 2002, p.70).

A menor perturbação do solo, a palha ou restos culturais se constituem como elementos chave do sistema plantio direto, que é uma das formas mais eficientes no controle do processo erosivo e no melhoramento das condições do solo, aumentando a matéria orgânica e contribuindo para a remoção de CO₂ atmosférico na região dos cerrados brasileiro (FERREIRA, 2003, p.33-34). Scaléa (2003, p.67) relatou que um dos papéis da palhada no plantio direto é a supressão de plantas daninhas pela competição, sombreamento e alelopatia.

Uma das premissas básicas do sistema plantio direto é o não revolvimento do solo, a manutenção da palhada em sua superfície e a rotação de culturas, onde se tem plantas com diferentes exigências nutricionais e sistemas radiculares explorando diferentes porções do perfil do solo (OLIVEIRA e FREITAS, 1999, p.10), melhorando a sua estrutura e a infiltração de água,

reduzindo a temperatura superficial, aumentando a estabilidade dos agregados e a disponibilidade de nutrientes e de água e estimulando as atividades microbiológicas. Conseqüentemente, ocorre redução das perdas por erosão, aumento gradativo da produtividade das culturas e redução dos custos de produção (FLOSS, 2000, p.21).

Segundo Calegari (2000, p.68-70) rotação de culturas é a alternância de espécies vegetais na mesma estação em determinada área, com um período mínimo sem o cultivo da mesma espécie na mesma área. O autor alegou que, em função da cobertura do solo pelos resíduos na superfície, tem sido observado no sistema plantio direto maior agregação, porosidade total e macroporos no solo, há tendências de maiores taxas de infiltração de água pelo efeito da capilaridade (poros contínuos) e pelas raízes dos vegetais.

A rotação de culturas sob plantio direto pode acumular no solo algo em torno de $1 \text{ t.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ a mais de matéria orgânica, se comparada aos sistemas convencionais baseados no uso de arados e grades (ALVES et al. 2003, p.6); controlar doenças, pragas e plantas daninhas; melhorar o aproveitamento de nutrientes, reduzindo custo com adubações e agroquímicos (FERNANDES e HECKLER, 2000, p.43).

Cintra e Mielniczuk (1983, p.197) ressaltaram que a utilização de gramíneas que possuem sistema radicular abundante e em constante renovação e leguminosas que fixam nitrogênio são os métodos mais eficientes para a estruturação do solo.

2.4. Sistema integração agricultura-pecuária

Segundo Edward (2004, p.16) a agricultura e a pecuária respondem por 42 % das exportações brasileiras e por 37 % dos empregos gerados no país, sendo o único segmento superavitário da economia nacional nos últimos anos.

Mello (2001, p.1) definiu integração agricultura-pecuária como sendo o sistema em que as duas atividades tem como objetivos maximizar racionalmente o uso da terra, da infra-estrutura e da mão-de-obra, minimizar custos, diversificar e verticalizar a produção e agregar valores aos produtos agropecuários, pelos recursos e benefícios que uma atividade proporciona à outra, pois segundo Salton et al. (2002, p.89) essas se complementam e resultam em um sistema de produção extremamente sustentável, seja sob a ótica agronômica, econômica ou ambiental. Para Broch et al. (2000, p.79-80) integração agricultura-pecuária é ter a propriedade 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. Segundo os autores, além da cobertura do solo para o plantio direto na palha e da rotação de culturas, o sistema integração agricultura-pecuária é

utilizado para recuperar e/ou renovar pastagens degradadas, como também produção de silagem e de feno.

A pecuária de corte no Brasil, principalmente na Região Centro-Oeste, vem passando por um processo de adequação às novas regras econômicas impostas pela globalização, ou seja, aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção. Assim, vários empresários do setor tem buscado aumentar a produção e eficiência das pastagens, que na sua grande maioria, encontram-se degradadas, com baixa capacidade de suporte e produção de 2 a 4 @.ha⁻¹.ano⁻¹ (MELLO, 2000, p.72).

Historicamente, os cerrados brasileiros, com a expansão da fronteira agrícola na região, a partir da década de 70, passaram a ser sistematicamente ocupados pela produção agropecuária em larga escala, sendo responsável pela expansão, em grandes extensões de terra, da produção de *commodities* para o mercado externo: soja, carne e milho (RODRIGUES, 2002, p.17).

A integração agricultura-pecuária tem sido apontada como uma das alternativas mais viáveis para possibilitar a recuperação dos sistemas de agricultura intensiva em áreas degradadas, como também, no caso da degradação das pastagens (MACEDO, 1993, p.72).

Alves et al. (2003, p.6) afirmaram que grande parte das áreas de pastagens do Brasil se encontram em degradação, crescendo a importância do sistema integração agricultura-pecuária. Segundo os autores, a lavoura garante reposição de nutrientes para o solo e se conduzida sob o sistema plantio direto evita a perda de matéria orgânica e mantém a cobertura do solo, podendo aumentar o seu conteúdo no mesmo e a fertilização residual deixada pelas lavouras mantém a pastagem produtiva.

De acordo com Cardoso (2001, p.4 e 2003, p.4) inúmeros são os benefícios das braquiárias no sistema integração agricultura-pecuária, dentre eles: aumentam a concentração de fungos micorrizos que abrigam uma flora fixadora de nitrogênio (*Azospirillum* spp.); parte de suas biomassas evoluem para uma forma de húmus estável, o que significa melhoria da porosidade; seqüestro de carbono atmosférico; efeito alelopático e poder supressivo para vários fungos e ácaros; capacidade de reciclagem de nutrientes; efeito reestruturador do solo e produção 17 a 18 t.ha⁻¹ de matéria seca, quando associada ao milho.

Nas áreas de integração agricultura-pecuária no cerrado, a cultura se desenvolve bem em razão da cobertura total pela forragem, que evita perda rápida de umidade, diminuindo a temperatura superficial do solo, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos, a movimentação de nutrientes, o desenvolvimento radicular, quebrando o adensamento das camadas sub-superficiais, explorando água e nutrientes em maiores profundidades do solo, fazendo melhor uso dos corretivos e fertilizantes aplicados. A forragem, por outro lado, se beneficia de maior

quantidade de nutrientes, do sombreamento parcial da cultura em seu estágio jovem, do maior teor de umidade do solo e da melhor dinâmica dos nutrientes (OLIVEIRA et al., 1999, p.7-8).

Segundo Santos et al. (2001, p.646) no sistema integrado de produção de grãos com pastagens perenes é importante incluir leguminosas que fixem nitrogênio e melhorem o valor nutritivo da forragem, contribuindo para aumentar a produção animal e melhorar as condições físico-químicas do solo.

Borges et al. (2000, p.33) afirmaram que na região dos cerrados há grande dificuldade na produção de palhada para cobrir o solo, no entanto, as braquiárias e outras pastagens podem oferecer essa cobertura, aumentando o teor de matéria orgânica e a retenção de umidade. Heckler et al. (1998, p.43) relataram que as braquiárias apresentam sistema radicular abundante e agressivo, que contribui para a melhoria da infiltração de água, agregação e aeração do solo.

Segundo Machado et al. (1998, p.218) o plantio direto pode viabilizar-se pela palhada que a pastagem bem manejada oferece ao sistema integração agricultura-pecuária. A pastagem proporciona à lavoura um solo bem estruturado, em função de seu sistema radicular abundante e resíduo de material orgânico na superfície, mantendo-o protegido. Por sua vez, uma lavoura, principalmente de leguminosas, tem condições de incorporar ao solo nitrogênio do ar, beneficiando as pastagens. Para Ferreira (2000, p.18) a palhada das plantas forrageiras apresenta alta relação C:N, diminuindo a velocidade de decomposição e protegendo o solo por mais tempo, contra a erosão e a insolação.

Segundo Yokoyama et al. (1999, p.1335-1345) a exploração da integração agricultura-pecuária na renovação de pastagem é uma atividade economicamente lucrativa, apresentando a vantagem em relação à área renovada apenas com *Brachiaria brizantha*, devido à receita gerada pelo grão, que cobre parte dos custos da formação de pastagens.

No sistema integração agricultura-pecuária, a fenação pode ser utilizada como alternativa para produção e/ou armazenamento da forragem para a entressafra (AIDAR et al., 2003, p.228). Fenação é um processo de conservação de forragens pela desidratação energética e parcial da massa, fazendo com que o processo final, feno, se conserve por muito tempo (HADDAD e CASTRO, 1998, p. 151-152).

No sistema integração agricultura-pecuária, quando a cultura for utilizada para a produção de feno, parte do material vegetal é retirado do local para consumo animal, diminuindo a disponibilidade de palha para cobrir o solo. De acordo com Heckler et al. (1998, p.45) esta prática deve ser realizada quando a cobertura do solo for bastante volumosa, não havendo com essa retirada, queda muito drástica da cobertura e da fertilidade do solo.

2.5. A cultura da soja

Entre 1990 e 2000 houve uma expansão considerável na utilização do sistema plantio direto no Brasil, com particular destaque para a região dos cerrados, por ser uma importante fronteira agrícola, com exploração intensiva de *commodities* (soja, carne e milho) propícias à utilização dessa tecnologia (RODRIGUES, 2002, p.47). Essa região de importância estratégica para a produção de alimentos, fibras e energia tem alcançado um papel cada vez maior na produção agrícola brasileira, contribuindo com cerca de 50 % da produção de soja, 30 % de milho, 18 % de arroz, 18 % de feijão e 40 % do total do rebanho nacional (BERNARDI et al., 2003, p.9).

O Brasil possui o maior rebanho comercial do mundo, assumindo a liderança do ranking de exportações, faturando 1,5 bilhão de dólares por ano com a carne e 8,1 bilhões de dólares com a exportação de soja, em 2003 (EDWARD, 2004, p.16-18).

Segundo Mercante (2003, p.25) a cultura da soja teve um grande desenvolvimento nas três últimas décadas no Brasil, sendo, atualmente, a principal fonte de divisas de exportação agrícola e responsável pelo superávit na balança comercial no Brasil.

Em 2004 o Brasil figurou-se como o 2º produtor mundial de soja, com produção de 50 milhões de toneladas ou 25 % da safra mundial, montante menor que o de 2003, quando o país produziu 52 milhões de toneladas e participou com quase 27 % da safra mundial, estimada em cerca de 200 milhões de toneladas, em 2004 (EMBRAPA, 2004, p.13).

De acordo com Machado et al. (1998, p.222) e Kluthcouski e Stone (2003, p.81) a soja é, sem dúvida, uma das principais culturas que melhor se adapta ao sistema plantio direto e é a principal cultura para compor os sistemas de rotação lavoura-pastagem, não só pelos aspectos econômicos, como também por se tratar de uma leguminosa e ser, portanto, eficiente fixadora de nitrogênio do ar.

A semeadura de soja sobre pastagem dessecada vem se destacando como uma interessante forma de adoção do sistema plantio direto, pois a pastagem apresenta excelente cobertura viva e morta, contribui para aumentar a matéria orgânica do solo e permite a rotação de culturas (EMBRAPA, 2002, p.38).

Segundo Zimmer et al. (1994, p.198) o cultivo de soja por um ou dois anos proporcionou resultados satisfatórios na recuperação de *Brachiaria decumbens* degradada após 10 anos de utilização em solo arenoso do Mato Grosso do Sul.

Kluthcouski et al. (2000, p.97-101) avaliando quatro sistemas de condicionamentos físicos do solo (plantio direto, grade aradora, escarificação profunda e aração profunda) concluíram que a soja é, dentre as principais culturas, uma das que melhor se adaptam ao sistema de plantio direto.

No sistema integração agricultura-pecuária, a rotação soja/pasto desponta como uma excelente alternativa, vindo a solucionar não só problema de rotação para a soja, mas principalmente a rotação de pastagens degradadas com soja, renovando-as (SCALÉA, 2000, p.31).

Para Borges et al. (2000, p.33) e Broch et al. (2000, p.80) a utilização da soja no sistema integração agricultura-pecuária permite retorno do capital investido em 6 meses após o investimento inicial. Além disso, a soja fornece nutrientes para a pastagem. Ferreira (2000, p.18) salientou que as braquiárias possuem necessidades metabólicas bem diferentes da soja, diminuindo, dessa forma, a incidência de pragas e doenças.

Segundo Cardoso (2003, p.4) os produtores de soja vêm obtendo sucesso ao iniciar a cultura em pastagem de *Brachiaria decumbens* apenas dessecada, em solos primitivamente pobres de cerrado, dispensando a correção por calagem incorporada.

Broch (2000, p.53-60) sugeriu no sistema plantio direto de soja sobre pastagem, principalmente na Região Centro-Oeste, semear a soja no início do período recomendado com cultivares de ciclo precoce, ocorrendo a colheita em torno de 10 a 15 de Março, e em seguida, a formação espontânea das pastagens pela sementeira, que estava no solo. Segundo o autor, 80 dias após a colheita da soja tem-se uma pastagem de excelente qualidade a custo zero, na época mais crítica do ano, ou seja, nos meses de Junho, Julho e Agosto.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Campo experimental

O experimento foi conduzido no período compreendido entre Dezembro de 2002 a Abril de 2004, em condições de campo, na Fazenda de Ensino e Pesquisa da UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria – MS, no Setor de Produção Animal.

A referida Fazenda, com coordenadas geográficas aproximadas de Latitude 20°18'16'' S e Longitude 52°40'15'' W, possui altitude média de 340 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.

3.1.2. Histórico da área

A área experimental apresentava originalmente vegetação de cerrado, que foi desmatada em 1977 e sendo instalada com *Brachiaria decumbens*. Em 1990 houve a substituição da *Brachiaria decumbens* por *Brachiaria brizantha*. Não foi realizada adubação e nem calagem antes da instalação do experimento.

3.1.3. Solo

O solo da área experimental foi reclassificado¹ como LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico muito argiloso, A moderado, hipodistrófico, caulínítico, férrico, muito profundo, moderadamente ácido (EMBRAPA, 1999, 412p.). A Tabela 01 apresenta a sua descrição morfológica e analítica.

¹CARVALHO, M.P. Comunicação pessoal. 2004. (Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos – UNESP, Campus de Ilha Solteira, SP, Brasil).

Tabela 01. Descrição morfológica e análise físico-química do Latossolo Vermelho Distroférico de Selvíria – MS, da área experimental. (DEMATTE, 1980, 114p.).

Horizonte	Camada (m)	Descrição										
A _p	0 – 0,15	bruno avermelhado escuro (2,5 YR 3/4); argila; granular, pequena a média, moderado a forte; duro, firme, plástico e pegajoso; transição plana e gradual.										
A ₃	0,15 – 0,30	bruno avermelhado escuro(2,5 YR 3/4); argila; blocos e granular, moderado; friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.										
B ₂₁	0,30 – 100,0	vermelho escuro acinzentado (10 R 3/4); franco argilo arenoso; maciço, poroso, muito fraco; macio, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa.										
B ₂₂	100,0 – 170,0+	vermelho escuro acinzentado (10 R 3/6); franco argilo arenoso; maciço, muito fraco; macio, muito friável, plástico e pegajoso										

Horizonte		Composição granulométrica da TFSA			Relação	Densidade
Símbolo	Camada	areia	silte	argila	silte/argila	do solo
	m	g.kg.....				kg.dm ⁻³
A _p	0 – 0,15	410	70	520	0,13	1,4
A ₃	0,15 – 0,30	380	60	560	0,11	1,3
B ₂₁	0,30 – 100,0	280	70	650	0,11	1,2
B ₂₂	100,0 – 170,0	300	80	620	0,13	1,2

Horizonte		Complexo sortivo										
Símbolo	Camada	P	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	SB	Al ⁺³	H ⁺	CTC	V	m	MO
	m	mg.dm ⁻³	mmolc.dm ⁻³					%			g.dm ⁻³	
A _p	0 – 0,15	4,0	47,0	36,8	2,1	85,9	0,0	34,0	119,9	71,6	0,0	16,5
A ₃	0,15 – 0,30	0,0	4,5	3,8	0,4	8,7	9,0	40,5	58,2	15,0	50,9	9,70
B ₂₁	0,30 – 100,0	0,0	12,0	3,0	0,2	15,2	0,0	24,0	39,2	38,8	0,0	4,80
B ₂₂	100,0 – 170,0	0,0	13,0	5,6	0,3	18,9	2,0	18,0	38,9	48,6	9,6	3,70

Horizonte		pH			Ataque sulfúrico					
Símbolo	Camada	H ₂ O	KCl	ΔpH	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Ki	Kr
	cm				dag.kg ⁻¹					
A _p	0 – 0,15	6,0	5,6	-0,4	15,88	12,21	23,99	3,31	2,21	0,98
A ₃	0,15 – 0,30	4,8	4,0	-0,8	17,74	28,22	23,92	3,17	1,07	0,69
B ₂₁	0,30 – 100,0	5,7	5,0	-0,7	19,98	14,80	24,96	2,93	2,30	1,10
B ₂₂	100,0 – 170,0	5,5	5,3	-0,2	17,63	16,40	22,48	3,32	1,83	0,97

3.1.4. Máquinas e equipamentos

Para a instalação e condução do experimento utilizou-se:

-Trator de pneu de marca Massey-Ferguson², 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.

-Grade super pesada, com controle remoto, marca Marchesan, modelo GAPCR – 14 x 32”, distância entre discos de 0,34 m, largura de corte 2,2 m e massa de 2.932 kg, tracionada pelo trator MF-660.

-Grade niveladora leve, modelo GNL – 28 x 20”, com largura de corte 2,2 m, distância entre discos de 0,17 m e massa de 666 kg, tracionada pelo trator MF-290.

-Escarificador de marca Jan, modelo Jumbo Matic JMHD7, de 7 hastes espaçadas de 0,40 m 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.

-Roçadora de marca Marchesan, modelo RC – 1700, largura de corte de 1,70 m, montada no engate de 3 pontos do trator MF-275.

-Pulverizador da marca Jacto, modelo PJ – 600, com barra de 12 m de comprimento, provida de 24 bicos leque 110-02, com espaçamentos entre bicos de 0,50 m e tanque com capacidade de 600 L de calda, acoplado ao trator MF-275.

-Semeadora-adubadora da marca “Tatu” Marchesan, modelo Suprema-Pneumática (D – 44), com 7 linhas, espaçadas de 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.

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 e balança. Na

²A citação de marcas e nomes comerciais não implicam em recomendação de utilização.

determinação das avaliações relativas às plantas foram usados paquímetro, trena, balança, estufa, cutelo e sacos de papel.

3.1.6. Insumos básicos

3.1.6.1. Corretivo

Embora a saturação por bases no solo, antes da calagem, apresentasse valores adequados à recomendação para a cultura da soja, foi realizada calagem para elevar a saturação por bases para 70 %, prevendo a rotação da cultura da soja no verão com a cultura do milho. Conforme calculado pela equação 1 (RAIJ et al., 1996, p.16), foram utilizados 1.650 kg.ha^{-1} de calcário dolomítico, com 80 % de PRNT.

$$\text{NC} = \frac{\text{CTC} (\text{V}_2 - \text{V}_1)}{10 \cdot \text{PRNT}} \dots \dots \dots (1)$$

onde NC = necessidade de calagem, dada em t.ha^{-1}

CTC = capacidade de troca catiônica, expressa em $\text{mmol}_c.\text{dm}^{-3}$

V_2 = Saturação por bases do solo, expressa em %, a ser atingido com a calagem

V_1 = Saturação por bases do solo atual (média entre as camadas de 0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m), expressa em %

PRNT = poder relativo de neutralização total, expresso em %

Tabela 02. Caracterização química do solo da área experimental, nas camadas de 0 – 0,10 m; 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,40 m, antes da instalação do experimento.

Camadas	P	M.O	pH	K	Ca	Mg	H + Al	Al	SB	CTC	V
m	$\text{mg}.\text{dm}^{-3}$	$\text{g}.\text{dm}^{-3}$	CaCl_2	$\text{mmol}_c.\text{dm}^{-3}$							%
0 – 0,10	6,25	40,00	5,27	0,95	31,25	22,25	31,00	0,00	54,22	85,22	63,50
0,10 – 0,20	4,75	31,75	4,75	0,70	19,50	9,25	37,25	2,25	29,30	69,55	42,25
0,20 – 0,40	4,25	21,50	4,55	0,70	10,00	4,00	40,25	4,00	15,00	52,25	29,00

3.1.6.2. Fertilizantes

Foi utilizado o fertilizante mineral na formulação 08-28-16 e dosagem de 300 kg.ha^{-1} (24 kg.ha^{-1} de N + 84 kg.ha^{-1} de P_2O_5 + 48 kg.ha^{-1} de K_2O), por ocasião da semeadura da soja (02/12/2003), aplicados no sulco de semeadura. Na adubação de cobertura da soja (12/01/2004) foram utilizados 100 kg.ha^{-1} de KCl (60 kg.ha^{-1} de K_2O).

3.1.6.3. Sementes

Foram utilizados 60 kg.ha⁻¹ de sementes de soja (18 sementes.m⁻¹), cultivar MG/BR-46 Conquista, com poder germinativo de 85 % e 98 % de pureza, visando uma população de 340.000 plantas.ha⁻¹. A cultivar apresenta ciclo médio (126 a 145 dias), hábito de crescimento determinado, altura média das plantas de 65 a 87 cm e altura média de inserção de vagens de 14 a 16 cm. A população recomendada é de 260 a 360 mil plantas.ha⁻¹ e a época de semeadura de 10 de Outubro a 10 de Dezembro³.

3.1.6.4. Inoculantes

Após o tratamento com fungicida, no dia da semeadura, procedeu-se a inoculação das sementes de soja utilizando-se, para cada 50 kg de sementes, 150 cm³ do inoculante líquido de marca comercial Nitragin (1.10⁹ células.g⁻¹) e 125 g do inoculante turfoso de marca comercial Biomax (1.10⁹ células.g⁻¹).

3.1.6.5. Defensivos

Na dessecação da braquiária (28/11/2003) foram utilizados 3 kg.ha⁻¹ do herbicida dessecante de marca comercial Roundup – WG (720 g.kg⁻¹ de glyphosate) em área total.

Para o tratamento das sementes de soja foram utilizados 50 mL para cada 50 kg de sementes do fungicida de marca comercial Derosal 500 SC (350 mL.L⁻¹ de Carbendazim) no dia da semeadura.

Foi efetuada uma aplicação com o inseticida de marca comercial Karate 50 CE (50 g.L⁻¹ de Lambda-cyhalothrin) na dose de 150 mL.ha⁻¹ (18/02/2004) para o controle da lagarta-da-soja (*Anticarsia gemmatilis*) e percevejo-da-soja (*Nezara viridula*). Nesse mesmo dia, para o controle da ferrugem-da-soja (*Phakopsora pachyrhizi*) foram aplicados 350 mL.ha⁻¹ do fungicida de marca comercial Folicur 200 CE (0,2 g.L⁻¹ de tebuconazole) e 300 mL.ha⁻¹ do fungicida de marca comercial Derosal 500 SC, para controle de oídio (*Microsphaera diffusa*). Uma segunda aplicação com 500 mL.ha⁻¹ de Folicur 200 CE foi efetuada no dia 05/03/2004 devido à reincidência da doença na cultura.

³Características obtidas em folders de propaganda da cultivar.

3.2. Métodos

3.2.1. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas sub-divididas, com 3 tratamentos principais (condicionamentos físicos do solo) e 3 tratamentos secundários (manejos da biomassa da braquiária), com 4 repetições.

Os dados de atributos químicos do solo, cobertura do solo, características agronômicas, componentes da produção de grãos de soja e diagnose foliar da soja foram analisados segundo o esquema de delineamento fatorial 3 x 3 (3 sistemas de condicionamentos físicos do solo e 3 sistemas de manejos da biomassa da braquiária).

No que se refere aos atributos físicos do solo, o delineamento se deu no esquema fatorial 3 x 3 x 3 (3 sistemas de condicionamentos físicos do solo, 3 sistemas de manejos da biomassa da braquiária e 3 épocas de amostragens – antes e após o pastejo dos animais e após a colheita da soja).

Para a análise da produção de matéria seca de braquiária, o delineamento empregado foi o esquema fatorial 3 x 3 x 2 (3 sistemas de condicionamentos físicos do solo, 3 sistemas de manejos da biomassa da braquiária e 2 épocas de amostragens – antes dos manejos da biomassa da braquiária (Maio) e antes da dessecação da braquiária (Novembro)).

Cada sub-parcela foi composta por 900 m² (15 m x 60 m) e utilizou-se como área útil 6 linhas de 5 m, espaçadas de 0,45 m entre si (13,50 m²).

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

3.2.2. Descrição dos tratamentos

O calcário foi distribuído a lanço, sobre a pastagem de braquiária, no dia 14/02/2003, sendo em seguida, implantados os seguintes tratamentos principais, visando o condicionamento físico do solo e a incorporação do corretivo:

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 área permaneceu em pousio por um período de 135 dias para que ocorresse a regeneração da braquiária. Após esse período, foram instalados os tratamentos secundários, relacionados aos manejos da biomassa da braquiária:

Pastejo – 6 sub-parcelas foram pastejadas por um período de 14 dias (02/07/ a 16/07/2003) e outras 6 sub-parcelas foram pastejadas por 14 dias (16/07/ a 30/07/2003), por 10 animais bovinos, com peso médio inicial de 226 kg. O número de animais foi baseado de acordo com o cálculo de forragem disponível;

Pousio – A área permaneceu em pousio desde a realização dos condicionamentos físicos do solo até a época da dessecação da braquiária; e

Feno – Corte da forragem, com roçadora, para simular a produção de feno. Todo o material cortado foi retirado da área. Devido à escassez de chuvas esta operação foi realizada uma vez, no dia 02/07/2003.

Para melhor entendimento dos esquemas estatísticos utilizados, segue abaixo o esquema da área experimental (Figura 1) e a seqüência das atividades desenvolvidas (Tabela 03).

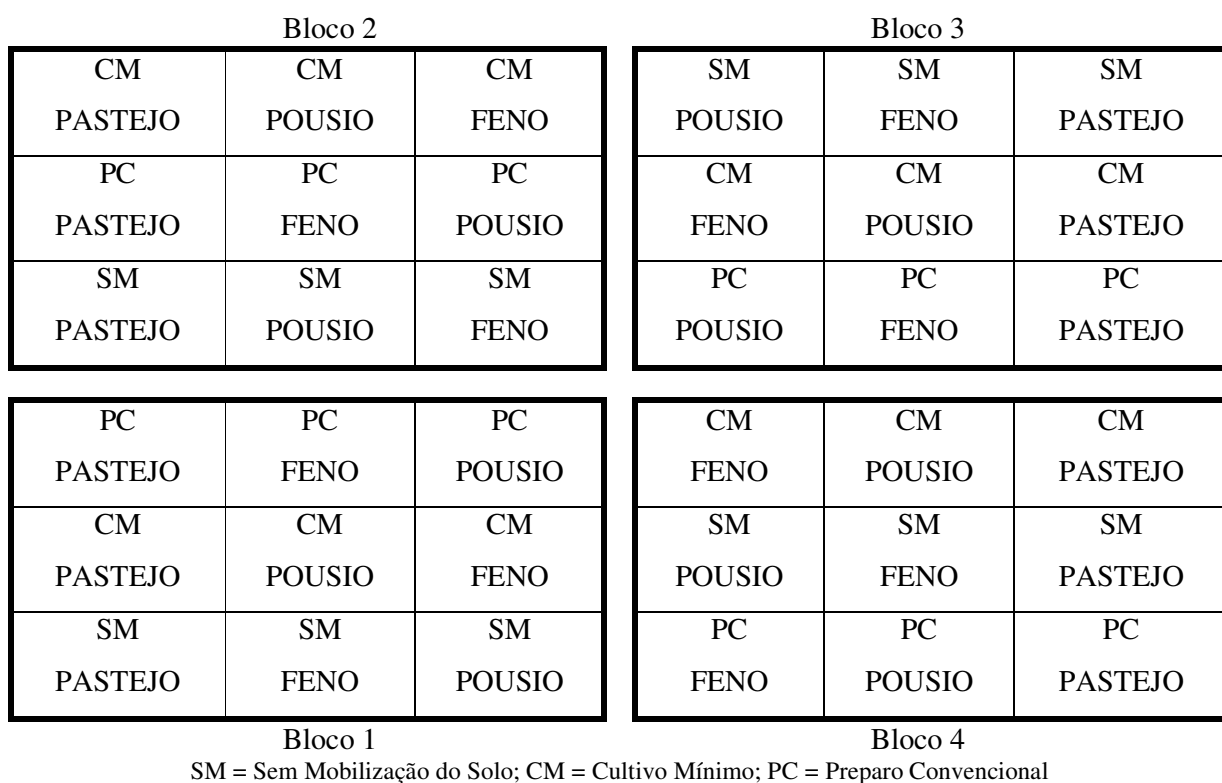


Figura 1. Esquema da área experimental.

Tabela 03. Sequência de atividades desenvolvidas durante o período de condução do experimento.

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
14/02/2003 a 02/07/2003	-Pousio da área experimental para regeneração da pastagem
28/05/2003	-Amostragem para avaliar a produção de matéria seca da braquiária
25/06/2003	-Coleta de amostras de solo para análise dos atributos físicos
02/07/2003	-Corte da braquiária nas sub-parcelas destinadas à fenação -Pesagem, identificação e colocação dos animais nas sub-parcelas destinadas ao pastejo
30/07/2003	-Retirada e pesagem dos animais das sub-parcelas destinadas ao pastejo
23/10/2003	-Coleta de amostras de solo para análise química
20/11/2003	-Coleta de amostras de solo para análise dos atributos físicos -Amostragem para avaliar a produção de matéria seca da braquiária
28/11/2003	-Dessecação da área experimental
02/12/2003	-Semeadura direta da soja
11-12/12/2003	-Levantamento da população inicial de plantas de soja -Avaliação da cobertura do solo
12/01/2004	-Adubação de cobertura da soja
22/01/2004	-Avaliação da cobertura do solo
28/01/2004	-Amostragem de folhas da soja para diagnose foliar
18/02/2004	-Aplicação de inseticida e fungicidas na soja
05/03/2004	-Avaliação da cobertura do solo -Aplicação de fungicida na soja
30/03/2004	-Levantamento da população final de plantas de soja
02-03/04/2004	-Avaliação da cobertura do solo -Colheita da soja -Avaliação das características agrônômicas e componentes de produção da soja
15-16/04/2004	-Coleta de amostras de solo para análise dos atributos físicos

3.2.3. Determinação de atributos químicos do solo

Quanto aos atributos químicos do solo, foram coletadas 4 amostras compostas (20 sub-amostras cada) para cada camada (0 – 0,10 m; 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,40 m) antes da instalação do experimento, no dia 12/10/2002, para verificação dos níveis de fertilidade do solo em estudo e determinação da quantidade de corretivo necessária, conforme a Tabela 02.

Antes da semeadura da soja, no dia 23/10/2003 foram coletadas amostras nas camadas de 0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m, visando determinar a profundidade de correção do solo pelo calcário.

Os atributos físicos do solo (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

Nos dias 25/06/2003 (antes do pastejo dos animais), 20/11/2003 (após o pastejo dos animais) e 15 e 16/04/2004 (após a colheita da soja) foram retiradas amostras para determinar os seguintes atributos físicos do solo: macroporosidade, microporosidade porosidade total e densidade, pelo método da mesa de tensão, preconizado por KIEHL (1979, 262p.), 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 Uhland adaptados, um ponto por sub-parcela, nas camadas de 0 – 0,10 m; 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m, pela metodologia preconizada pela EMBRAPA (1997, 212p.).

3.2.5. Avaliações na *Brachiaria brizantha*

3.2.5.1. Cobertura do solo

A cobertura do solo foi avaliada, em pontos fixos, em cada sub-parcela, no período entre a semeadura até a colheita da soja, nos dias 11/12/2003 (9 dias após a semeadura), 22/01/2004 (50 dias após a semeadura), 05/03/2004 (93 dias após a semeadura) e 02/04/2004 (120 dias após a semeadura).

Para isso, utilizou-se uma corda de nylon, com 100 pontos equidistantes de 6,16 cm foi estendida na diagonal das sub-parcelas, de maneira que abrangesse 9 entrelinhas da cultura, conforme demonstra a Figura 2, sendo anotados os pontos que coincidiam com a cobertura do solo, obtendo o porcentual de cobertura do solo.

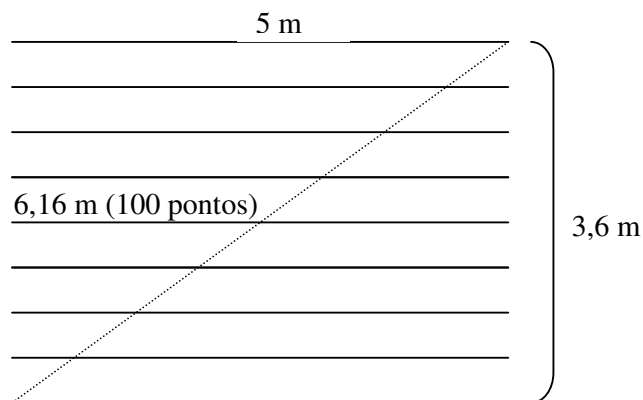


Figura 2. Esquema ilustrativo da metodologia de avaliação da cobertura do solo.

3.2.5.2. Produção de matéria seca

A avaliação da produção de matéria seca da forragem foi realizada em duas épocas de amostragens: antes de efetuar os sistemas de manejos da biomassa da braquiária (28/05/2003) e antes da dessecação da braquiária (20/11/2003). Para realização dos cortes, um quadrado de ferro de 1 m² foi lançado aleatoriamente 4 vezes em cada sub-parcela, e com o auxílio de um cutelo, a forragem foi cortada a 5 cm do solo. O material foi pesado e, em seguida, as amostras proveniente de cada sub-parcela foram submetidas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, até atingirem peso constante.

3.2.6. Ganho de peso dos animais

Os animais foram submetidos por um período de jejum de 12 horas e pesados em seguida, no dia 02/07/2003 (peso inicial) e no dia 30/07/2003 (peso final).

A quantidade de animais foi baseada de acordo com o cálculo de matéria seca de forragem disponível na área destinada ao pastejo.

3.2.7. Avaliações na cultura da soja

Durante o ciclo da cultura da soja foram determinadas a população inicial e a população final de plantas, a altura de planta e a altura de inserção de primeira vagem, o diâmetro do caule, o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem e calculada a porcentagem de sobrevivência de plantas.

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

A avaliação da população inicial de plantas de soja foi realizada nos dias 11 e 12/12/2003, 9 dias após a semeadura, e a população final de plantas de soja foi avaliada no dia 30/03/2003, contando-se o número de plantas contidas na área útil de cada sub-parcela. Estes valores foram transformados para plantas por hectare.

A porcentagem de sobrevivência de plantas de soja foi calculada pela seguinte equação:

$$\% \text{ de sobrevivência} = \frac{PF}{PI} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

onde PF = população final de plantas

PI = população inicial de plantas

3.2.7.2. Características agronômicas da cultura da soja

3.2.7.2.1. 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, a 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 escolhidas dentro de cada sub-parcela, na época da colheita (02/04/2004).

3.2.7.2.2. Diâmetro do caule

Para determinação do diâmetro médio do caule da planta de soja utilizou-se paquímetro, com escala em milímetros, nas mesmas plantas onde foram realizadas as medidas descritas anteriormente (item 3.2.7.2.1.).

3.2.7.2.3. Número de vagens por planta e número de grãos por vagem

Essas avaliações foram realizadas dia 03/04/2004, utilizando-se as mesmas plantas das determinações do item 3.2.7.2.1., 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.

3.2.7.3. Avaliações da produção da cultura da soja

3.2.7.3.1. Produção de grãos

Para a produção de grãos de soja, as plantas contidas na área útil de cada sub-parcela foram colhidas manualmente, no dia 02/04/2004. Estas plantas foram submetidas a trilha mecânica e após a debulha foram pesados os grãos. Uma sub-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 o grau de umidade de 13% à base úmida, pela seguinte equação:

$$P = \frac{I \cdot (100 - U)}{100 - 13} \dots\dots\dots(3)$$

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

U = teor de água atual dos grãos, em %

I = produção inicial da amostra

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

3.2.7.3.2. Massa de 1000 grãos

A massa de 1000 grãos foi avaliada por 8 amostras de 100 grãos cada uma, conforme a metodologia proposta por Brasil (1992, 365p.), em cada sub-parcela, tomando-se como base, a média entre elas e os valores multiplicados por 10. A pesagem foi realizada no dia 05/04/2004 e as massas obtidas foram convertidas para o teor de água de 13 %.

3.2.7.4. Diagnose foliar

A amostragem foi realizada em 28/01/2004, no florescimento pleno das plantas (R2). Foi coletada a terceira folha desenvolvida a partir do ápice na haste principal, de 30 plantas de cada sub-parcela, conforme metodologia proposta por AMBROSANO et al. (1996, p.191).

As amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Nutrição de Plantas da UNESP – Campus de Ilha Solteira, lavadas com água corrente e detergente a 1 % e posteriormente em água destilada e deionizada. Em seguida as amostras foram secas e acondicionadas em sacos de papel e levadas à estufa para secagem com circulação e renovação forçada de ar a 65°C, até massa constante e posterior moagem em moinho tipo Wiley, para determinações dos seguintes elementos: N, P, K, Ca, Mg e S.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados serão apresentados em tabelas, com as médias de cada Condicionamento Físico do Solo (fator C), de cada Manejo da Biomassa da Braquiária (fator M) ou Época de Amostragem (Fator E); e quando houver diferença estatística significativa, esta será indicada por diferentes letras minúsculas após as médias. Caso haja interação entre os fatores C, M ou E, 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), M (Manejos da Biomassa da Braquiária), E (Épocas de Amostragens), SM (Sem Mobilização do Solo), CM (Cultivo Mínimo), PC (Preparo Convencional), CV (Coeficiente de Variação), NS (Não Significativo) e * (Significativo).

4.1. Atributos químicos do solo

Os valores médios de atributos químicos do solo, avaliados nas camadas de 0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m, encontram-se na Tabela 04. Segundo a análise dos resultados, não houve diferença significativa, tanto entre os tratamentos de condicionamentos físicos do solo como entre os tratamentos de manejos da biomassa da braquiária e interação significativa entre eles. Na camada de 0 – 0,10 m, a prática da calagem permitiu elevação da saturação por bases do solo a valores próximos de 70 %, atingindo o objetivo. Esses resultados concordam com Zimmer et al. (1994, p.180), que preconizaram a aplicação de calcário em pastagens na superfície do solo ou com incorporação superficial e com Moreira et al. (2001, p.71-81), Petrere e Anghinoni (2001, p.886) e Vitti e Luz (2004, p.62), que afirmaram a eficiência da aplicação de calcário em superfície, em áreas de plantio direto.

Tabela 04. Valores médios de atributos químicos do solo, avaliados nas camadas de 0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m, em função dos condicionamentos físicos do solo e manejos da biomassa da braquiária.

Tratamentos		0 – 0,10				0,10 – 0,20			
		pH	Ca	Mg	V	pH	Ca*	Mg*	V
		CaCl ₂	mmol _c .dm ⁻³	mmol _c .dm ⁻³	%	CaCl ₂	mmol _c .dm ⁻³	mmol _c .dm ⁻³	%
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	5,70	35,95	25,20	67,95	4,76	22,16	11,06	47,70
	CM	5,66	33,54	25,79	69,58	5,10	22,92	13,15	53,95
	PC	5,57	41,45	27,79	72,16	5,12	28,57	14,11	56,16
Manejos da biomassa (M)	Pastejo	5,57	39,00	26,20	70,33	5,10	26,95	13,56	50,00
	Pousio	5,90	36,58	27,29	72,20	4,95	24,05	12,98	52,87
	Feno	5,46	35,37	25,29	67,16	4,94	22,51	11,72	40,25
Valores de F	C	0,13 ^{NS}	1,85 ^{NS}	0,47 ^{NS}	0,50 ^{NS}	2,92 ^{NS}	1,64 ^{NS}	0,57 ^{NS}	1,28 ^{NS}
	M	1,63 ^{NS}	0,38 ^{NS}	0,25 ^{NS}	0,72 ^{NS}	0,63 ^{NS}	0,69 ^{NS}	0,20 ^{NS}	0,79 ^{NS}
	C x M	0,74 ^{NS}	0,45 ^{NS}	0,58 ^{NS}	0,37 ^{NS}	1,52 ^{NS}	0,90 ^{NS}	2,20 ^{NS}	1,53 ^{NS}
CV (%)		10,81	27,92	26,01	14,79	8,19	18,62	27,28	25,52

*Valores transformados segundo raiz (x + 0,5).

4.2. Atributos físicos do solo

Conforme a Tabela 05, na camada de 0 – 0,10 m, não houve influência dos tratamentos de condicionamentos físicos do solo nem dos tratamentos de manejos da biomassa da braquiária sobre os atributos físicos do solo, porém houve diferença significativa nos valores de macroporosidade, microporosidade e densidade do solo entre as épocas de amostragens. Essas diferenças evidenciaram os efeitos das práticas de agricultura sobre a compactação do solo nessa camada, pois houve redução da macroporosidade e aumento da densidade do solo, quando comparados os valores entre as épocas de amostragens. Albuquerque et al. (2001, p.717-723) atribuíram o aumento da densidade do solo e da redução dos macroporos, devido a compactação causada pelo trânsito de máquinas e implementos agrícolas para implantação da cultura de verão, no sistema integração agricultura-pecuária, o que provavelmente pode ter ocorrido nessa camada.

Tabela 05. Valores médios dos atributos físicos do solo, avaliados na camada de 0 – 0,10 m, em função dos condicionamentos físicos do solo, manejos da biomassa da braquiária e das épocas de amostragens.

Tratamentos		Macroporosidade	Microporosidade	Poros. total	Densidade
		m ³ .m ⁻³			kg.dm ⁻³
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	0,158	0,347	0,505	1,34
	PC	0,174	0,335	0,509	1,30
	CM	0,174	0,332	0,506	1,29
Manejos da da biomassa (M)	Pousio	0,163	0,338	0,501	1,31
	Feno	0,168	0,340	0,508	1,30
	Pastejo	0,176	0,329	0,505	1,31
Épocas de amostragens (E)	Antes do pastejo	0,180 a	0,321 b	0,501	1,31 ab
	Após o pastejo	0,188 a	0,328 b	0,516	1,25 b
	Após a colheita	0,138 b	0,357 a	0,495	1,37 a
Valores de F	C	0,56 ^{NS}	1,04 ^{NS}	0,09 ^{NS}	1,21 ^{NS}
	M	0,29 ^{NS}	0,82 ^{NS}	0,15 ^{NS}	0,04 ^{NS}
	E	4,79 [*]	8,30 [*]	2,34 ^{NS}	5,58 [*]
	C x M	0,17 ^{NS}	0,38 ^{NS}	0,36 ^{NS}	0,14 ^{NS}
	C x E	0,96 ^{NS}	0,39 ^{NS}	1,23 ^{NS}	0,83 ^{NS}
	M x E	0,21 ^{NS}	0,20 ^{NS}	0,43 ^{NS}	0,06 ^{NS}
	C x M x E	0,36 ^{NS}	0,47 ^{NS}	0,44 ^{NS}	0,32 ^{NS}
CV (%)		43,24	11,64	8,68	11,13

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

Conforme observado na Tabela 06, na camada de 0,10 – 0,20 m, houve alteração significativa da macroporosidade do solo em função dos tratamentos de condicionamentos físicos do solo, mostrando menores valores no Preparo Convencional em relação ao Cultivo Mínimo e Sem Mobilização do Solo. Esses resultados estão coerentes com os encontrados por Pedrotti et al. (2001, p.521-529), que verificaram camadas compactadas de forma mais acentuada na profundidade intermediária (0,10 – 0,20 m) no preparo convencional do solo. Esse fato se deve à descontinuidade da macroporosidade nos sistemas que envolvem mobilização do solo, possivelmente em virtude do adensamento denominado “pé-de-grade” (SCHAEFER et al., 2001, p.765-769). Em relação às épocas de amostragens, a análise estatística mostrou diferenças significativas, com maiores valores de densidade do solo encontrados após a colheita da soja, comportamento esse semelhante ao encontrado na camada de 0 – 0,10 m.

Tabela 06. Valores médios dos atributos físicos do solo, avaliados na camada de 0,10 – 0,20 m, em função dos condicionamentos físicos do solo, manejos da biomassa da braquiária e das épocas de amostragens.

Tratamentos		Macroporosidade	Microporosidade	Poros. total	Densidade
		m ³ .m ⁻³			kg.dm ⁻³
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	0,158 a	0,344	0,502 a	1,35
	PC	0,126 b	0,349	0,475 b	1,39
	CM	0,142 ab	0,351	0,493 a	1,35
Manejos da biomassa (M)	Pousio	0,145	0,350	0,495	1,35
	Feno	0,141	0,350	0,491	1,36
	Pastejo	0,141	0,344	0,485	1,38
Épocas de amostragens (E)	Antes do pastejo	0,150	0,340	0,490	1,37 ab
	Após o pastejo	0,148	0,351	0,499	1,33 b
	Após a colheita	0,129	0,340	0,469	1,39 a
Valores de F	C	3,47 [*]	0,67 ^{NS}	6,08 [*]	1,86 ^{NS}
	M	0,07 ^{NS}	0,46 ^{NS}	0,79 ^{NS}	0,70 ^{NS}
	E	1,86 ^{NS}	1,91 ^{NS}	2,28 ^{NS}	3,26 [*]
	C x M	0,25 ^{NS}	0,20 ^{NS}	0,56 ^{NS}	0,07 ^{NS}
	C x E	2,36 ^{NS}	1,07 ^{NS}	2,38 ^{NS}	1,87 ^{NS}
	M x E	0,40 ^{NS}	0,40 ^{NS}	0,66 ^{NS}	1,11 ^{NS}
	C x M x E	0,44 ^{NS}	0,24 ^{NS}	0,98 ^{NS}	0,25 ^{NS}
CV (%)		35,98	8,33	6,74	8,23

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

Na Tabela 07 verificou-se diferença significativa nos valores de macroporosidade do solo, na camada de 0,20 – 0,30 m, entre os condicionamentos físicos do solo, os manejos da biomassa da braquiária e as épocas de amostragens. O valor de macroporosidade encontrado no tratamento Sem Mobilização do Solo foi maior do que o encontrado no tratamento de Cultivo Mínimo. Em relação aos manejos da biomassa da braquiária, o tratamento Pousio apresentou maior valor de macroporosidade e porosidade total do que o valor encontrado no tratamento Pastejo. O valor de macroporosidade obtido antes do pastejo foi significativamente maior do que o obtido após o pastejo e após a colheita da soja. Por se tratar de uma camada onde, provavelmente, ocorreu menor ação de equipamentos de preparo e menor ação de tráfegos de máquinas e animais, essa ocorrência não concorda com os dados da literatura (TREIN et al., 1991, p.105-111; SILVA et al., 1997, p.27-37; GAGGERO, 1998, 125 p.; MARCHEZAN et al., 1998, 393-397; SILVA et al., 2000, p.191-

199; MELLO et al., 2001, 72 p.) quando referem que essas modificações, no sistema integração agricultura-pecuária em plantio direto, ocorrem somente nas camadas superficiais do solo.

Tabela 07. Valores médios dos atributos físicos do solo, avaliados na camada de 0,20 – 0,30 m, em função dos condicionamentos físicos do solo, manejos da biomassa da braquiária e das épocas de amostragens.

Tratamentos		Macroporosidade	Microporosidade	Poros. total	Densidade
		m ³ .m ⁻³			kg.dm ³
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	0,147 a	0,345	0,492	1,29
	PC	0,138 ab	0,353	0,491	1,35
	CM	0,130 b	0,361	0,491	1,34
Manejos da biomassa (M)	Pousio	0,145 a	0,357	0,502 a	1,32
	Feno	0,139 ab	0,357	0,496 ab	1,34
	Pastejo	0,130 b	0,346	0,476 b	1,33
Épocas de Amostragens (E)	Antes do pastejo	0,156 a	0,347	0,503 a	1,34
	Após o pastejo	0,120 c	0,361	0,481 b	1,30
	Após a colheita	0,138 b	0,352	0,490 ab	1,35
Valores de F	C	4,17*	2,48 ^{NS}	0,01 ^{NS}	3,11 ^{NS}
	M	3,45*	1,66 ^{NS}	4,75*	0,55 ^{NS}
	E	18,59*	1,88 ^{NS}	3,17*	1,67 ^{NS}
	C x M	1,22 ^{NS}	0,53 ^{NS}	1,17 ^{NS}	0,49 ^{NS}
	C x E	0,21 ^{NS}	1,00 ^{NS}	0,78 ^{NS}	1,42 ^{NS}
	M x E	1,43 ^{NS}	0,96 ^{NS}	1,75 ^{NS}	0,51 ^{NS}
	C x M x E	0,41 ^{NS}	0,70 ^{NS}	0,92 ^{NS}	0,70 ^{NS}
CV (%)		18,26	8,53	7,83	8,09

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

4.3. Avaliações na *Brachiaria brizantha*

4.3.1. Cobertura do solo

A cobertura vegetal do solo a partir dos 9 dias após a semeadura da soja apresentou maior valor no tratamento Sem Mobilização do Solo, seguido de Cultivo Mínimo e Preparo Convencional, em todas as avaliações durante o ciclo da cultura (Tabela 08).

Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Marques (2002, p.165), porém a palha de braquiária demonstrou ser uma boa opção de cobertura vegetal, em função dos tratamentos

relacionados aos condicionamentos físicos do solo, permanecendo com boa cobertura desde os 9 dias após a semeadura. Nota-se também que, apesar do Preparo Convencional possuir menor porcentagem de cobertura que o Cultivo Mínimo, não foi detectada diferença significativa entre ambos, a partir dos 50 dias após a semeadura da soja. Todos os tratamentos de condicionamentos físicos do solo mantiveram cobertura suficiente para sua proteção até a época de colheita da soja (120 dias após a semeadura), devido à decomposição lenta da forragem e maior quantidade de palha com elevada relação C:N e podem ser considerados conservacionistas, de acordo com Oliveira (2002, p.52), por apresentarem mais de 30 % de cobertura vegetal sobre o solo. Em relação aos manejos da biomassa da braquiária, no tratamento Pousio houve diferença estatística significativa, quando comparado com o tratamento Pastejo, dos 9 até os 93 dias após a semeadura. Entretanto, na época de colheita da soja, não houve diferença significativa entre os tratamentos relacionados aos manejos da biomassa da braquiária, mantendo boa cobertura sobre o solo. Esse comportamento pode ser atribuído à escassez de chuva durante o período de desenvolvimento da cultura, contribuindo para a decomposição lenta da cobertura do solo.

Tabela 08. Valores médios de porcentagem de cobertura do solo, avaliados em pontos fixos, no período entre a semeadura até a colheita da cultura da soja, em função dos condicionamentos físicos do solo e manejos da biomassa da braquiária.

Tratamentos		Cobertura do solo			
		11/12/2003	27/01/2004	05/03/2004	02/04/2004
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	86 a	84 a	92 a	89 a
	CM	80 a	72 b	83 ab	76 ab
	PC	68 b	62 b	74 b	68 b
Manejos da biomassa (M)	Pastejo	74 b	69 b	78 b	79
	Pousio	84 a	82 a	89 a	84
	Feno	76 ab	68 b	81 ab	70
Valores de F	C	12,93 [*]	11,79 [*]	9,67 [*]	5,35 [*]
	M	4,97 [*]	7,11 [*]	4,19 [*]	2,62 ^{NS}
	C x M	1,20 ^{NS}	2,14 ^{NS}	0,73 ^{NS}	0,87 ^{NS}
CV (%)		11,28	14,76	12,09	19,88

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

4.3.2. Produção de matéria seca

Na Tabela 09 estão apresentados os valores médios de produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* antes dos manejos da biomassa da forragem e antes da dessecação da braquiária. Foram verificadas interações significativas entre os condicionamentos físicos do solo x épocas de amostragens e manejos da biomassa da braquiária x épocas de amostragens, cujos desdobramentos estão apresentados nas Tabelas 10 e 11.

Tabela 09. Valores médios de produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha*, em função dos condicionamentos físicos do solo, manejos da biomassa da braquiária e das épocas de amostragens.

Tratamentos		Matéria seca (kg.ha ⁻¹)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	2.917 a
	CM	2.297 b
	PC	2.187 b
Manejos da biomassa (M)	Pastejo	2.487 ab
	Pousio	2.753 a
	Feno	2.162 b
Épocas de amostragens (E)	Antes dos manejos da biomassa (Maio)	2.291
	Antes da dessecação da braquiária (Novembro)	2.644
Valores de F	C	6,06*
	M	3,44*
	E	3,66 ^{NS}
	C x M	0,43 ^{NS}
	C x E	10,33*
	M x E	3,44*
	C x M x E	0,43 ^{NS}
CV (%)		31,70

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

O Preparo Convencional e o Cultivo Mínimo propiciaram menor produção de matéria seca, em relação ao tratamento sem mobilização do solo, antes da realização dos manejos da biomassa da braquiária (Tabela 10), devido à mobilização do solo para incorporação do calcário no início do

ano, o que propicia também a incorporação de parte da biomassa, sendo a braquiária restabelecida nesses tratamentos, pelo banco de sementes existentes no solo.

Tabela 10. Desdobramento da interação condicionamentos físicos do solo x épocas de amostragens, significativa para produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* (kg.ha⁻¹).

Épocas de Amostragens	Condicionamentos físicos do solo		
	SM	CM	PC
Antes dos manejos da biomassa (Maio)	3.307 a A	1.991 a B	1.575 b B
Antes da dessecação da braquiária (Novembro)	2.528 b A	2.604 a A	2.800 a A

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.

De acordo com a Tabela 11, no tratamento Pastejo, aliado ao fato da eficiência de pastejo ser de aproximadamente 50 %, devido ao período compreendido entre a retirada dos animais e a amostragem antes da dessecação da braquiária, houve a regeneração da pastagem, proporcionando valores de matéria seca estatisticamente iguais aos obtidos nos tratamentos Pousio e Feno. No tratamento Feno, devido a retirada de grande parte da biomassa, esses valores foram menores que os encontrados no tratamento pousio.

Tabela 11. Desdobramento da interação manejos da biomassa da braquiária x épocas de amostragens, significativa para produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* (kg.ha⁻¹).

Épocas de Amostragens	Manejos da biomassa da braquiária		
	Pastejo	Pousio	Feno
Antes do manejo da biomassa (Maio)	2.291 a A	2.291 b A	2.291 a A
Antes da dessecação da braquiária (Novembro)	2.648 a AB	3.215 a A	2.032 a B

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.

4.4. Ganho de peso dos animais

Nos 28 dias de pastejo, os animais apresentaram ganho médio de peso vivo de 0,38 kg.animal⁻¹.dia⁻¹, demonstrando um ganho de 3,52 kg de peso vivo.ha⁻¹.dia, ou 98,56 kg de peso vivo.ha⁻¹.28 dias. Considerando um rendimento de carcaça de 52 %, o ganho de peso.ha⁻¹, no período foi de 51,25 kg de carcaça ou 3,41 @.ha⁻¹. Essa produção de 3,41 @.ha⁻¹ se deu em 28 dias, durante a entressafra de culturas e está bem próxima à obtida por Macedo (2001, p.159) citado por

Vilela et al. (2003, p.145-170), que trabalhando com diferentes sistemas de manejos de pastagens, durante 5 anos, detectaram produção média de 3,8 @.ha⁻¹.ano de carcaça bovina, em pastagens degradadas.

4.5. Avaliações na cultura da soja

4.5.1. População inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas de soja

Observando a Tabela 12, nota-se que a população inicial de soja foi significativamente maior no Cultivo Mínimo quando comparado esse valor com o obtido no tratamento Sem Mobilização do Solo. Embora não tenha sido objeto de estudo, essa diferença pode ter ocorrido devido a deslizamento da roda motriz da semeadora na palhada sobre o solo não mobilizado e também, devido ao fato de que, no plantio direto de soja sobre pastagem, sem mobilização anterior do solo, o fechamento do sulco de semeadura é menos eficiente. O tratamento Pastejo apresentou menor população inicial que o tratamento Pousio, devido, provavelmente, à maior retenção de umidade do solo, proporcionada pela maior quantidade de palhada neste tratamento.

Tabela 12. Valores médios de população inicial, população final e porcentagem de sobrevivência de plantas de soja, em função dos condicionamentos físicos do solo e manejos da biomassa da braquiária.

Tratamentos		População (plantas.ha ⁻¹)		% de sobrevivência
		inicial	final	(%)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	337.836 b	319.688	94,7
	CM	362.280 a	348.268	96,1
	PC	357.033 ab	342.466	95,9
Manejos da biomassa (M)	Pastejo	335.614 b	320.120	95,4
	Pousio	364.256 a	346.601	95,1
	Feno	357.280 ab	343.700	96,2
Valores de F	C	3,50*	6,41*	0,52 ^{NS}
	M	4,71*	5,93*	0,32 ^{NS}
	C x M	2,19 ^{NS}	3,58*	0,71 ^{NS}
CV (%)		6,76	6,14	3,67

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

Os valores médios de população final de plantas referentes à interação de condicionamentos físicos do solo x manejos da biomassa da braquiária são mostrados na Tabela 13. Nas áreas

pastejadas, a população final de plantas no tratamento Sem Mobilização do solo foi significativamente menor do que no Cultivo Mínimo e no Preparo Convencional, devido á menor população inicial desse sistema, conforme já mostrado na Tabela 12. Segundo Pontes (2002, p.71-72) a maior população final no tratamento com mobilização anterior do solo pode ser atribuída ao melhor contato solo-semente. Segundo a Embrapa (2004, p.139), para a semeadura da cultura da soja em época recomendada (Novembro), a população de plantas, deve ser de 320.000 plantas.ha⁻¹, embora, a soja permite oscilações de até 20 – 25 % na população desejada, evitando acamamento e com possibilidade de maior rendimento.

Tabela 13. Desdobramento da interação condicionamentos físicos do solo x manejos da biomassa da braquiária, significativa para população final de plantas de soja (plantas.ha⁻¹).

Manejos da biomassa da braquiária	Condicionamentos físicos do solo		
	SM	CM	PC
Pastejo	282.590 b B	349.071 a A	328.700 a A
Pousio	347.033 a A	337.404 a A	355.367 a A
Feno	329.441 a A	358.330 a A	343.330 a A

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

4.5.2. Características agronômicas da cultura da soja

4.5.2.1. Altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, diâmetro do caule, número de vagens por planta e número de grãos por vagem

Na Tabela 14, os valores médios de altura de planta, altura de inserção de primeira vagem e número de grãos por vagem apresentaram diferença significativa para os condicionamentos físicos do solo, com o preparo convencional proporcionando valor significativamente superior ao Cultivo Mínimo e Sem Mobilização do Solo. Essas características não manifestaram diferenças significativas entre si, em relação aos manejos da biomassa da braquiária empregados. Gouvêa Filho (2003, p.13) 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. Fatores como deficiência hídrica, temperaturas elevadas e efeito fotoperiódico podem agir em conjunto ou individualmente, interferindo negativamente no desenvolvimento das plantas, proporcionando plantas com menores alturas de inserção de primeiras vagens (LAZARINI, 2001, p.38).

Apesar das diferenças entre os valores obtidos, 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, p.93-96). Por outro lado, 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 inferior ao valor preconizado pelo autor.

Já para o diâmetro do caule e número de vagens por planta, os condicionamentos físicos do solo não mostraram diferenças estatísticas entre si, porém, quanto aos manejos da biomassa da braquiária, o tratamento pastejo proporcionou valor estatisticamente superior, em relação aos tratamentos Cultivo Mínimo e Sem Mobilização do Solo.

Comparando a Tabela 12 e a Tabela 14 observa-se que a menor população final (319.688 plantas.ha⁻¹), a menor altura de plantas (51,2 cm) e o maior número de vagens por planta (26,0) foram obtidos no tratamento Sem Mobilização do Solo. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Lazarini (2001, p.60) e Paschoalette (2003, p.17-18), que afirmaram que um dos fatores que influencia marcadamente o número de vagens é a população de plantas, ou seja, quando se tem menor número de plantas por área, normalmente tem-se menor altura e maior quantidade de ramificações, conseqüentemente, plantas com maior número de vagens. Geralmente, na cultura da soja, quando se obtém maior população de plantas, também se obtém maior altura de planta, em função da competição, principalmente por luz, que se estabelece entre as mesmas (ARATANI, 2003, p.32).

A semeadura e a colheita da soja foram realizadas em 02/12/2003 e 02/04/2004, respectivamente. Logo, o florescimento ocorreu no final de Janeiro e o período de formação de vagens e sementes em Fevereiro e Março. Observando os dados de precipitação apresentados no Apêndice 1, constata-se que nesses meses houve um período de deficiência hídrica e, na região, quando ocorre essa condição, tem-se também temperaturas elevadas (Apêndice 2), condições essas desfavoráveis para o processo fotossintético das plantas. Para Paschoalette (2003, p.20) o período de formação das sementes é considerado como de grande exigência quanto à fotossíntese da planta, culminado com o acúmulo de matéria seca na semente. Em função de condições climáticas adversas tem-se sementes e redução no número de vagens por planta, acarretando baixas produtividades.

Tabela 14. Valores médios de características agronômicas da cultura da soja, em função dos condicionamentos físicos do solo e manejos da biomassa da braquiária.

Tratamentos		Altura (cm)		Diâmetro do caule (mm)	Número	
		plantas	inserção1 ^a vagem		vagens/planta	grãos/vagem
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	51,2 b	14,8 ab	0,45	26	1,8 b
	CM	53,8 ab	14,2 b	0,45	24	1,9 b
	PC	58,0 a	17,2 a	0,47	24	2,0 a
Manejos da biomassa (M)	Pastejo	56,5	15,9	0,49 a	29 a	1,9
	Pousio	52,9	15,3	0,43 b	22 b	1,9
	Feno	53,8	15,0	0,45 ab	23 b	1,9
Valores de F	C	3,63 [*]	3,98 [*]	0,75 ^{NS}	0,63 ^{NS}	6,27 [*]
	M	1,08 ^{NS}	0,33 ^{NS}	3,47 [*]	5,69 [*]	0,06 ^{NS}
	C x M	0,63 ^{NS}	0,46 ^{NS}	0,61 ^{NS}	0,74 ^{NS}	1,45 ^{NS}
CV (%)		11,48	17,89	11,18	22,46	8,57

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

4.5.3. Avaliação da produção da cultura da soja

4.5.3.1. Produção de grãos e massa de 1000 grãos

Conforme a Tabela 15, o valor de massa de 1000 grãos de soja, referente ao tratamento com condicionamento físico do solo pelo Preparo Convencional, foi significativamente maior do que o obtido no tratamento Sem Mobilização do Solo. Essa tendência se repetiu na produção de grãos, que embora não tenha sido estatisticamente significativa, denotou uma diferença de 405 kg ha⁻¹ (26 % a mais), em prol do Preparo Convencional. O fato do Preparo Convencional mobilizar com maior intensidade o solo, promove melhor incorporação e homogeneização de distribuição do calcário no perfil perturbado do solo, e promover o enterrio de parte da palhada, que se decompõe, provavelmente tenha contribuído para uma melhor nutrição das plantas. Sendo assim, numericamente, o aumento da produção de soja no Cultivo Mínimo e Preparo Convencional do solo pode ter sido reflexo desta operação.

A produção de grãos, em todos os tratamentos, foi abaixo da média da região, devido á irregularidade das precipitações pluviométricas. No período compreendido entre os 84 após a semeadura (início de enchimento de grãos) até a colheita, a precipitação somou somente 86 mm (Apêndice 1), causando um grande déficit hídrico. De acordo com Câmara et al. (1999, sp.), a

deficiência hídrica nos estádios R3 e R4 (início da frutificação e frutificação plena) e R5, R6 e R7 (início da granação, granação plena e maturidade fisiológica), resultam em maior abortamento e chochamento de vagens e menor número de grãos e grãos mais leves, conseqüentemente menor produção. Segundo Lazarini (2001, p.107) a região de Selvíria – MS pode ser considerada de alto risco para a semeadura da soja, devido a elevadas temperaturas que ocorrem durante o verão e com grandes probabilidades de ocorrência de veranicos.

Os valores de produção de grãos e de massa de 1000 grãos estão bem aquém dos encontrados por Carvalho (1999, p.27), que obteve 2.748 kg.ha⁻¹ e 184 g, para produção e massa de 1000 grãos, respectivamente, utilizando a mesma cultivar, em latossolo vermelho, sob preparo convencional. Segundo Neder (1996, p.82) é possível obter produtividades de soja acima da média nacional na região de Selvíria – MS, com semeaduras realizadas de Novembro a Fevereiro, com suplementação hídrica, contudo, a utilização da irrigação poderia solucionar o problema, não obstante, em se tratando de uma planta C3, temperaturas elevadas também são limitantes para o processo produtivo (LAZARINI, 2001, p.50).

Numericamente, nessa pesquisa, a maior produtividade no solo anteriormente mobilizado (Cultivo Mínimo e Preparo Convencional) foi resultado do maior número de plantas (Tabela 12) e principalmente, da massa de 1000 grãos (Tabela 15). Aratani (2003, p.34) e Paschoalette (2003, p.20) também utilizando a mesma cultivar, atribuíram a maior produtividade às maiores populações de plantas e maiores valores de massa de 1000 grãos.

Tabela 15. Valores médios de produção de grãos e massa de 1000 grãos de soja, em função dos condicionamentos físicos do solo e manejos da biomassa da braquiária.

Tratamentos		Produção de grãos	Massa de 1000 grãos
		(kg.ha ⁻¹)	(g)
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	1.547	148,5 b
	CM	1.860	152,2 ab
	PC	1.952	159,0 a
Manejos da biomassa (M)	Pastejo	1.762	154,4
	Pousio	1.789	154,3
	Feno	1.809	151,1
Valores de F	C	3,10 ^{NS}	5,96*
	M	0,03 ^{NS}	0,74 ^{NS}
	C x M	2,12 ^{NS}	0,32 ^{NS}
CV (%)		23,40	4,91

Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si para o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.5.4. Diagnose foliar

Na Tabela 16 estão contidos os valores referentes aos teores de macronutrientes nas folhas da cultura da soja. Verifica-se que nenhum dos nutrientes avaliados sofreram influência dos tratamentos referentes aos condicionamentos físicos do solo. Houve diferença estatística significativa em relação ao N, detectando-se maiores valores deste nutriente no tratamento Pastejo do que no Pousio e no Feno. Com exceção do Ca e do Mg, todos os macronutrientes estão abaixo dos teores foliares considerados adequados para a cultura da soja, segundo ANBROSANO et al. (1996, p.191). Os teores foliares inadequados de N, P, K e S podem estar relacionados à baixa fertilidade do solo da área experimental e à falta de chuva no período.

Tabela 16. Valores médios de teores de N, P, K, Ca, Mg e S, encontrados em folhas de soja, na época de florescimento pleno (R2), em função dos condicionamentos físicos do solo e manejos da biomassa da braquiária.

Tratamentos		Nutrientes (g.kg ⁻¹)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Condicionamentos físicos do solo (C)	SM	20,22	1,27	11,17	11,59	9,97	0,71
	CM	20,90	1,37	11,92	11,39	9,75	0,70
	PC	22,18	1,34	11,96	10,92	9,93	0,76
Manejos da biomassa (M)	Pastejo	23,52 a	1,36	11,69	11,66	9,97	0,78
	Pousio	19,89 b	1,30	11,72	11,33	9,93	0,69
	Feno	19,88 b	1,31	11,63	10,91	9,75	0,69
Valores de F	C	2,06 ^{NS}	2,28 ^{NS}	1,55 ^{NS}	1,75 ^{NS}	1,66 ^{NS}	0,99 ^{NS}
	M	9,14*	0,99 ^{NS}	0,02 ^{NS}	2,05 ^{NS}	1,46 ^{NS}	2,53 ^{NS}
	C*M	0,10 ^{NS}	0,40 ^{NS}	2,06 ^{NS}	0,76 ^{NS}	0,06 ^{NS}	1,02 ^{NS}
CV (%)		11,40	8,86	10,59	7,96	3,25	15,91

Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si para o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.6. Considerações

Devido ao fato do experimento ter sido conduzido em apenas um ano agrícola e ter sido atípico em relação ao clima, julgamos necessário a continuidade da pesquisa para avaliar o efeito do calcário ao longo do tempo e também para avaliar a produção da cultura da soja em um ano com precipitação pluviométrica regular.

Embora a produtividade da cultura da soja tenha sido baixa, foi condizente com os resultados obtidos nas lavouras comerciais de sequeiro da região, que em média, produziram em torno de 1.800 kg.ha⁻¹, devido a irregularidade da precipitação pluviométrica.

5. CONCLUSÕES

Para as condições em que o experimento foi instalado e conduzido, os resultados permitiram concluir que:

1. É recomendada a mobilização do solo em áreas antigas de pastagens, para implantação da cultura da soja no 1º ano.
2. Os sistemas utilizados provocaram impacto significativo nos atributos físicos do solo, com redução da macroporosidade na época da colheita da soja, na camada de 0 – 0,10 m.
3. É viável utilizar as áreas de agricultura para pastejo no outono/inverno (entressafra).
4. A calagem em superfície mostrou-se eficiente, pois houve elevação da saturação por bases, para valores próximos de 70 %, na camada de 0 – 0,10 m, no 1º ano de instalação do sistema integração agricultura-pecuária.
5. A implantação da cultura da soja em áreas de *Brachiaria brizantha*, com correção do solo mostrou-se viável, pois o nível de produtividade obtido foi semelhante ao obtido nas lavouras comerciais de sequeiro da região, em áreas ocupadas com agricultura há mais tempo.

6. REFERÊNCIAS

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.185-223.

ALBUQUERQUE, J.A.; SANGOI, L.; ENDER, M. Efeitos da integração lavoura-pecuária nas propriedades físicas do solo e características da cultura do milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa (MG), v.25, n.3, p.717-723, 2001.

ALVARENGA, M.I.N.; SILVEIRA, D.A.; PASSOS, R.R.; BAHIA, V.G. Manejo visando à conservação e recuperação de solos altamente susceptíveis à erosão sob os aspectos físicos, químicos e biológicos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.19, n.191, p.49-58, 1998.

ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. **Pastagens produtivas**: lucro para o produtor e para o meio ambiente. Brasília: APDC, 2003, p.6. (Direto no Cerrado, 29).

AMBROSANO, E.J.; TANAKA, R.T.; MASCARENHAS, H.A.A.; RAIJ, B.van.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H. Leguminosas e oleaginosas. In: RAIJ, B.van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: IAC, 1996. p.187-203. (Boletim técnico, 100).

ANJOS, J.T.; UBERTI, A.A.A.; VIZZOTTO, V.J.; LEITE, G.B.; KRIEGER, M. propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.18, n.1, p.139-145, 1994.

ARATANI, R.G. **Culturas de cobertura e épocas de aplicação de nitrogênio para as culturas de milho e soja em plantio direto na região de cerrado**. Ilha Solteira, 2003. 48p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

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

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. N total de um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa (MG), v.21, n.2, p.235-239, 1997.

BERNARDI, A.C.C.; MACHADO, P.L.O.A.; FREITAS, P.L.; COELHO, M.R.; LEANDRO, W.M.; OLIVEIRA JÚNIOR, J.P.; OLIVEIRA, R.P.; SANTOS, H.G.; MADARI, B.E.; CARVALHO, M.C.S. **Correção do solo e adubação no sistema de plantio direto nas cerrados**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 2003, 22p. (Documentos, 46).

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

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.; LIMA, R.P.; MEROLA, R.C.; SILVEIRA, M.A.; DIJKSTRA, F.; SCALÉA, M.; FABRÍCIO, A.C. Integração lavoura-pecuária no plantio direto em condições de sequeiro. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4, 1999, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU / APDC, 2000, p.31-46.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Secretaria Nacional da Defesa Agropecuária, Departamento Nacional de Defesa Vegetal, Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regra para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365 p.

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. Plantio direto da soja sobre pastagem de *Brachiaria decumbens* rompe barreiras de fertilidade do solo no Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n.38, p.17-18, 1997.

CAIRES, E.F.; BANZATTO, D.A.; FONSECA, A.F. Calagem na superfície em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa (MG), v.24, n.1, p.161-169, 2000.

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

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

CANTARUTTI, R.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; COSTA, O.V. Impacto do animal sobre o solo: compactação e reciclagem de nutrientes. In: MATTOS, W.R.S. **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p.826-837.

CARDOSO, F.P. **Brachiaria mais que pasto II**. Brasília: APDC, 2003, p.4. (Direto no Cerrado, 28).

CARDOSO, F.P. **Braquiária mais que pasto II: palhada, alelopatia e fungos**. Brasília: APDC, 2001, p.4. (Direto no Cerrado, 20).

CARVALHO, G.R. **Efeito de épocas de semeadura e de colheita na produção e qualidade fisiológica de sementes de diferentes variedades de soja**. Ilha Solteira, 1999. 51p. Trabalho de Graduação (Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

CERVI, E.U. A revolução da palha. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n.73, p.8-12, 2003.

CINTRA, F.L.D.; MIELNICZUK, J. Potencial de algumas espécies vegetais para a recuperação de solos com propriedades físicas degradadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.7, n.1, p.197-201, 1983.

CRUZ, M.C.P.; FERREIRA, M.E.; LUCHETTA, S. Efeito da calagem sobre a produção de matéria seca de três gramíneas forrageiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.29, n.8, p.1303-1312, 1994.

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

DELAVALLE, F.G. **Culturas de cobertura do solo e calagem na implantação de plantio direto para as culturas de milho e soja**. Ilha Solteira, 2001. 107p. Dissertação: (Mestrado em Agronomia - Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

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

DEMATTÊ, J. L. I. **Levantamento detalhado dos solos do campus experimental de Ilha Solteira**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1980. 114p.

DOMINGUES, M.R. **Resposta da soja e do milho à adubação com enxofre e zinco em dois sistemas de cultivo na integração agricultura-pecuária**. Ilha Solteira, 2001. 55p. Trabalho de Graduação (Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

EDWARD, J. O Brasil que planta e colhe dinheiro. **Revista Veja**, São Paulo, n.30, 2004, p.14-21.

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

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2003**. Londrina: EMBRAPA, 2002. 199p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja – região central do Brasil 2005**. Londrina: EMBRAPA, 2004. 242p.

FERNANDES, F.M.; HECKLER, J.C. Soja em rotação com algodoeiro e milho no sistema plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n.58, p.43-44, 2000.

FERREIRA, S. **Importância da safrinha na rotação de culturas**. Brasília: APDC, 2000, p.18-19. (Direto no Cerrado, 15).

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

FIGUEIREDO, L.H.A.; DIAS JÚNIOR, 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.

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

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

FREGONESI, G.A.F.; BROSSARD, M.; GUIMARÃES, M.F.; MEDINA, C.C. Modificações morfológicas e físicas de um latossolo argiloso sob pastagens. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa (MG), v.25, n.4, p.1017-1027, 2001.

FREITAS, P.L.; BERNARDI, A.C.C. Princípios e critérios para adotar o sistema plantio direto. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 7, 2003, Sorriso. **Anais...** Cuiabá: EdUFMT, 2003, p.59-64.

GAGGERO, M.R. **Alterações das propriedades físicas e mecânicas do solo sob sistemas de preparo e pastejo.** Porto Alegre, 1998. 125p. Tese (Doutorado em Mecânica dos Solos) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

GATIBONI, L.P.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D.S. Calagem e adubação em pastagens. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n.75, p.34-35, 2003.

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

HADDAD, C.M.; CASTRO, F.G.F. Produção de feno. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 15, 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1998, p.151-171.

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 – SPI, 1998. p.37-49.

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

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

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.; 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.97-101, 2000.

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.

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

LEAL, A.J.F. **Efeitos na cultura da soja de modos e épocas de aplicação de calcário e culturas de cobertura do solo na implantação do sistema plantio direto**. Ilha Solteira, 2003. 64p. Trabalho de Graduação (Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

LEANDRO, W.M. Correção fertilidade do solo. In: ASSOCIAÇÃO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO. **Rotação de culturas e cobertura do solo**. Brasília: APDC, 2001. p.22-40. (Programa de Treinamento).

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

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 DAS PASTAGENS, 21, 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004, p.63-100.

MACEDO, M.C.M. A integração lavoura-pecuária como alternativa de recuperação de pastagens degradadas. In: WORKSHOP NITROGÊNIO NA SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS INTENSIVOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA, 2000, Dourados. **Anais...** Dourados: EMBRAPA, 2000, p.90-104.

MACEDO, M.C.M. Recuperação de áreas degradadas: pastagens e cultivos intensivos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24, 1993, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: SBCS, 1993. p.71-72.

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 – SPI, 1998. p.217-232.

MAGALHÃES, R.T.; KLIEMANN, H.J.; OLIVEIRA, I.P. Evolução das propriedades físicas de solos submetidos ao manejo do sistema barreirão. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.31, n.1, p.7-13, 2001.

MALAVOLTA, E. A prática da calagem. In: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS AGRÍCOLAS, 1983, Piracicaba. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1985, p.313-357.

MARCHEZAN, E.; VIZZOTO, V.R.; ZIMMERMANN, F.L. Produção de forrageiras de inverno em diferentes espaçamentos entre drenos superficiais sob pisoteio animal em várzea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.3, p.393-397, 1998.

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

MELLO, J.S. Consideração sobre a produção animal no sistema plantio direto para o inverno de 2003. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, 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. Botucatu, 1988, 132p. Tese (Doutorado em Agronomia - Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

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

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

MERCANTE, F.M. Fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja? Como se beneficiar? In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 7, 2003, Sorriso. **Anais...** Cuiabá: EdUFMT, 2003, p.25-29.

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

MOREIRA, S.G.; KIEHL, J.C.; PROCHNOW, L.I.; PAULETTI, V. Calagem em sistema de semeadura direta e efeitos sobre a acidez do solo, disponibilidade de nutrientes e produtividade de milho e soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa (MG), v.25, n.1, p.71-81, 2001.

MÜLLER, M.M.L.; GUIMARÃES, M.F.; DESJARDINS, T.; MARTINS, P.F.S. Degradação de pastagens na Região Amazônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p.1409-1418, 2001.

NEDER, M.A.Z. **Avaliação de genótipos de soja semeados em época convencional, tardia e safrinha, quanto a caracteres de produção e qualidade fisiológica de sementes.** Ilha Solteira, 1996. 96p. Trabalho de Graduação (Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

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

OLIVEIRA, I.P.; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P.; BALBINO, L.C.; FARIA, M.P.; MAGNABOSCO, C.U.; SCARPATI, M.T.V.; PORTES, T.A.; BUSO, L.H. **Sistema barreira: calagem e gessagem em pastagem degradada**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 1999. 36p. (Circular técnica, 32).

OLIVEIRA, I.P.; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L.P.; DUTRA, L.G.; PORTES, T.A.; SILVA, A.E.; PINHEIRO, B.S.; FERREIRA, E.; CASTRO, E.M.; GUIMARÃES, C.M.; GOMIDE, J.C.; BALBINO, L.C. **Sistema barreira: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais**. Goiânia: EMBRAPA, 1996. 90p. (Documentos, 64).

OLIVEIRA, M.F.B. **A cultura da soja implantada em diferentes coberturas e manejos do solo em área de pastagem degradada**. Botucatu, 2002. 100p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.

OLIVEIRA, M.C.; FREITAS, P.L. **PD a caminho da sustentabilidade**. Brasília: APDC, 1999, p.10. (Direto no Cerrado, 12).

PASCHOALETTE, W.R. **Modos e épocas de aplicação de calcário na implantação do sistema plantio direto com a cultura da soja**. Ilha Solteira, 2003. 35p. Trabalho de Graduação (Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

PEDROTTI, A.; PAULETTO, E.A.; CRESTANA, S.; FERREIRA, M.M.; DIAS JÚNIOR, M.S.; GOMES, A.S.; TURATTI, A.L. Resistência mecânica à penetração de um planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa (MG), v.25, n.3, p.521-529, 2001.

PETREIRE, C.; ANGHINONI, I. Alteração de atributos químicos no perfil do solo pela calagem superficial em campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa (MG), v.25, n.4, p.885-895, 2001.

PÖKTTER, D.; AMBROSI, I.; BEM, J.R.; KOCHHANN, R.A.; DENARDIM, J.E. **Calagem em plantio direto**. Passo Fundo: EMBRAPA, 1998. 40p. (Boletim técnico, 4).

PONTES, J.R.V. **Implantação da cultura da soja em diferentes métodos e épocas de manejo do solo**. Botucatu, 2002. 113p. Tese (Doutorado em Agronomia - Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

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).

RHEINHEIMER, D.S.; SANTOS, E.J.S.; KAMINSKI, J.; BORTOLUZZI, E.C.; GATIBONI, L.C. Alterações de atributos do solo pela calagem, superficial e incorporada a partir de pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa (MG), v.24, n.4, p.797-805, 2000.

RODRIGUES, W. **Tecnologias agrícolas sustentáveis no cerrado**. Brasília: Ministério da Integração Nacional / UEG, 2002. 86p.

SALTON, J.C.; FABRÍCIO, A.C.; MACHADO, L.A. Integração lavoura-pecuária no sistema plantio direto. . In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002, p.89-98.

SALTON, J.C.; FABRÍCIO, A.C.; MACHADO, L.A.; OLIVEIRA, H. Pastoreio da aveia e compactação do solo. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n.69, p.32-34, 2002.

SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Efeito de sistemas de produção de grãos e de pastagens sob plantio direto sobre o nível de fertilidade do solo após 5 anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa (MG), v.25, n.3, p.645-653, 2001.

SCALÉA, M. Manejo de plantas daninhas no plantio direto. In: ENCONTRO DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 7, 2003, Sorriso. **Anais...** Cuiabá: EdUFMT, 2003, p.67-71.

SCALÉA, M. Plantio direto e rotação de culturas: benefícios que se somam. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n.56, p.31, 2000.

SCHAEFER, C.E.G.R.; SOUZA, C.M.; VALLEJOS, F.J.; VIANA, J.H.M.; GALVÃO, J.C.C.; RIBEIRO, L.M. Características da porosidade de um argissolo vermelho-amarelo submetido a diferentes sistemas de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa (MG), v.25, n.3, p.765-769, 2001.

SILVA, A.P.; TORMENA, C.A.; MAZZA, J.A. Manejo físico de solos sob pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p.25-37.

SILVA, M.M. **Propriedades físico-hídricas de um latossolo vermelho de cerrado cultivado com soja sob plantio direto e cultivo mínimo e doses de zinco e enxofre.** Ilha Solteira, 2001, 56p. Trabalho de Graduação (Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista.

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

SIQUEIRA, R. **Sistemas de preparo em diferentes tipos de cobertura vegetais do solo.** Botucatu, 1999. 191 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. In: SOUZA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação.** 2 ed. Brasília: EMBRAPA, 2004. p.81-96.

SOUZA, Z.M.; ALVES, M.C. Propriedades químicas de um latossolo vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa (MG), v.27, n.1, p.133-139, 2003.

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 DAS PASTAGENS, 21, 2004, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004, p.33-62.

STONE, L.F.; MOREIRA, J.A.A.; KLUTHCOUSKI, J. Influência das pastagens na melhoria dos atributos físico-hídricos do solo. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária.** Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2003. p.173-181.

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

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 – SPI, 1998. p.103-118.

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**, Viçosa (MG), v.15, n.1, p.105-111, 1991.

UHDE, L.T.; COGO, N.P.; TREIN, C.R.; LEVIEN, R. Comportamento da sucessão trevo/milho, em área com e sem pastejo intensivo, sob diferentes métodos de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa (MG), v.20, n.3, p.493-501, 1996.

VALARINI, P.J.; TOKESHI, H.; FRIGHETTO, R.T. **Potencial do sistema de plantio direto no controle de fitopatógenos de solo em lavouras irrigadas de cerrado em Guaíra – SP**. Brasília: APDC, 2002, p.10-12. (Direto no Cerrado, 26).

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**. Brasília, 2003. p.143-170.

VITTI, G.C.; LUZ, P.H.C. Calagem em sistema de plantio direto e/ou cultivo mínimo. In: _____. **Utilização agronômica de corretivos agrícolas**. Piracicaba, FEALQ, 2004. p.61-62.

YOKOYAMA, L.P.; VIANA FILHO, A.; BALBINO, L.C.; OLIVEIRA, I.P.; BARCELLOS, A.D. Avaliação econômica de técnicas de recuperação de pastagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.8, p.1335-1345, 1999.

ZIMMER, A.H.; MACEDO, M.C.M.; BARCELLOS, A.O.; KICHEL, A.N. Estabelecimento e recuperação de pastagens de *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11, 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994, p.153-208.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **Sanest**: Sistema de análise estatística para microcomputadores. 1991. 120p.

7. APÊNDICE

Apêndice 1. Dados pluviométricos registrados no período de condução do experimento, na Fazenda de Ensino e Pesquisa – UNESP – Campus de Ilha Solteira.

Dia	Anos/Meses																
	2002	2003												2004			
	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
	Precipitação (mm)																
01			1,5											10,0	2,0		
02	15,0	19,0				15,0							70,0				
03		10,0			5,0								39,0				12,0
04		22,0	6,0		12,0	7,0							25,0				3,0
05						6,0	20,0				18,0		52,0				
06		10,0							10,0				3,0				31,0
07				14,0							12,0		9,0				
08	8,0									15,0			50,0				
09				15,0	25,0						32,0			9,0			
10			8,0	30,0							15,0						
11		1,0	7,0	48,0													
12		15,0												2,0			
13	8,0	8,0	8,0														
14	12,0	30,0							4,0			32,0			31,0	28,0	
15	10,0		30,0														
16		3,5	60,0							10,0							
17		3,1	40,0									13,0					
18		6,0															
19																5,0	7,0
20		20,5		69,0										5,0			
21		30,5									10,0				40,0		
22													10,0		20,0		
23		90,0				31,0							28,0	10,0	78,0		
24	20,0	1,0										36,0		85,0	17,0		
25		1,5		48,0								25,0		45,0	5,0		
26		20,0		5,0						10,0		36,0		30,0			
27		13,5										69,0					
28													26,0				
29		12,5			28,0												
30		2,0											28,0				
31		1,0											42,0	17,0			
Σ	73,0	320,1	160,5	229,0	70,0	59,0	20,0	0,0	14,0	35,0	116,0	211,0	382,0	213,0	193,0	33,0	53,0

Fonte: FEP – Selvíria – MS

Apêndice 2. Temperaturas médias registradas no período de condução do experimento, na Fazenda de Ensino e Pesquisa – UNESP – Campus de Ilha Solteira.

Dia	Anos/Meses																
	2002	2003												2004			
	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Jan	Fev	Mar	Abr
	Temperatura (°C)																
01	30,0	29,5	25,7	29,5	29,8	26,8	25,1	20,9	22,6	21,8	27,5	25,0	26,6	25,5	24,2	28,3	27,5
02	25,5	27,4	25,6	29,1	30,6	26,3	25,6	21,3	25,3	25,4	28,1	22,0	27,1	23,8	24,9	29,1	26,8
03	27,9	26,8	25,6	27,6	27,0	21,5	25,1	20,9	25,5	25,7	29,1	23,3	26,6	24,3	26,3	28,5	28,4
04	26,9	25,9	26,6	27,5	26,3	21,5	25,6	20,0	23,9	23,7	30,0	22,7	25,4	27,0	27,4	26,0	27,5
05	29,9	26,1	27,6	28,4	27,0	21,8	21,5	20,7	24,8	27,1	29,4	24,2	26,0	27,8	27,8	26,0	27,1
06	28,8	25,8	27,7	29,4	26,7	19,6	22,8	22,3	28,0	26,3	26,8	26,5	25,3	25,1	27,9	26,6	27,5
07	29,9	27,1	27,9	29,5	27,0	16,8	25,3	24,3	23,9	28,5	25,7	28,2	27,1	26,1	26,1	26,8	27,1
08	27,8	28,0	27,9	26,3	28,4	16,9	24,6	22,9	17,7	30,2	27,3	28,3	27,8	26,2	25,1	26,7	27,2
09	25,6	28,4	27,8	26,7	28,0	17,1	24,7	24,7	21,4	26,4	28,3	28,4	22,9	25,5	25,8	26,8	27,6
10	26,8	29,2	27,6	25,9	24,5	20,4	24,5	25,0	15,2	20,1	21,0	29,8	25,2	26,8	25,8	28,0	27,1
11	27,4	28,9	27,0	27,7	25,4	22,4	24,8	20,7	18,1	12,5	21,7	34,1	29,9	28,2	26,4	28,2	26,4
12	27,9	26,8	27,3	27,1	21,9	21,4	23,8	16,1	18,0	17,8	22,1	32,6	27,0	28,3	26,4	28,4	25,6
13	27,9	26,1	27,2	27,3	23,6	23,9	23,6	18,0	20,4	20,8	23,1	23,7	28,9	28,2	26,6	25,8	26,1
14	28,0	25,5	25,1	28,2	24,5	25,4	23,0	19,9	22,0	19,9	23,6	27,0	24,4	28,4	27,1	27,0	26,5
15	26,9	27,5	26,1	28,7	28,4	26,3	24,1	23,5	23,1	22,4	24,3	29,6	29,9	27,5	26,1	25,3	25,9
16	27,8	27,2	26,4	27,9	28,4	26,9	23,8	21,9	21,3	24,5	25,8	28,8	30,5	28,0	26,4	23,3	24,5
17	28,9	27,7	26,8	25,7	28,8	25,4	23,0	23,3	16,9	19,5	25,8	25,6	28,6	29,0	27,2	26,3	27,3
18	30,9	27,4	26,9	24,9	29,9	23,9	22,9	23,0	16,6	22,9	28,3	24,9	27,4	27,6	27,7	26,9	26,4
19	29,5	27,5	28,4	27,0	28,8	24,7	22,1	23,7	18,1	23,5	30,3	22,5	28,4	28,3	26,7	26,3	26,0
20	25,8	25,9	27,3	28,1	23,5	23,8	21,7	24,0	22,8	26,2	26,5	24,8	30,3	26,9	27,0	23,3	26,6
21	28,4	24,7	26,3	25,9	26,7	25,3	21,5	24,5	22,5	28,7	24,4	26,0	30,8	26,4	26,9	26,1	25,8
22	28,1	27,2	25,7	24,5	29,6	27,1	20,4	22,7	22,2	28,1	21,9	26,3	30,1	26,8	25,3	25,9	26,1
23	29,7	25,9	26,7	26,2	28,9	25,4	20,2	22,7	23,4	28,8	27,4	26,9	27,6	28,0	24,6	24,8	26,9
24	28,7	25,7	26,5	26,9	29,0	18,3	20,6	24,7	25,9	28,6	27,8	27,1	28,3	28,1	24,4	24,2	27,1
25	28,2	24,7	27,3	25,6	29,8	18,3	20,2	23,4	24,5	29,9	28,9	27,9	26,9	27,4	24,6	23,4	27,8
26	27,4	23,8	27,7	22,3	30,2	19,5	20,1	25,0	11,0	30,9	28,8	26,1	28,2	22,6	25,1	24,4	23,3
27	27,2	24,8	28,6	24,7	30,3	19,7	22,5	24,3	17,6	25,1	22,9	26,4	27,2	26,0	25,8	25,2	23,9
28	28,9	26,1	28,7	26,4	30,1	21,0	22,8	24,1	19,5	23,3	22,5	26,7	27,3	25,8	26,8	24,7	25,8
29	29,4	25,6		25,5	31,6	20,9	22,4	22,0	16,6	28,0	25,5	26,6	28,3	27,4	28,0	27,1	25,7
30	29,8	25,7		26,8	30,5	20,9	20,6	23,7	17,0	25,6	27,0	26,7	26,5	26,4		26,4	25,2
31	29,9	27,3		27,9		23,1		23,7	18,5		27,5		24,1	26,1		27,1	
Média	28,2	26,6	27,0	26,9	27,8	22,3	23,0	22,5	20,8	24,7	26,1	26,6	27,4	26,7	26,2	26,2	26,4

Fonte: FEP – Selvíria – MS