

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA EM PLANTIO
DIRETO: atributos físicos e cobertura residual do solo, produção de
forragem e desempenho econômico**

Luiz Malcolm Mano de Mello
Engenheiro Agrônomo

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia -
UNESP - câmpus de Ilha Solteira, como parte
das exigências para participar do concurso
público de títulos e provas para obtenção do
título de **Livre Docente**.

Ilha Solteira - São Paulo

Julho de 2001

1210001240



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA

**INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA EM PLANTIO
DIRETO: atributos físicos e cobertura residual do solo, produção de
forragem e desempenho econômico**

Luiz Malcolm Mano de Mello
Engenheiro Agrônomo

1210001240



Insc. 040/2001 - NPD 119/01

UNESP - "CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA"	
SERVIÇO TÉCN. DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO	
DATA DE CHEGADA	DATA DE TÓRPO
02/10/01	30/10/01
DE QUAL. F. 200	TE. 1240
AQUIÇÃO	CLASSIFICAÇÃO
Ilha Antio 24/10/00	

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia - UNESP - câmpus de Ilha Solteira, como parte das exigências para participar do concurso público de títulos e provas para obtenção do título de **Livre Docente**.

Ilha Solteira - São Paulo

Julho de 2001

50404008

ASTAGEM E FORRAGICULTURA



M527i Mello, Luiz Malcolm Mano de
Integração agricultura-pecuária em plantio direto : atributos físicos do solo, produção de forragem, cobertura residual do solo e desempenho econômico / Luiz Malcolm Mano de Mello. -- Ilha Solteira, 2001
ii, 72p. : il.

Tese (livre docente)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira.

Bibliografia: p.60-72

1.Solos-Compactação 2.Sorgo forrageiro 3.Pastejo rotacionado 4.Produção de palha 5.Cobertura morta

A

DEUS

que sempre me deu proteção, saúde, segurança, esperança,
capacidade e perseverança para que eu chegasse até aqui,

A G R A D E Ç O



À minha esposa

ELOÍSA,

que, desde o início de minha carreira, com muito amor, carinho,
compreensão e companheirismo, abdicou de suas próprias realizações
para me apoiar e incentivar, e nos momentos mais difíceis não me deixou
desanimar ou fraquejar, e

Aos meus filhos,

LUIZ MALCOLM, ARTHUR E LARA MARIA,

pelo carinho, amor e felicidade que me proporcionam,

DEDICO



Aos meus pais,
OZIAS E LUIZA,
que durante todas as suas vidas lutaram pela minha formação moral e
profissional, e pelo exemplo de vida, amor, trabalho e retidão,

O F E R E Ç O



HOMENAGEM

Ao meu amigo e mestre,

SERGIO HUGO BENEZ,

Pelo incentivo e apoio durante toda minha carreira, e pelos serviços
prestados à Mecanização Agrícola e ao Plantio Direto.



AGRADECIMENTOS

Entendendo que a Livre Docência é o coroamento da carreira docente, quero externar meus agradecimentos às pessoas e instituições que me auxiliaram e em mim acreditaram desde o início de minha vida universitária.

À Faculdade de Engenharia – UNESP – câmpus de Ilha Solteira, por propiciar meu trabalho e meu crescimento profissional.

Ao Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Rural, por permitir o desenvolvimento de minha carreira e pela oportunidade da realização deste concurso.

Aos colegas do Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Rural, pelo convívio e incentivo, em especial, aos Professores Francisco M. Fernandez, Marlene Cristina Alves, Max J. A. Faria Jr, Morel de Passos e Carvalho, Salatiér Buzetti e Vinício M. do Nascimento, pelas sugestões e encorajamento nesta etapa.

À Pecuária Damha, por permitir a realização deste trabalho em sua propriedade e ao seu corpo técnico nas pessoas de Natalino C. Sobrinho, Marcos Bertani, Luiz G. Sacomano e Marcelo E. Maragno, por proporcionarem as condições necessárias ao desenvolvimento deste trabalho.

À Fapesp pelos auxílios concedidos, que me proporcionaram a oportunidade de desenvolvimento e publicação de diversos trabalhos.

Aos docentes da Área de Mecanização Agrícola do Departamento de Engenharia Rural da FCA – Unesp, Sérgio H. Benez, Carlos A. Gamero, Kleber P. Lanças, Ulisses R. Antuniassi e José A. Furlani Jr, pelo incentivo e apoio durante minha carreira.



Aos meus orientados, Élcio H. Yano, Celso M. Takahashi, Emerson Borghi, Karem C.P. Narimatsu, Luiz A. Domingues e Fábio L. Santos, pelo auxílio na condução do ensaio e coleta de dados.

À Márcia Borrelli Achtschin, pelos serviços de digitação e organização do Memorial.

À Ângela Marcelino Kato, pelo auxílio na organização de documentos.

Ao Valdivino dos Santos, pelos serviços de análises físicas.

Ao José Aldir Pereira, pelos serviços na área de informática.

A todos, que direta ou indiretamente, contribuíram para o desenvolvimento desse trabalho.



ÍNDICE

Resumo	iii
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVO	02
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	08
3.1. Plantio direto e produção de palha.....	08
3.2. Pastejo x atributos físicos do solo.....	16
3.3. Integração lavoura-pecuária.....	19
3.4. Compactação do solo	24
4. MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1. Material	26
4.1.1. Área experimental.....	26
4.1.1.1. Localização	26
4.1.1.2. Solo	27
4.1.1.3. Histórico da área	28
4.1.2. Insumos Básicos.....	29
4.1.3. Máquinas e equipamentos.....	30
4.1.4. Animais	31
4.1.5. Outros equipamentos	31
4.2. Métodos.....	32



4.2.1.	Delineamento experimental	32
4.2.2.	Descrição dos tratamentos	32
4.2.3.	Dessecação, semeadura, adubação e aplicação de defensivos.....	38
4.2.4.	Descrição do método de pastejo rotacionado utilizado	38
4.2.5.	Avaliação dos atributos do solo	39
4.2.6.	Avaliação da produção de matéria seca e resíduos do sorgo.....	40
4.2.7.	Pesagem dos animais	41
4.2.8.	Análise econômica	42
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1.	Atributos físicos do solo	43
5.2.	Produção e resíduos da cultura do sorgo	50
5.3.	Produção animal.....	55
5.4.	Custo de produção e análise econômica	56
5.4.1.	Custo de produção dos 75ha de sorgo	56
5.4.2.	Análise econômica da produção	57
6.	CONCLUSÕES	59
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60



INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA EM PLANTIO DIRETO:

**atributos físicos e cobertura residual do solo, produção de forragem e
desempenho econômico**

Luiz Malcolm Mano de Mello

RESUMO: A integração agricultura-pecuária em plantio direto tem contribuído para a viabilização técnica e econômica das propriedades agrícolas. É definida como o sistema que integra as duas atividades com os objetivos de maximizar racionalmente o uso da terra, da infra-estrutura e da mão-de-obra, minimizar custos, diluir os riscos, diversificar e verticalizar a produção e agregar valores aos produtos agropecuários através dos recursos e benefícios que uma atividade proporciona à outra. O objetivo deste trabalho foi o de ajustar o sistema integração agricultura-pecuária às condições necessárias para a manutenção do plantio direto, em áreas de produção de silagem sob irrigação, através de uma cultura que possibilite o pastejo e a produção de palha, sem causar a degradação física do solo. Avaliou-se o impacto do pisoteio animal sobre os atributos físicos diretamente relacionados à compactação do solo, a produção de matéria seca do sorgo forrageiro, a quantidade de resíduos, o ganho de peso animal e o desempenho econômico do sistema. O ensaio foi conduzido na Fazenda Bonança - Pecuária Damha, município de Pereira Barreto - SP, à margem direita do lago da Usina

Hidrelétrica de Três Irmãos, localizado no rio Tietê, em um LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, textura média, A moderado, relevo plano e suave ondulado. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas e sete repetições. A área experimental foi implantada com sorgo forrageiro e dividida em piquetes de 9,3ha para pastejo rotacionado, dispostos em forma de pizza. Foram utilizados sete piquetes, constituindo as sete repetições. Os tratamentos principais foram constituídos por quatro diferentes locais de amostragens dentro de cada piquete, localizados nas seguintes distâncias (intervalos) em relação ao centro do pivô: tratamento A - de 488 a 380m; tratamento B - de 380 a 270m; tratamento C - 270 a 160m e tratamento D - 160 a 45m. Os tratamentos secundários foram formados pelas épocas de amostragem. Os resultados permitiram concluir que o pisoteio animal causou compactação do solo somente na camada de 0-10cm, com aumento dos valores de densidade e redução da macroporosidade do solo; a quantidade de resíduos de sorgo foi suficiente para suprir o aporte anual de matéria seca de palha, necessária para a manutenção do plantio direto; a área, após os pastejos, continua passível de ser explorada no sistema de plantio direto, e o sistema pesquisado mostrou-se técnica e economicamente viável.

Palavras chave: compactação do solo, sorgo forrageiro, pastejo rotacionado, produção de palha, cobertura do solo.



INTEGRATED AGRICULTURE PASTURE SYSTEM IN NO-TILL:

Physical properties and residual covering of the soil, forage production and economic performance

Luiz Malcolm Mano de Mello

SUMMARY: The agriculture integrated pasture system under no-till has contributed for technical and economic feasibility of farms. It is defined as the system which integrates both activities aiming to rationally maximize the use of land, building, machines and labor, minimize costs, dilute risks, verticalize and diversify the production and aggregate value to the end products by the resources and benefits that the activities offer to one another. The main purpose of this experiment was to adjust the integrated agriculture-pasture system to the best conditions for no-till maintenance, in silage production areas under irrigation, by growing a crop that allows pasture and provides straw, without causing physical degradation of the soil. Were evaluated the impact of animal treading over the physical soil attributes directly related to the soil compaction, the forage sorghum dry matter production, residue production, the animal weight gain and the economic performance of the system. The experiment was carried out at Fazenda Bonança – Pecuária DAHMA, Pereira Barreto county in the São Paulo State, at



Três Irmãos Hydroelectric plant located on Tietê river right side, in a dark red 'Latosol' (Oxisol) and, with medium texture, dystrophic, moderate A, plan and smooth undulation relief. The experimental design was a split plot, with main and secondary treatments and seven replications. The experimental area was set up with forage sorghum and divided in 9,3 ha paddocks for rotation grazing, disposed in a pizza shape. There were utilized seven paddocks, in seven replications. The main treatments were constituted by four different sampling points within each paddock, regarding to the center of the pivot: treatment A – from 488 to 380 m; treatment B – from 380 to 270 m; treatment C – from 270 to 160 m and treatment D – from 160 to 45 m. The secondary treatments were formed by the sampling times. Results showed that animal treading caused soil compaction only at the 0-10 cm depth, with the increase of soil bulk density and reduction of macroporosity; the quality of sorghum residue was enough to support the annual straw dry matter necessary for no-till maintenance, the area, after grazing, continues viable to be explored under no-till system; the system showed to be technical and economically feasible.

KEYWORDS: soil compaction; forage sorghum; rotation grazing, straw production, soil covering.



1. INTRODUÇÃO

★ Em regiões com temperatura média anual alta e ocorrência de chuvas de grande intensidade, a agricultura e a pecuária devem ser exploradas em sistemas conservacionistas do solo. Dentre esses sistemas, o plantio direto tem se mostrado bastante promissor, principalmente após o surgimento de uma grande gama de herbicidas dessecantes para manejo da vegetação e de herbicidas pós emergentes seletivos, aliado ao desenvolvimento de semeadoras-adubadoras, de bom desempenho em condição de plantio direto, além do acúmulo de conhecimentos sobre as premissas desse sistema.

No Brasil, dos 44 milhões de hectares plantados na safra 99/2000, 13,4 milhões foram no sistema de plantio direto. Um dos requisitos para o sucesso desse sistema está na obtenção de palha em qualidade e quantidade suficientes para manter o solo coberto durante o maior período possível do ano.

Na região centro-sul, é necessário que a produção de palha permita um aporte anual de resíduos sobre o solo da ordem de 8 a 10 toneladas de massa seca por hectare, advindas dos restos das culturas de verão e das culturas de



inverno que, em áreas de sequeiro, muitas vezes são instaladas com o propósito exclusivo de formar palha. Uma prática que tem contribuído para a viabilização econômica das propriedades rurais, e para o próprio plantio direto, é a integração agricultura-pecuária. Pode ser definida como sendo o sistema que integra as duas atividades com os objetivos de maximizar racionalmente o uso da terra, da infraestrutura, da mão-de-obra, diversificar e verticalizar a produção, minimizar custos, diluir os riscos e agregar valores aos produtos agropecuários através dos recursos e benefícios que uma atividade proporciona à outra. Dentro desse conceito, as áreas de lavouras dão suporte à pecuária através da produção de alimentação animal, seja na forma de grãos, silagem, feno ou pastejo direto, e aumenta a capacidade de suporte da propriedade, permitindo a venda de animais na entressafra, proporcionando melhor distribuição de receita durante o ano.

Para o pastejo direto, as culturas mais utilizadas, até então, têm sido o milheto e a aveia-preta ou os próprios resíduos das culturas de verão, colhidas para grãos. Recentemente, tem-se utilizado o sorgo forrageiro para pastejo, e, após a retirada dos animais, espera-se a rebrota do sorgo, que é dessecado com a finalidade de formação de palha. Normalmente, o milheto e a aveia, por apresentarem custos mais baixos, são pastejados em pastos de maior tamanho sem sistematização do uso. Já o sorgo, por ser mais exigente e apresentar maior custo, tem sido pastejado dentro de critérios técnicos que proporcionam melhor aproveitamento da forragem, como o sistema rotacionado com alta lotação animal.



Por se tratar de um sistema novo, existem questionamentos de ordem geral a seu respeito; os mais freqüentes são em relação à compactação do solo, seus efeitos na cultura seguinte, e sobre a quantidade de resíduos de palha para a cobertura do solo, além de questionamentos sobre o desempenho financeiro do sistema.

Devido aos altos custos fixos, em áreas irrigadas dificilmente são implantadas culturas somente para a formação de palha; tem-se buscado alternativas que permitam o aproveitamento de parte dessa biomassa para alimentação animal, visando a obtenção de receitas.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi ajustar o sistema integração agricultura-pecuária às condições necessárias para a manutenção do plantio direto, em áreas de produção de silagem sob irrigação, através de uma cultura que permita o pastejo e forneça palha sem causar a degradação física do solo. Diante disso, foi conduzido um ensaio para avaliar o impacto do pisoteio animal sobre os atributos físicos diretamente relacionados à compactação do solo, à produção de matéria seca do sorgo forrageiro, à quantidade de resíduos, ao ganho de peso animal e ao desempenho econômico do sistema.



3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Plantio direto e produção de palha

Várias pesquisas têm demonstrado a ocorrência de maior infiltração de água em solos sob plantio direto do que em solos mobilizados por preparo, mostrando que a infiltração decresce com o aumento do grau de mobilização do solo (CENTURION, 1984; CASTRO et al.; 1987 e MELLO, 1988).

Barcelos (1996), citado por KOCHHANN (1996), estudando um Latossolo Vermelho-escuro distrófico, obteve menores taxas de infiltração de água no solo em plantio direto quando comparado com preparo convencional e cultivo mínimo.

— No plantio direto são formados macroporos que aumentam a condutividade hidráulica do solo, causando maior potencial de perda de nitratos e moléculas de pesticidas. Nesse caso, as coberturas do solo por culturas que não sejam leguminosas, apresentam-se como importantes fontes de absorção de nitrogênio. Prevenir a lixiviação do nitrogênio e a maior atividade biológica, pode



contribuir com o seqüestro e posterior degradação das moléculas de agrotóxicos, evitando a contaminação de lençóis freáticos (LOCKE & BRYSON, 1997; HARGROVE, 1997).

→ HENKLAIN (1997) estudando a influência do tempo de manejo sobre os atributos físicos do solo, encontrou menores valores de densidade do solo e maior volume de macroporos em áreas sob plantio direto após 20 anos de cultivo.

DERPSCH (1997) comenta que os herbicidas têm possibilitado a implementação de uma agricultura econômica, social e ecologicamente sustentável através do plantio direto. [Cita, ainda, que a maior atividade biológica sob a camada de palha no plantio direto, juntamente com o menor risco de erosão, mostram que expor o solo nu, através de preparo, resulta em maiores danos ao solo e ao meio ambiente do que o sistema direto, no qual são utilizados herbicidas não persistentes.

BOLLER & GAMERO (1997) comentam que as culturas de inverno para a produção de cobertura do solo, apesar de viáveis economicamente, são desvantajosas do ponto de vista energético e que, o aproveitamento de parte da biomassa dessas culturas para fins de alimentação animal, pode equilibrar o balanço energético e aumentar o desempenho econômico de sistemas conservacionistas do solo.

→ URCHEI et al. (1998) relatam que, se bem manejados, os solos com plantio direto apresentam maior estabilidade estrutural, maior rugosidade

superficial e um grande número de canalículos formados, principalmente, pela mesofauna e raízes, decorrentes do não revolvimento do solo, além da cobertura morta. O somatório desses fatores induz aumento da taxa de infiltração do solo, que estão associadas a maiores índices de cobertura do solo no plantio direto. Comentam, também, que a maior quantidade de matéria orgânica melhora a condição estrutural do solo, inferindo melhor equilíbrio da porosidade, com a distribuição mais uniforme de poros, aumentando o armazenamento de água, além da própria matéria orgânica constituir uma matriz para reter água no solo em função de sua elevada superfície específica.] Concluíram que, em área irrigada, o plantio direto apresenta vantagens de economia de água e de energia em relação ao preparo convencional; [nessas condições, as pastagens de aveia e milho permitiram ganho de 0,7 a 1,0kg de peso vivo/animal/dia, podendo ser utilizadas para terminação de bovinos.]

Segundo HECKLER et al. (1998), as principais fontes de palha para o plantio direto são as gramíneas e, dentre elas, têm se destacado o milho e o sorgo como boas culturas formadoras de cobertura.

A manutenção de grandes áreas sem cobertura do solo, durante o período de entressafra das culturas anuais, é uma prática comum no Brasil.

[Quando são utilizadas culturas para cobertura do solo, pouco se sabe sobre qual o melhor manejo dessa palhada, podendo ser utilizada para alimentação animal na forma de grãos, silagem, feno e pastejo direto (LEVIEN, 1999). O autor,

[trabalhando com diferentes manejos e condições de cobertura do solo, em Terra Roxa estruturada, detectou maiores valores de densidade e resistência do solo à penetração] até a profundidade de 21cm, com o incremento desses valores em função do tempo de uso sob plantio direto, quando comparados aos valores obtidos em áreas com mobilização do solo.

Em sistemas conservacionistas, a compactação da camada superficial do solo é influenciada pela quantidade de resíduos culturais deixados no solo anualmente, e os efeitos benéficos desses resíduos sobre a densidade do solo, ocorrem de forma indireta através da conservação da água e de processos de regeneração de agregados promovidos pelos microorganismos (Dao, 1996, citado por LEVIEN, 1999).

Aase & Pikul (1994), citados por LEVIEN (1999), afirmam que, com exceção dos primeiros 5cm superficiais, solos utilizados com plantio direto geralmente apresentam valores de resistência à penetração e de densidade significativamente menores do que aqueles com preparo convencional.

Análise Química
Segundo MELARATO (1999), a adição e a decomposição da matéria orgânica em solos tropicais, pode ser expressa pela equação:

$$C = a/K \text{ Sendo } a = b.m$$

Onde: C = porcentagem de carbono orgânico em equilíbrio ($t \text{ ha}^{-1}$)

a = adição anual de carbono orgânico ($t \text{ ha}^{-1}$)

K = taxa anual de decomposição do carbono orgânico ($t \text{ ha}^{-1}$)

b = quantidade anual de matéria orgânica adicionada ao solo ($t\ ha^{-1}$)

m = taxa de conversão da matéria orgânica (%);

Assim, a análise dessa equação permite concluir que para o manejo adequado da matéria orgânica, deve-se adotar práticas que reflitam no aumento da adição de material orgânico ao solo (b) e redução de K (práticas que retardem a mineralização da matéria orgânica) e que a mobilização do solo, no mínimo, leva ao empobrecimento da fração orgânica do mesmo.

De acordo com SALTON (1999a), as culturas de safrinha outono/inverno são fundamentais para a implantação e a viabilização do sistema plantio direto, por proporcionarem cobertura permanente do solo, sistema de rotação de culturas, diversificação de receitas e diluição dos riscos. Dentre as coberturas do solo, as melhores opções disponíveis até o momento para o cerrado, segundo ALTMANN (1999), têm sido o milheto, o sorgo e o nabo forrageiro, por proporcionarem cobertura homogênea superior a 70% da superfície do solo, que contribui na redução do impacto da gota de chuva, redução da temperatura do solo, supressão de plantas daninhas, além de favorecer a atividade microbiana do solo.

O sistema de plantio direto torna a camada superior do perfil do solo mais compacta, com maior densidade e com maior resistência à penetração que os preparos realizados com arados de disco, de aiveca e escarificador (Sidiras et al., 1982; Vieira & Muzilli, 1984; Opara-Nadi & Lal, 1987; Giron et al., 1991; Daniel et al., 1993; Klein & Boller, 1995; Hakoyama et al., 1995; Urchei, 1996;



Pelegrin et al., 1996; Secco et al., 1997; Ressia et al., 1997b), ocorrendo o inverno com as camadas inferiores. No entanto, segundo Grant & Lafond (1993) esse aumento de densidade não é considerado limitante para o desenvolvimento radicular das culturas (SIQUEIRA, 1999).

CORSINI & FERRALDU (1999) afirmam que no plantio direto, nos primeiros anos, ocorre a compactação do solo, porém, após alguns anos de cultivo o solo passa a apresentar valores de densidade e porosidade semelhantes aos encontrados após a realização de preparos.

MARSON (2000) verificou, na profundidade de 0-20cm, que a retenção de água em áreas de quinto ano de plantio direto foi 20% superior à retenção de água encontrada em área de preparo convencional. Nas camadas mais profundas não foram detectadas diferenças na retenção de água entre os dois sistemas, devido ao fato do preparo convencional não mobilizar o solo além de 20cm.

CALEGARI (2000) afirma que o sistema de plantio direto com o emprego de plantas de cobertura, conduzidas em rotação com cultivos comerciais, permite melhor distribuição do trabalho durante o ano, resultando em economia e diversificação. Esse método promove maior diversidade biológica e melhor redistribuição e aproveitamento de nutrientes no solo, mostrando ser um sistema sustentável.

Visando estudar o comportamento de milho e sorgo no estado de Tocantins, em plantio direto na safrinha (após a colheita da soja), com três níveis de adubação e avaliar a produção de matéria seca para formação de palha e os efeitos da cobertura morta em parâmetros de fertilidade do solo, COLLIER et al. (2000) observaram que as produções de matéria seca e massa verde dos materiais de sorgo e milho foram inferiores às regiões tradicionais do cerrado (Sul de GO, MS e DF), mas satisfatória considerando a época de menor disponibilidade hídrica, sendo que o sorgo se destacou com potencial de fornecimento de palha para o plantio direto.

Estudando a eficiência do uso da água em plantio direto, DARDANELLI & GIL (2000) verificaram que, em muitas áreas agrícolas da Argentina a causa das deficiências hídricas nas culturas, nem sempre é a escassez de precipitações mas, sim, o armazenamento insuficiente de água no solo devido ao fato de que em solos com manejo inadequado, a infiltração torna-se cada vez menor. Afirmam que em função da intensidade das chuvas, com frequência, perde-se 40% da água por escoamento. Em estudo por dezesseis anos consecutivos de sistema de manejo para uma sucessão anual de sorgo/soja, a infiltração básica de água no solo em plantio direto, foi 2,8 vezes a infiltração encontrada no sistema de preparo convencional do solo.

Para que o sistema de plantio direto possa manifestar o seu potencial, Denardim & Cochhann (1993) e Ruedell (1998), citados por AMADO



(2000), sugerem uma adição anual de 6Mg.ha^{-1} de palha na superfície; já para Bayer (1996) e Fiorin (1999), citados por AMADO (2000), o aporte anual de palha deve ser de 10 a 12Mg.ha^{-1} . O autor comenta que quantidades tão elevadas de palha somente são possíveis em sistemas de produção que incluam a utilização de culturas de cobertura e rotação de culturas e que a cultura da soja, devido à pequena quantidade de palha produzida ($2,5\text{Mg ha}^{-1}.\text{ano}$), necessita ser precedida por cultura com elevado potencial de produção de palha.

BERTOL et al. (2000) estudaram os atributos de uma Terra Bruna estruturada, submetida a plantio direto e preparo com arado de tração animal. Os autores atribuem o fato de não encontrarem diferenças nos valores dos atributos físicos do solo, entre os sistemas de manejo, pelo fato do preparo ter sido efetuado com implemento de tração animal, o qual não pressiona o solo durante a operação, tal como ocorre no preparo tratorizado.

SILVA (2001) relata que o plantio direto no Brasil teve aumento considerável a partir da década de 90, sendo que na safra 2000/2001 aproximadamente 13 milhões de ha foram explorados sob esse sistema, e que o plantio direto tem demonstrado maior capacidade de melhorar as condições físicas do solo que o sistema convencional, devido à cobertura da superfície do solo, a qual se comporta como camada isolante interposta entre o solo e a atmosfera, criando um ambiente diferente do encontrado em preparo convencional.



BEUTLER et al. (2001), trabalhando em Latossolo Vermelho distrófico sob irrigação, após seis anos de cultivo, detectaram maiores valores de densidade do solo na camada de 0-5cm em plantio direto, quando comparado com sistemas de preparo que mobilizam o solo.

MARKET (2001), estudando o efeito do preparo de um Latossolo Vermelho escuro, encontrou maiores valores de densidade do solo na camada de 0-5cm em solos, sob plantio direto há 5 anos, do que em áreas com preparo convencional e plantio direto há 10 anos. Observou que em todos os sistemas de manejo do solo, a densidade do mesmo, na camada de 0-5cm, apresentou menores valores em relação às camadas mais profundas, e atribuiu esse comportamento à maior concentração de matéria orgânica na superfície.

3.2. PASTEJO x atributos físicos do solo

SANCHEZ (1981) relata que a produção animal é componente de grande importância para a agricultura tropical e considera que a produção de forragem, nesta região, é fortemente afetada por limitações de umidade e fertilidade do solo.

HARRISON et al. (1994) estudaram os efeitos da subsolagem em uma pastagem de oito anos e concluíram que a redução da densidade do solo e

o aumento da porosidade e da condutividade hidráulica do solo proporcionaram aumento significativo na produção da forragem.

Trabalhando com pastejos de 4, 6 e 10 anos, em um Latossolo Amarelo da Amazônia, CORRÊA & REICHARDT (1995) observaram que quanto maior o tempo de pastejo, menores foram os teores de umidade atual do solos, e, conseqüentemente, maior a resistência do solo à penetração das raízes. Nessas áreas, devido à maior densidade do solo, correspondendo à maior compactação, parte da água das chuvas foi perdida por escoamento superficial e, dada à pequena cobertura do solo, houve uma tendência em elevar as perdas por evaporação.

A perda de produtividade de uma pastagem cultivada pode ser  devida, principalmente, ao manejo inadequado do solo, embora a maioria das pesquisas procure associar a degradação das pastagens exclusivamente com a redução da fertilidade do solo. Mesmo com bons níveis de fertilidade, a degradação física do solo pode inviabilizar a pastagem, e a compactação degrada a qualidade física do solo, reduzindo a produtividade do sistema (SILVA et al., 1997). Os autores relatam que as pisadas dos animais aplicam altas pressões no solo, ocasionando compactação até a profundidade de 7 a 10cm, e estimam em 0,35MPa a pressão aplicada no solo por um bovino de 400kg. Comentam, também, que um sistema de pastejo intensivo é composto de variáveis biológicas e tecnológicas, podendo proporcionar produtividades elevadas desde que ajustado às condições ambientais e climáticas; nessas condições, se corrigidas as limitações químicas, o 



fator do solo ser determinante na redução da produtividade é a degradação da qualidade física do solo, a qual está associada à compactação do solo.

Warren et al. (1986), citados por SILVA et al. (1997), avaliaram ✕ no Texas (EUA), o impacto de pastejo intensivo por curto espaço de tempo e observaram que em solo seco, o pisoteio causou o quebramento de agregados do solo, e, quando úmido, ocorreu a formação de camada compactada.

As pastagens são a maior fonte de alimentação para o rebanho ✕ bovino brasileiro e, em alguns sistemas, representa a única fonte de alimentos. O processo de lixiviação e a compactação produzida ao longo do tempo, em sistema de pastejo extrativista sem reposição dos nutrientes exportados, conduzem à degradação das pastagens (HEISECKE, 1998). ?

O tráfego intenso de animais, principalmente em solos ✕ argilosos, causa compactação do solo com redução severa da macroporosidade e da infiltração de água e aumento da densidade do solo. Foi detectada redução de 38% da macroporosidade e aumento de 15% na densidade do solo em área de pastejo de inverno em um Podzólico Vermelho escuro (GAGGERO, 1998).

Segundo SOUZA et al. (1998), a pressão exercida no solo por ✕ bovinos é 106% superior à pressão exercida pelo trator. Watkin & Clements (1978), citados por COSTA & NASCIMENTO JUNIOR (2000), estimaram a carga estática exercida no solo por bovinos, em valores que variam de 112 a 165kPa, e



comentam que essa carga, durante a movimentação dos animais, é consideravelmente maior.

VIZZOTO et al. (2000), estudando o efeito do pisoteio animal sobre atributos físicos de um solo de várzea, observaram que houve redução da porosidade total e aumento da densidade do solo nos primeiros 5cm de profundidade, e que um período de seis meses após o término do pastejo não foi suficiente para que as raízes das plantas descompactassem o solo; porém, suficiente para a macroporosidade atingir níveis semelhantes àqueles encontrados antes do início do pisoteio.

Edmond (1962) e Warren (1986), citados por COSTA & NASCIMENTO JUNIOR (2000), observaram que o pisoteio animal sobre o solo seco causou a destruição mecânica dos agregados e, em solos úmidos, compactou a camada superficial do solo.

3.3. Integração agricultura-pecuária

TREIN et al. (1991), trabalhando em um Podzólico Vermelho escuro, observaram que o pisoteio dos animais apresentou efeitos sobre atributos físicos do solo, mesmo num período curto de pastejo (40 horas) e com elevada lotação animal (200cb/ha). Verificaram que esses efeitos manifestaram-se somente na camada superficial do solo, até 7,5cm, representados pelo aumento da densidade



e diminuição da macroporosidade do solo. A resistência do solo à penetração, nessa camada, foi considerada limitante ao desenvolvimento radicular (26kg.cm^{-2}) e a taxa de infiltração de água no solo foi significativamente reduzida, traduzindo alterações da estrutura do solo.

→ Avaliando o efeito de diferentes intensidades de pastejo sobre atributos físicos de um solo laterítico hidromórfico, Schineider et al. (1981), citados por TREIN (1991), observaram o aumento da densidade e da resistência do solo à penetração de raízes e a redução da taxa de infiltração, independentemente da intensidade de pastejo; esses efeitos se manifestaram mais intensamente na camada superficial do solo.

— Para PELISSARI & MORAES (1996), no sistema integração ✕ agricultura/pecuária existe o risco de, em casos de pressão de pastejo inadequada na pastagem de inverno, ocorrer a reinfestação de plantas daninhas na área, pois nessa situação ocorre a exposição do solo e a germinação de plantas daninhas provocando alterações na composição botânica.

MARCHESAN et al. (1998), estudando a produção de forragem ✕ em várzea sob pisoteio animal, observaram que o pisoteio alterou alguns atributos físicos do solo, causando a redução da porosidade e aumento da densidade do solo; os valores de macroporosidade do solo passaram de 8,95% antes do pastejo para 5,30% após o pastejo.



A integração agropecuária constitui-se em uma ótima alternativa ao sistema de produção primária da região central do Brasil, pois beneficia as duas principais atividades de importância econômica: a produção de soja e a pecuária de corte extensiva. Uma das formas de integração em expansão na região é a rotação soja-braquiária no Sistema Plantio Direto, devido aos bons resultados agrônômicos e econômicos que se tem obtido, tanto em áreas experimentais e demonstrativas (VIEIRA et al., 1998a; VIEIRA et al., 1998b), como por agricultores (BROCH, 1997).

REINERT et al. (1998) estudaram a compactação do solo em áreas de agricultura com e sem pastejo no inverno/primavera, precedidas de plantio de milho, no verão, em sistemas de plantio direto e preparo convencional do solo, e observaram que o sistema de preparo exerceu maior influência na compactação do solo do que o pisoteio animal e que a produção da cultura do milho não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos estudados.

MACHADO et al. (1998) citam que, no sistema de integração lavoura-pecuária, as espécies anuais de forrageiras são mais indicadas para o plantio na entressafra das lavouras anuais, pois se estabelecem com maior rapidez e menor custo que as espécies perenes, e que o pisoteio animal causa compactação apenas até os dez centímetros de profundidade, podendo ser rompida com o uso de facão nas semeadoras para implantação das culturas de verão. SILVA et al. (2000) indicam para regiões com inverno quente (sem geadas) e seco, o milheto e o sorgo

forrageiro para pastejo e cobertura do solo para plantio direto; afirmam, ainda, que o pisoteio animal causa aumento da densidade do solo na camada de 0-5cm.

Segundo MACHADO et al. (1998), na região centro-sul do Brasil, as espécies conduzidas na 'safrinha' são importantes não só para a formação de palha, mas também como opção para a produção de forragem, seja na forma de feno, silagem ou pastoreio; alertam que o pisoteio animal causa compactação no solo nessas áreas quando não se permite uma sobra mínima de material orgânico sobre o solo para a sua proteção, e que em avaliações realizadas em áreas de pastejo de aveia, o aumento da densidade do solo ocorreu apenas na camada superficial (5 a 10cm); esse problema pode ser solucionado com a utilização de semeadoras equipadas com elementos sulcadores tipo 'facão' para deposição de adubos na ocasião da semeadura. Preconizam que as áreas de integração lavoura/pecuária devem ser manejadas com alta disponibilidade de forragens, pois, além do elevado ganho de peso dos animais, o solo se mantém coberto, havendo sobra de palha para manutenção do plantio direto.

SALTON et al. (1999b) afirmam que para a sustentabilidade do plantio direto, em muitas situações, é necessário integrar a produção de grãos com produção de forragens, e que é bastante usual o cultivo de espécies para pastejo direto por bovinos na entressafra, ressaltando que o pisoteio dos animais pode causar alterações em atributos físicos do solo. Em trabalho com pastejo direto de aveia, em um Latossolo Roxo distrófico, os autores concluíram que houve aumento



da densidade do solo, na camada de 0-5cm, em mais de 50% da área e que na camada de 20-25cm houve redução da densidade do solo pelo efeito do crescimento do sistema radicular da aveia.

SALTON et al. (1999a), visando avaliar as alterações em atributos físicos do solo decorrentes da rotação soja-pastagem, no Sistema Plantio Direto, observaram que os atributos físicos do solo estudados são afetados positivamente quando há cultivo de pastagem permanente, e que tais alterações são refletidas de forma mais evidente em melhorias nas condições de desenvolvimento de lavouras anuais, se conduzidas em Sistema Plantio Direto (EMBRAPA, 1999).

Segundo ROCHA (2000), sistemas de produção baseados na integração agricultura/pecuária, permitem a diluição dos custos fixos da propriedade, a obtenção de receita distribuída durante o ano e o melhor aproveitamento da mão-de-obra especializada.

De acordo com BROCH (2000) ocorre a compactação do solo sob pastejo; porém, a mesma é superficial e temporária, pois após a morte e a decomposição do sistema radicular das espécies forrageiras, ocorre a formação de vários canais no solo que permitem a infiltração de água e ar e o deslocamento de nutrientes em profundidade. O autor afirma também que, abaixo dos oito centímetros, o solo encontra-se descompactado devido à abundância de raízes.

Para SILVA et al. (2000) a integração agricultura/pecuária é uma alternativa de renda para produtores rurais; no entanto, o pisoteio animal e/ou



preparo do solo podem acarretar problemas de compactação do solo, afetando a produtividade das culturas. Estudaram os efeitos do pisoteio animal em regime de pastejo contínuo, durante o inverno e primavera, e do impacto do plantio direto e do preparo convencional no estado de compactação do solo, em um Podzólico Vermelho amarelo de textura franca, concluindo que nesse tipo de solo e sob condições de controle e ajuste da carga animal de acordo com a disponibilidade de forragem, o pisoteio animal não exerceu influência nos atributos físicos do solo, os quais foram afetados pelo sistema de manejo do solo.

3.4. Compactação do solo

Para KIEHL (1979), a composição ideal de um solo agrícola apresenta, em volume, 50% de poros (34% de microporos e 16% de macroporos) e 50% de sólidos (45% de matéria mineral e 5% de matéria orgânica).

A manipulação do solo induz a aplicações de forças, e a compactação é uma das deformações resultantes dessa manipulação (VANDENBERG, 1966). A compactação pode ser definida como sendo 'o aumento da densidade do solo, devido à redução de sua porosidade' (Cooper & Nichols, 1959; Vomocil & Flocker, 1961; Gill, 1961, citados por MELLO, 1988; Chancellor et al., 1962, citados por GAMERO, 1985), ou como sendo 'a ação de



movimentação de partículas do solo em resposta à aplicação de forças externas, segundo Raney e Edminster (1961), citados por GAMERO (1985).

Segundo VOMOCIL & FLOCKER (1966) e SOUZA et al. (1994), a taxa de difusão gasosa no solo depende da macroporosidade e solos com valores de macroporosidade abaixo de $0,10\text{m}^3\text{m}^{-3}$ têm deficiência na difusão dos gases, limitando o desenvolvimento radicular. O valor limite da porosidade de escoamento depende do tipo de planta e do nível de atividade biológica do solo (GUPTA et al., 1989).

Para a conservação do solo, além do controle da erosão, deve-se usar um conjunto de práticas que permitam a exploração racional do solo, proporcionando altas produtividades ao longo do tempo, sendo necessário, além do conhecimento dos mecanismos da erosão, adequar a utilização do solo em função da sua aptidão agrícola (Sorrenson & Montoya, 1989, citados por GAMERO et al., 1997).

Respostas insatisfatórias à adubação podem ser resultantes da degradação física do solo, causando o aumento da densidade e a adsorção do fósforo (CAMARGO & ALEONI, 1997).



4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material

4.1.1. Área experimental

4.1.1.1. Localização

O ensaio foi conduzido na Fazenda Bonança - Pecuária Damha, município de Pereira Barreto - SP, à margem direita do lago da Usina Hidrelétrica de Três Irmãos, localizado no rio Tietê.

A área tem coordenadas geográficas 20°40' de latitude sul e 50°01' de longitude oeste, altitude média de 345m, precipitação média anual de 1.200mm, temperatura média anual de 24,1°C e clima do tipo Aw, segundo o critério de Köppen. O campo experimental ocupou uma área irrigada por pivô central de 75ha.



4.1.1.2. Solo

O solo da área experimental foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Disrífico, textura média, A moderado, relevo plano e suave ondulado (OLIVEIRA et al., 1999), com declividade média de $0,03\text{m.m}^{-1}$. A análise granulométrica do solo apresentou a seguinte composição: 160g.kg^{-1} de argila, 800g.kg^{-1} de areia e 40g.kg^{-1} de silte.

As análises químicas do solo, antes da instalação do ensaio, encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises químicas do solo da área experimental, na profundidade de 0-20cm, antes da instalação do ensaio.

Repetições	P-resina (mg.dm^{-3})	M.O. (g.dm^{-3})	pH (CaCl_2)	K	Ca	Mg	H+Al	Al	V
				mmolc. $\text{dm}^{-3}\%$					%
1	28	22	5,2	0,9	20	8	18	0	61
2	17	26	5,0	1,1	16	7	18	1	57
3	37	21	4,9	0,8	14	5	18	1	53
4	38	21	5,1	0,9	14	6	18	0	53
5	43	32	5,2	0,7	21	9	18	0	63
6	24	26	5,1	0,5	16	7	20	0	54
7	19	23	4,7	0,5	12	5	20	1	48
Médias	29	24	5,0	0,8	16	7	18	0,5	55

4.1.1.3. Histórico da área

A área experimental foi explorada com agricultura em preparo convencional e por pastagens extensivas durante mais de 20 anos, e, em maio/1999, passou a ser irrigada por pivô central e explorada com agricultura, em plantio direto, para produção de silagem no sistema de integração agricultura/pecuária. De 16.05.99 a 09.09.99 foi cultivada com milho colhido com produção de 13 t.Mg ha⁻¹ de massa seca de silagem. Ficou em pousio até 03.10.99 e, a partir dessa data, foi dessecada e semeada novamente com milho, colhido para silagem entre 10 e 14.01.2000, com produção de 13,6 Mg ha⁻¹ de massa seca. Após a colheita foram aplicadas 10 Mg ha⁻¹ de massa seca de esterco de confinamento, à lanço, na superfície.

Entre 12.02 e 18.05.2000, a área foi cultivada com sorgo, colhido para silagem com produção de 13 Mg ha⁻¹ de massa seca. No final de julho/2000, a área foi semeada com guandu, que foi dessecado em setembro/2000 para o plantio direto do sorgo para pastejo.



4.1.2. Insumos Básicos

Fertilizantes

a) **Adubação de plantio:** utilizou-se o fertilizante mineral de fórmula 8-28-16 na dose de 165 kg ha^{-1} no sulco de semeadura.

b) **Adubação de cobertura:** foram efetuadas três adubações de cobertura, sendo a primeira no intervalo entre a semeadura e o primeiro pastejo, utilizando-se 40 kg ha^{-1} de N na forma de uran + 15 kg ha^{-1} de K_2O na forma de cloreto de potássio. A segunda adubação de cobertura foi efetuada entre o primeiro e o segundo pastejo, com 33 kg ha^{-1} de N na forma de uran e a terceira cobertura efetuada com 30 kg ha^{-1} de N na forma de nitrato de amônio, entre o segundo e terceiro pastejo.

Sementes

Foram utilizados $9,7 \text{ kg ha}^{-1}$ de sementes de sorgo forrageiro, de nome comercial AG-2501, híbrido de *Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*.

Herbicidas

Para dessecação da área utilizou-se o herbicida Roundup WG (Glyphosate 720 g.L⁻¹), na dose de $1,25 \text{ litros.ha}^{-1}$ do produto comercial.



Inseticidas

Para o tratamento das sementes foi utilizado o inseticida Futor 300SC (Thiodicarb 300 g.L⁻¹), na dose de 1 litro do produto comercial para cada 50kg⁻ de sementes.

Foi efetuada uma aplicação do inseticida Karatê 50CE (Lambdacyhalothrin 50 g.L⁻¹), na dose de 0,2 litros ha⁻¹ do produto comercial para controle de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda* L.).

4.1.3. Máquinas e equipamentos

Para a instalação do ensaio houve a utilização das seguintes máquinas e equipamentos:

Trator de pneu de marca Massey Ferguson, modelo MF275, com potência de 55,2 kW no motor, com massa de 4650 kg em ordem de marcha.

Trator de pneu de marca Valmet, modelo 985 S 4x2A, com potência de 77 kW no motor, lastrado, com massa de 6050 kg em ordem de marcha.

Pulverizador de marca Jacto, modelo Columbia Cross 2000, com tanque de capacidade 2000 litros e barra pulverizadora de 14 m equipada com bicos leque DG-80015.



Semeadora adubadora de marca Marchesan, modelo Suprema D-44, pneumática, com seis linhas espaçadas entre si de 0,6 m, configurada para plantio direto.

4.1.4. Animais

No pastejo da área foram utilizados animais da raça Nelore, machos, inteiros, com idade entre 12 e 15 meses, com peso vivo médio de 221 kg no início do experimento.

4.1.5. Outros equipamentos

Durante as coletas de amostras no campo e determinações em laboratório, outros equipamentos foram utilizados, tais como: amostrador de Uhland, cilindros metálicos para coleta de monólitos indeformados de solo, mesa de tensão, bandejas, estufa com circulação forçada de ar, balanças, etc.



4.2. Métodos

4.2.1. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, constituído por quatro tratamentos principais e quatro tratamentos secundários para as análises dos atributos físicos do solo, e três tratamentos secundários para as análises relacionadas à produção de forragem e resíduos da forragem, com sete repetições.

Para as análises da produção acumulada de massa seca do sorgo e dos resíduos, foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso com quatro tratamentos e sete repetições.

Cada repetição foi constituída por um piquete de pastejo com área de 9,3ha. As análises estatísticas foram elaboradas pelo programa SANEST (ZONTTA & MACHADO, 1991).

4.2.2. Descrição dos tratamentos

A área experimental foi implantada com sorgo forrageiro e dividida em oito piquetes de 9,3ha para pastejo rotacionado, dispostos em forma de pizza. Foram utilizados, no experimento, sete piquetes, constituindo as sete

repetições; o outro piquete foi utilizado para testes de rebaixamento da vegetação do sorgo, que não constaram desse ensaio, embora, também, tenha sido pastejado.

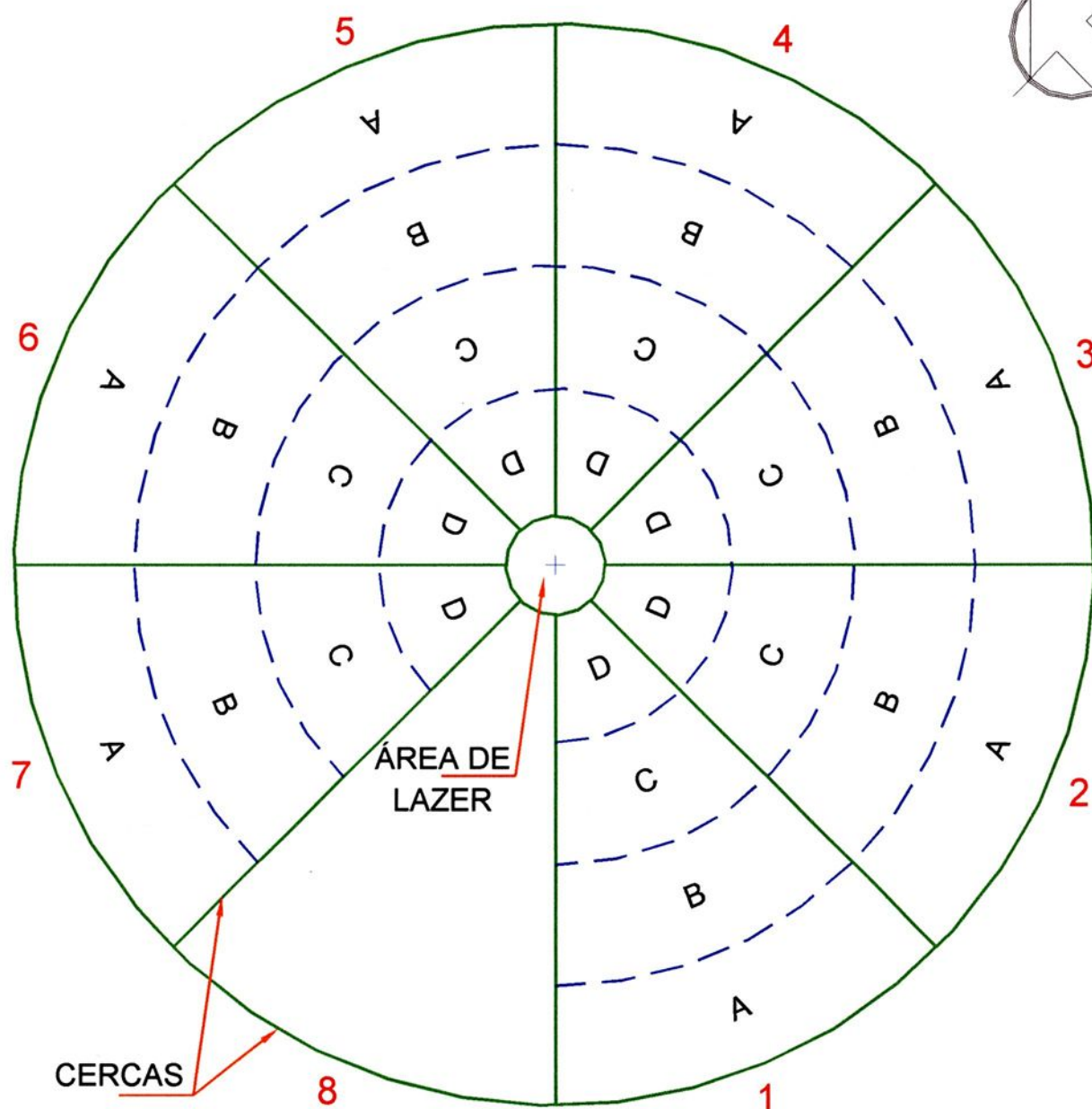
Os tratamentos principais foram constituídos por quatro diferentes locais de amostragens dentro de cada piquete, localizados nas seguintes distâncias (intervalos) em relação ao centro do pivô: tratamento A - de 488 a 380 m; tratamento B - de 380 a 270 m; tratamento C - 270 a 160 m e tratamento D - 160 a 45 m.

Em relação aos atributos físicos do solo, os tratamentos secundários foram formados por quatro épocas de amostragem: E1 - antes do primeiro pastejo; E2 - após o primeiro pastejo; E3 - após o segundo pastejo; E4 - após o terceiro pastejo. Em relação às análises de produção de massa seca e resíduo do sorgo, os tratamentos secundários foram designados por três épocas de amostragem: T1 - primeiro pastejo; T2 - segundo pastejo; T3 - terceiro pastejo.

Para as análises da produção acumulada de massa seca e quantidades acumuladas de resíduo, considerou-se como tratamentos os quatro locais de amostragem.

A Figura 1 ilustra o croqui da área experimental com as divisões dos piquetes e a locação dos pontos de amostragens. As Figuras de 2 a 7 mostram os aspectos gerais da cultura do sorgo durante o desenvolvimento do ensaio.





Piquetes de 1 a 7 - repetições.

Piquete 8 - testes de máquinas

A, B, C e D - locais de amostragem (tratamentos principais)

Figura 1. Croqui da área experimental.



Figura 2. Aspecto da cultura do sorgo forrageiro antes do primeiro pastejo



Figura 3. Aspecto da cultura do sorgo forrageiro após o primeiro pastejo



Figura 4. Aspecto da cobertura do solo por resíduo de sorgo após o segundo pastejo



Figura 5. Atividade biológica de besouros em fezes sobre resíduos de sorgo



Figura 6. Animais dentro da área de lazer no primeiro pastejo



Figura 7. Cobertura do solo por resíduo de sorgo manejado com rolo faca após o primeiro pastejo

4.2.3. Dessecação, semeadura, adubação e aplicação de defensivos

Para eliminação da vegetação existente (guandu e plantas daninhas) a área experimental foi dessecada através da aplicação do herbicida glifosate ($0,75 \text{ kg ha}^{-1}$ de p.a.), com volume de aplicação de 80 litros de calda por hectare, em pulverização tratorizada, nos dias 17 e 18.09.2000.

A semeadura do sorgo foi realizada de 19 a 29.09.2000 em plantio direto sobre a palha da vegetação dessecada, com espaçamento de 0,6 m entre linhas. As adubações de cobertura e a aplicação de inseticida contra a lagarta do cartucho foram realizadas através de fertirrigação e quimigação, respectivamente. A primeira adubação de cobertura foi realizada de 12 a 17.10.2000, e a segunda e a terceira, no dia seguinte à retirada dos animais de cada piquete, no segundo e terceiro pastejo; o inseticida foi aplicado em 12.10.2000.

4.2.4. Descrição do método de pastejo rotacionado utilizado

No centro do pivô foi montada uma área de “lazer” de 0,64ha (45m de raio), com bebedouros e cochos para sal. O perímetro da área experimental (pivô), a área de lazer e as divisões entre os piquetes foram cercados com cerca eletrificada de dois fios.



Embora tenham sido utilizados sete piquetes para fins de coleta de dados, durante o desenvolvimento do ensaio os oitos piquetes foram pastejados por três ciclos de pastejo no sorgo, com permanência de quatro dias por piquete e intervalo de 28 dias entre um pastejo e outro em um mesmo piquete, em cada ciclo de pastejo. Não foi realizada a irrigação quando o piquete estava ocupado por animais.

O primeiro ciclo de pastejo foi realizado no período de 03 a 30.11.2000, o segundo ciclo de 01 a 28.12.2000, e o terceiro de 29.12.2000 a 25.01.2001.

No período do experimento, os animais se alimentaram do pastejo do sorgo e receberam suplementação mineral e água no cocho, não tendo acesso a nenhuma outra fonte de alimentos.

4.2.5. Avaliação dos atributos do solo

Foram avaliados a densidade do solo, macro e micro porosidade do solo e porosidade total do solo um dia antes do primeiro pastejo e um dia após cada pastejo em duas profundidades do solo: de 0-10cm e de 10-20cm, utilizando-se uma amostra em cada profundidade por ponto de amostragem (A, B, C e D) em cada piquete. Para essas determinações, utilizou-se monólitos indeformados de solo coletados em anéis de volume conhecido (altura de 41mm e diâmetro de 55,4mm)



através de amostrador de Uhland. Para as determinações da densidade, macro e microporosidade do solo, utilizou-se o método da mesa de tensão, preconizado em EMBRAPA (1997). A porosidade total do solo foi calculada pela somatória dos valores da macro e micro porosidade do solo.

A análise granulométrica do solo foi determinada através do método da pipeta (EMBRAPA, 1997).

As análises químicas do solo seguiram a metodologia descrita em RAIJ & QUAGIO (1996).

As análises físicas do solo foram realizadas no Laboratório de Solos e, as químicas, no Laboratório de Fertilidade do Solo, ambos pertencentes ao Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Rural da Faculdade de Engenharia - UNESP - câmpus de Ilha Solteira.

4.2.6. Avaliação da produção de massa seca e resíduos do sorgo

A produção de massa seca foi avaliada um dia antes de cada pastejo para quantificar a produção da biomassa da cultura do sorgo em cada ciclo de pastejo. Um dia após cada pastejo, avaliou-se a massa seca do resíduo do sorgo para mensurar a sobra de forragem em cada pastejo. Essas avaliações foram efetuadas nos quatro pontos de amostragem (A, B, C e D) de cada piquete. Para tanto, foram coletadas três amostras de 1m^2 em cada ponto. As amostras foram



picadas e pesadas, determinando-se a matéria verde e, em seguida, submetidas em estufa de circulação forçada de ar a 105°C, por 12, horas e novamente pesadas para determinação da massa seca. Essas determinações foram efetuadas nas instalações do Laboratório da Fábrica de Ração DAMHA, localizada na Fazenda Bonança.

Para as amostragens do resíduo, foi retirado todo o material da superfície do solo em uma área de 16m² (4x4m) em cada ponto de amostragem, um dia antes de cada pastejo, para evitar a coleta de material remanescente de pastejo anterior.

4.2.7. Pesagem dos animais

Um dia antes do primeiro pastejo, os animais foram pesados e cadastrados através de brincos numerados, colocados na orelha. Devido à necessidade de ajustar a lotação à disponibilidade de forragem, alguns animais foram retirados da área no final do primeiro e segundo pastejo e pesados no dia seguinte, tendo seu peso registrado em planilha. Os animais que permaneceram na área experimental, até o final do ensaio, foram pesados um dia após o último pastejo.

Para o cálculo do ganho médio de peso vivo, foi considerado o ganho individual durante o período de permanência de cada animal e calculada a média ponderada do ganho de peso vivo durante o ensaio.



Antes de cada pesagem os animais foram submetidos a jejum de doze horas, visando padronizar as duas pesagens. As pesagens foram realizadas em balança eletrônica computadorizada e os arquivos armazenados em planilhas da própria balança.

4.2.8. Análise econômica

A análise econômica foi realizada considerando-se os custos de produção do sorgo e o valor da produção de carne. Os custos foram calculados com base nos valores vigentes no mercado no mês de maio/2001, fornecidos pelo Departamento de Compras da Pecuária Damha. Dessa forma, procurou-se obter os custos reais da produção da área experimental. O valor da produção foi calculado em função do preço médio da arroba do boi na primeira quinzena do mês de maio/2001, obtido junto aos frigoríficos da região.

No custo de produção foram considerados os custos de insumos, de mão-de-obra, de operações mecanizadas (fixos e variáveis), de infraestrutura (fixos e variáveis) e de irrigação (fixos e variáveis). Utilizou-se a taxa de juros de 8,75% a.a. (FINAME RURAL) e a vida útil dos equipamentos de 15 anos para pivô central e 10 anos para máquinas agrícolas e infra-estrutura (cochos, bebedouros e cercas). Não foram considerados os custos de remuneração do capital da terra e dos animais.



5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Atributos físicos do solo

As Tabelas 2, 3, 4 e 5 apresentam, respectivamente, os valores médios de densidade, microporosidade, macroporosidade e porosidade total do solo na camada de 0-10 cm, avaliadas em 4 locais e em 4 épocas de amostragem.

Tabela 2 Valores médios de densidade do solo (kg.dm^{-3}) na camada de 0-10cm em diferentes locais e épocas de amostragem.

Locais de Amostragem	Épocas de Amostragem				MÉDIAS
	Antes 1º pastejo	Após 1º pastejo	Após 2º pastejo	Após 3º pastejo	
A	1,40 Ba	1,62 Aa	1,58 Aa	1,66 Aa	1,57 a
B	1,45 Ba	1,57 ABa	1,65 Aa	1,66 Aa	1,58 a
C	1,50 Aa	1,59 Aa	1,64 Aa	1,66 Aa	1,60 a
D	1,44 Ba	1,60 ABa	1,65 Aa	1,67 Aa	1,59 a
MÉDIAS	1,45 B	1,59 A	1,63 A	1,66 A	

Médias, seguidas da mesma letra, não diferem significativamente entre si no nível de 5% de probabilidade (Tukey). Letras maiúsculas referem-se às linhas, e as minúsculas, às colunas.

CV Local = 2,52 % CV Época = 7,32 %

Tabela 3 Valores médios de microporosidade do solo (%) na camada de 0-10 cm em diferentes locais e épocas de amostragem.

Locais de Amostragem	Épocas de Amostragem				MÉDIAS
	Antes 1º pastejo	Após 1º pastejo	Após 2º pastejo	Após 3º pastejo	
A	20,05 Aa	22,09 Aa	21,80 Aa	22,17 Aa	21,53 b
B	21,35 Aa	21,27 Aa	23,31 Aa	23,38 Aa	22,32 ab
C	21,95 Aa	22,42 Aa	23,54 Aa	22,75 Aa	22,67 ab
D	21,15 Aa	22,68 Aa	24,04 Aa	23,13 Aa	22,75 a
MÉDIAS	21,13 B	22,12 AB	23,17 A	22,86 AB	

Médias, seguidas da mesma letra, não diferem significativamente entre si no nível de 5% de probabilidade (Tukey). Letras maiúsculas referem-se às linhas, e as minúsculas, às colunas. CV Local = 3,41 % CV Época = 12,38 %

Tabela 4. Valores médios de macroporosidade do solo (%) na camada de 0-10 cm em diferentes locais e épocas de amostragem.

Locais de Amostragem	Épocas de Amostragem				MÉDIAS
	Antes 1º pastejo	Após 1º pastejo	Após 2º pastejo	Após 3º pastejo	
A	21,37 Aa	11,17 Ba	12,59 Ba	10,10 Ba	13,81 a
B	19,31 Aa	13,67 ABa	9,57 Ba	9,09 Ba	12,91 a
C	16,19 Aa	12,32 Aa	9,51 Aa	9,17 Aa	11,80 a
D	19,80 Aa	11,46 Ba	8,68 Ba	7,89 Ba	11,96 a
MÉDIAS	19,17 A	12,16 B	10,09 B	9,06 B	

Médias, seguidas da mesma letra, não diferem significativamente entre si no nível de 5% de probabilidade (Tukey). Letras maiúsculas referem-se às linhas, e as minúsculas, às colunas. CV Local = 16,24 % CV Época = 45,20 %

Tabela 5. Valores médios de porosidade total do solo (%) na camada de 0-10 cm em diferentes locais e épocas de amostragem.

Locais de Amostragem	Épocas de Amostragem				MÉDIAS
	Antes 1º pastejo	Após 1º pastejo	Após 2º pastejo	Após 3º pastejo	
A	41,43 Aa	33,26 Ba	34,40 Ba	32,29 Ba	35,35 a
B	40,65 Aa	34,94 Ba	32,87 Ba	32,48 Ba	35,24 a
C	38,14 Aa	34,75 ABa	33,06 ABa	31,88 Ba	34,46 a
D	40,93 Aa	34,14 Ba	32,72 Ba	31,02 Ba	34,70 a
MÉDIAS	40,29 A	34,27 B	33,26 B	31,92 B	

Médias, seguidas da mesma letra, não diferem significativamente entre si no nível de 5% de probabilidade (Tukey). Letras maiúsculas referem-se às linhas, e as minúsculas, às colunas. CV Local = 4,35 % CV Época = 11,60 %

Os resultados obtidos evidenciaram que, no início das avaliações (antes do primeiro pastejo), os tratamentos referentes aos locais de amostragem não apresentaram diferenças estatísticas entre si em relação à densidade do solo, macro e micro porosidade e porosidade total do solo, mostrando a uniformidade da área experimental.

Analizando as médias dos valores de densidade do solo, em relação às épocas de amostragem, percebeu-se que, já no primeiro pastejo, houve aumento significativo desses valores em relação à amostragem realizada no início do ensaio (antes do 1º pastejo), e, a partir dessa época, os valores de densidade se mantiveram estatisticamente iguais, porém com tendência de aumento no decorrer dos pastejos. Os locais de amostragem apresentaram valores de densidade do solo

estatisticamente iguais entre si quando comparados, dentro de uma mesma época, após os pastejos, mostrando que o pisoteio animal influenciou uniformemente os diferentes locais da parcela (A, B, C e D).

Analisando as médias dos valores de microporosidade do solo, para as épocas de amostragem, notou-se que no segundo pastejo os valores obtidos foram estatisticamente superiores aos valores encontrados antes do primeiro pastejo, porém, estatisticamente iguais aos obtidos no primeiro e terceiro pastejos.

Os valores de microporosidade do solo, referentes a cada época de amostragem dentro dos locais, não mostraram diferenças entre si, tão pouco os valores de microporosidade de um mesmo local dentro de cada época. As diferenças se fizeram notar quando foram analisadas as médias dos valores de microporosidade referente aos locais de amostragem, sendo que o local próximo ao centro do pivô (D) apresentou valores maiores do que o local mais distante do centro (A). As médias de épocas de amostragem também apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos, com maiores valores no segundo pastejo em relação aos valores obtidos antes do primeiro pastejo.

A exemplo da densidade, a macroporosidade do solo e a porosidade total do solo sofreram influência do pisoteio animal já no primeiro pastejo, apresentando redução significativa nos valores observados nessa época em relação aos obtidos antes do primeiro pastejo, e mostraram tendência de redução nesses valores no decorrer dos três pastejos. Esses atributos não apresentaram



diferenças significativas em função dos locais de amostragem. Após o terceiro pastejo, a macroporosidade do solo atingiu valores inferiores a 10%, preconizado por VOMOCIL & FLOCKER (1966), como sendo limitante ao bom desenvolvimento radicular; porém, GUPTA (1989) comentou que esse valor foi dependente da cultura e nível de atividade biológica do solo.

Diversos produtores tem relatado que, em pastejo rotacionado irrigado por pivô central, com piquetes divididos em forma de pizza e com alta lotação animal, ocorre a diminuição da população da forrageira nas áreas próximas ao centro do pivô. Atribuem a queda da produção da pastagem, ao fato de que ocorre maior compactação nessas áreas por serem próximas à área de lazer, e sujeitas a maior pisoteio. Porém, nesse experimento, o comportamento dos atributos físicos do solo, contrariou essa idéia.

Conforme pode ser observado nas Tabelas 6, 7, 8 e 9, na camada de 10-20 cm de profundidade os atributos físicos do solo não foram influenciados pelo pisoteio animal, pois os valores de densidade, microporosidade, macroporosidade e porosidade total do solo não foram alterados em função dos pastejos e tão pouco em relação aos locais de amostragem. Os resultados concordam com TREIN et al. (1991), SILVA et al. (1997), MACHADO et al. (1998), GAGGERO et al. (1998), MARCHEZAN et al. (1998), SALTON et al. (1999b), VIZZOTO et al. (2000), SILVA et al. (2000) e Edmond (1962) e Warren (1986) citados por COSTA (2000), que afirmaram haver compactação por pisoteio



animal somente na camada superficial do solo. Embora tenha ocorrido compactação na superfície do solo, devido ao pisoteio, a área em questão continua passível de ser explorada com plantio direto de culturas anuais sobre os restos de sorgo, pois segundo LANDERS (1995), KLEIN & BOLLER (1995), MACHADO et al. (1998), TAKAHASHI (2000) e MELLO et al. (2001), o uso de elemento sulcador do tipo facão em semeadoras elimina o problema de compactação superficial do solo em plantio direto e, segundo Grant & Lafond (1993), citados por SIQUEIRA (1999), esse aumento de densidade não é considerado limitante para o desenvolvimento radicular das culturas em plantio direto.

Tabela 6 Valores médios de densidade do solo (kg.dm^{-3}) na camada de 10-20 cm em diferentes locais e épocas de amostragem.

Locais de Amostragem	Épocas de Amostragem				MÉDIAS
	Antes 1º pastejo	Após 1º pastejo	Após 2º pastejo	Após 3º pastejo	
A	1,68 Aa	1,65 Aa	1,67 Aa	1,72 Aa	1,68 a
B	1,71 Aa	1,69 Aa	1,71 Aa	1,67 Aa	1,70 a
C	1,71 Aa	1,70 Aa	1,73 Aa	1,72 Aa	1,72 Aa
D	1,69 Aa	1,69 Aa	1,71 Aa	1,70 Aa	1,70 Aa
MÉDIAS	1,70 A	1,68 A	1,71 A	1,70 A	

Médias, seguidas da mesma letra, não diferem significativamente entre si no nível de 5% de probabilidade (Tukey). Letras maiúsculas referem-se às linhas, e as minúsculas, às colunas.

CV Local = 1,75 % CV Época = 3,68 %

Tabela 7 Valores médios de microporosidade do solo (%) na camada de 10-20 cm em diferentes locais e épocas de amostragem.

Locais de Amostragem	Épocas de Amostragem				MÉDIAS
	Antes 1º pastejo	Após 1º pastejo	Após 2º pastejo	Após 3º pastejo	
A	22,99 Aa	23,09 Aa	23,26 Aa	21,87 Aa	22,80 a
B	21,57 Aa	23,33 Aa	22,36 Aa	21,89 Aa	22,29 a
C	22,06 Aa	23,63 Aa	22,50 Aa	22,64 Aa	22,71 a
D	22,91 Aa	22,96 Aa	23,24 Aa	21,93 Aa	22,76 a
MÉDIAS	22,38 A	23,25 A	22,84 A	22,08 A	

Médias, seguidas da mesma letra, não diferem significativamente entre si no nível de 5% de probabilidade (Tukey). Letras maiúsculas referem-se às linhas, e as minúsculas, às colunas.

CV Local = 3,30 % CV Época = 8,02 %

Tabela 8. Valores médios de macroporosidade do solo (%) na camada de 10-20 cm em diferentes locais e épocas de amostragem.

Locais de Amostragem	Épocas de Amostragem				MÉDIAS
	Antes 1º pastejo	Após 1º pastejo	Após 2º pastejo	Após 3º pastejo	
A	8,10 Aa	8,00 Aa	8,14 Aa	7,66 Aa	7,98 a
B	7,38 Aa	6,94 Aa	7,38 Aa	9,27 Aa	7,74 a
C	7,31 Aa	6,92 Aa	6,48 Aa	7,18 Aa	6,98 a
D	6,72 Aa	7,38 Aa	6,95 Aa	7,38 Aa	7,11 a
MÉDIAS	7,38 A	7,31 A	7,24 A	7,87 A	

Médias, seguidas da mesma letra, não diferem significativamente entre si no nível de 5% de probabilidade (Tukey). Letras maiúsculas referem-se às linhas, e as minúsculas, às colunas.

CV Local = 12,41 % CV Época = 36,43 %

Tabela 9. Valores médios de porosidade total do solo (%) na camada de 10-20 cm em diferentes locais e épocas de amostragem.

Locais de Amostragem	Épocas de Amostragem				MÉDIAS
	Antes 1º pastejo	Após 1º pastejo	Após 2º pastejo	Após 3º pastejo	
A	31,09 Aa	31,09 Aa	31,41 Aa	29,54 Aa	30,78 a
B	28,95 Aa	30,27 Aa	29,75 Aa	31,26 Aa	30,05 a
C	29,37 Aa	30,55 Aa	28,99 Aa	29,82 Aa	29,68 a
D	29,61 Aa	30,34 Aa	30,18 Aa	29,31 Aa	29,86 a
MÉDIAS	29,76 A	30,57 A	30,08 A	29,98 A	

Médias, seguidas da mesma letra, não diferem significativamente entre si no nível de 5% de probabilidade (Tukey). Letras maiúsculas referem-se às linhas, e as minúsculas, às colunas.

CV Local = 3,26 % CV Época = 7,28 %

5.2. Produção e resíduos da cultura do sorgo

Os resultados referentes à produção do primeiro pastejo indicaram diferenças estatísticas em relação aos locais de amostragem, sendo a produção do tratamento C estatisticamente igual a dos tratamentos A e D; porém, inferior ao tratamento B, que também foi estatisticamente igual aos tratamentos A e D (Tabela 10).

Tabela 10. Produção de massa seca (kg ha^{-1}) de sorgo forrageiro AG 2501 em função do local de amostragem e época de pastejo.

Local	Épocas			
	1º Pastejo	2º Pastejo	3º Pastejo	Média
A	9888abA	7607aAB	5999aB	7832a
B	11039aA	6075aB	4874aB	7330a
C	7910bA	6793aAB	4792aB	6762a
D	10117abA	6905aB	3262aC	6499a
Média	9739A	6845B	4732C	

Médias, seguidas da mesma letra, não diferem significativamente entre si no nível de 5% de probabilidade (Tukey). Letras maiúsculas referem-se às linhas, e as minúsculas, às colunas.

CV local: 11,88%; CV época: 26,75%

Essa menor produção, apresentada pelo tratamento B, provavelmente foi devido a problemas ocorridos com aspersores do pivô central no trecho correspondente ao intervalo de amostragem. Como as repetições de amostragem, em cada tratamento, encontravam-se em uma mesma faixa de distância para todos os piquetes, problemas com aspersores entupidos, na época inicial da lavoura, refletiram em todas as repetições.

No segundo e terceiro pastejos, a produção nos tratamentos de locais de amostragem não diferiram estatisticamente entre si, dentro de cada época. A comparação das médias da produção dos locais de amostragem também não revelou diferenças estatísticas significantes.



Analisando as produções de cada um dos locais de amostragem dentro das épocas, notou-se redução significativa de produção quando comparados os valores obtidos no primeiro pastejo com os obtidos no terceiro pastejo, com maior evidência no tratamento próximo ao centro do pivô (D). Os valores de produção de massa seca do sorgo, apresentados pelas médias das épocas, diferiram estatisticamente entre si, mostrando uma redução de produção no decorrer dos pastejos. O primeiro pastejo apresentou maiores produções e o terceiro, os menores valores.

De maneira geral, era esperada a redução de produção de um pastejo para o outro, pois, apesar de perfilhar nesse intervalo, parte das plantas de sorgo morreram com o pisoteio dos animais; outras floresceram completando seus ciclos de vida. A redução mais drástica ocorreu no ponto D, provavelmente devido ao fato desse local ter recebido maior trânsito de animais, além de ser o local onde os animais costumam deitar.

Os valores de massa seca de resíduo de sorgo (kg ha^{-1}), apresentados na Tabela 11 indicaram que, no primeiro e segundo pastejos, os tratamentos de locais de amostragem apresentaram quantidades de resíduos estatisticamente iguais entre si. No terceiro pastejo, o tratamento D apresentou menor quantidade de resíduos do que o tratamento A. A análise das médias das quantidades de resíduos referentes aos locais de amostragens, evidenciaram que os pontos mais próximos à área de lazer (C-D) apresentaram menor quantidade de



resíduos quando comparados com o ponto mais distante (A), mostrando que os animais se alimentam mais nesses pontos próximos a área de lazer, confirmando as observações de GILLEN et al. (1984) e IRVING et al. (1995). Esses autores estudaram o comportamento de bovinos em sistema de pastejo rotacionado, e observaram que os animais preferiram se alimentar em áreas com distância de até 200m da água e evitaram áreas mais distantes, atribuindo, esse comportamento, à frequência com que os animais utilizaram a água.

Tabela 11. Massa seca de resíduo de sorgo (kg ha^{-1}) em função do local de amostragem e épocas de pastejo.

Local	Épocas			
	1º Pastejo	2º Pastejo	3º Pastejo	Média
A	4731aa	4306aA	4371aA	4470a
B	3988aA	3531aA	3677abA	3736ab
C	4041aA	2911aA	2747abA	3233b
D	3149aA	2729aA	2257bA	2712b
Média	3980A	3370A	3263 ^A	

Médias, seguidas da mesma letra, não diferem significativamente entre si no nível de 5% de probabilidade (Tukey). Letras maiúsculas referem-se às linhas, e as minúsculas, às colunas.

CV local: 18,42%; CV época: 31,15%

Não houve diferenças significativas na quantidade de resíduos entre os pastejos, quando comparados dentro de um mesmo local de amostragem. A comparação das médias da produção de resíduos entre as três épocas de pastejo,

também não apresentou diferenças estatísticas, indicando que houve uma pressão de pastejo adequada nas três épocas.

A produção acumulada de massa seca e o resíduo acumulado após três pastejos, são mostrados na Tabela 12.

Tabela 12. Valores médios do acúmulo de massa seca (kg ha^{-1}) da produção e do resíduo de sorgo AG 2501 em três pastejos, em função do local de amostragem.

Local	Produção acumulada	Resíduo acumulado
A	23495a	10632ab
B	21989a	11206a
C	14468a	9653ab
D	20088a	7939b
Média	21259	9858

Médias, seguidas da mesma letra, nas colunas não diferem significativamente entre si no nível de 5% de probabilidade (Tukey).

CV produção:11,48%; CV resíduos:17,96%

De acordo com os resultados, não houve diferenças significativas na produção acumulada de massa seca do sorgo entre os locais de amostragem; porém, em relação aos resíduos acumulados, o ponto mais próximo ao centro do pivô (D) apresentou quantidade de resíduo estatisticamente inferior à quantidade encontrada no ponto intermediário (B), concordando com as afirmações de GILEN et al. (1984) e IRVING et al. (1995).

A quantidade acumulada de massa seca do resíduo, nesse sistema, por si só foi suficiente para suprir a quantidade de palha que deve ser adicionada anualmente à superfície do solo para que o plantio direto tenha plenas

condições de manifestar o seu potencial como sistema sustentável; esse aporte anual de resíduos, segundo Ruedell et al. (1998), citados por AMADO (2000), deve ser de $6t\ ha^{-1}$ e de $10t\ ha^{-1}$ de acordo com Bayer (1996) e Fiorin (1999), citados por AMADO (2000). Os resultados indicaram que, em áreas destinadas a produção de silagem, foi possível praticar o plantio direto, desde que intercalada com culturas formadoras de palha, mesmo que sejam usadas para pastejo, pois as quantidades de resíduos na superfície foram suficientes para proteção do solo, além de ter propiciado ganho de peso aos animais, aumentando o desempenho econômico do sistema, corroborando com BOLLER & GAMERO (1997).

5.3. Produção animal

A lotação animal, na área experimental, foi de 1100 cabeças no primeiro pastejo; 800 cabeças no segundo pastejo e 500 cabeças no terceiro pastejo. O ganho médio de peso vivo durante os três pastejos foi de $0,7kg/animal/dia$, totalizando um ganho de $46.600kg$ de peso vivo nos $75ha$; considerando um rendimento médio de carcaça de 52% , o ganho foi de $23.951kg$ de carne, ou 1.596 arrobas, correspondendo a $319kg$ ou $21,3$ arrobas de carne/ha. Considerando o preço da arroba do boi de $R\$41,00$, a receita bruta gerada no sistema foi de $R\$65.436,00$, correspondendo a $R\$872,48/ha$.



5.4. Custo de produção e análise econômica

5.4.1. Custo de produção dos 75ha de sorgo

Discriminação	R\$	%
1. Custo de insumos		
Fertilizantes de plantio	6.696,00	14,66
Fertilizantes de cobertura	7.633,00	16,72
Sementes	2.920,00	6,40
Inseticidas	1.003,00	3,2
Herbicida	1.693,00	3,7
Sal, medicamentos e vacinas	3.780,00	8,28
Sub-total	23.725,00	51,96
2. Custo de operações mecanizadas		
Aplicação de herbicidas	405,00	0,89
Semeadura	1.6070,00	3,65
Sub-total	2.075,00	4,54
3. Custo da irrigação (759 horas)		
Custos fixos	7.400,00	16,20
Reparo e manutenção	1.458,00	3,19
Energia	7.103,00	15,56
Sub-total	15.961,00	34,95
Custo de infra-estrutura	1.642,00	3,6
Custo de mão-de-obra	2.255,00	4,94
TOTAL	45.658,00	100
CUSTO ha⁻¹	608,77	

5.4.2. Análise econômica da produção

Discriminação	Total (R\$)	R\$. ha ⁻¹
A - Custo	45.658,00	608,77
B - Receita bruta B	65.436,00	872,48
C - Receita líquida (B-A)	19.778,00	263,71
Benefício/Custo (B/A)	1,43	
Índice de lucratividade (C/B . 100)	30,2%	

A análise econômica da produção mostrou que o sistema foi economicamente viável, gerando uma receita líquida de R\$ 19.778,00 na área, ou R\$ 263,71/ha; com relação benefício/custo de 1,43 e índice de lucratividade de 30,2%. Notou-se, também, que é um sistema altamente dependente de insumos (51,96% do custo), principalmente de fertilizantes. A irrigação contribuiu consideravelmente na elevação dos custos, respondendo por 34,95%; porém, devemos considerar que esse foi um período com distribuição irregular de chuvas, necessitando de irrigação por 759 horas durante o período em questão, quantidade que, normalmente, não é utilizada nessa época em anos de distribuição normal de chuvas, situação em que o curso de produção seria reduzido com conseqüente aumento da receita líquida.

Nesse sistema, além dos benefícios indiretos, devido aos resíduos do sorgo, houve a geração direta de receita, o que não ocorre quando são

plantadas culturas exclusivamente para fins de formação de palha, situação em que os benefícios são indiretos e manifestam-se através das culturas seqüentes.

A mão-de-obra representou um pequeno percentual do custo de produção (4.94%), mostrando que foi viável utilizar a mão-de-obra da propriedade na diversificação de atividades sem comprometimento do desempenho econômico.



6. CONCLUSÕES

O pisoteio animal causou compactação do solo na camada de 0-10 cm, com aumento dos valores de densidade e redução da macroporosidade do solo.

Na camada de 10-20 cm de profundidade, a densidade e a porosidade do solo, não sofreram modificações em função do pisoteio animal.

A quantidade de resíduos de sorgo deixados sobre o solo após os três pastejos, foi suficiente para suprir o aporte anual de massa seca de palha, necessário para manutenção do plantio direto.

A área continuou passível de ser explorada no sistema de plantio direto.

O sistema estudado mostrou-se técnica e economicamente viável.



7. REFERÊNCIAS

ALTMANN, N. Como iniciar em plantio direto (2ª parte). In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4, 2000, Uberlândia. **Plantio Direto na integração lavoura-pecuária**. Uberlândia: UFU, 2000. p.217-233.

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

BERTOL, I.; CIPRANDI, O.; CAMPOS, L.N.G.; BATISTELA, O. Propriedades físicas e químicas e produtividade de milho afetadas pelo manejo do solo com tração animal, numa terra bruna estruturada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.971-976, 2000.



BEUTLER, A.N.; SILVA, M.L.N.; CURI, M.; FERREIRA, M.M.; CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v.25, p.167-177, 2001.

BOLLER, W.; GAMERO, C.A. Estimativa dos custos econômicos e energéticos de sistemas de preparo e de manejo do solo para a cultura do feijão. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v.12, n.2, p.26-38, 1997.

BROCH, D.L. Integração agricultura – pecuária no Centro – Oeste do Brasil. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4, 2000, Uberlândia. **Plantio direto na integração lavoura – pecuária**. Uberlândia: UFU, 2000. p.53-60.

BROCH, D.L. Plantio direto da soja sobre pastagem de *Brachiaria decumbens* rompe barreiras de fertilidade do solo no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Plantio Direto**, Cruz das Almas, n.38, p.17-18, 1997.

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



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

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

CENTURION, J.F. **Efeitos de sistemas de preparo do solo na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em solos de cerrado**. Piracicaba, 1984. 124p. Dissertação (Mestrado em Solos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

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

CORREA, J.C.; REICHARDT, K. Efeito do tempo de uso das pastagens sobre as propriedades de um Latossolo Amarelo da Amazônia Central. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.1, p.107-114, 1995.



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

COSTA, O.V.; NASCIMENTO JUNIOR, D. Impacto animal sobre o componente abiótico do solo: ciclagem de nutrientes e compactação. Disponível em: www.tdnet.com.br/domicio/Impacto_animal_sobre.htm. Acesso em: 28 mai 2001.

DARDANELLI, J.; GIL, R.C. A eficiência na utilização da água em plantio direto. **Revista Plantio Direto**, Cruz das Almas, n.58, p.28-30, 2000.

DERPSCH, R. Agricultura sustentável. In: SATURNINO, H.M., LANDERS, J.N. **O meio ambiente e o plantio direto**. Brasília: Embrapa-SPI, 1997. p.29-48.

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

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.



GAMERO, C.A. **Efeitos dos tipos de preparo sobre características do solo e da cultura do milho (*Zea mays* L.)**. Piracicaba, 1985. 102p. Tese (Doutorado em Solos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo).

GAMERO, C.A.; LEVIEN, R.; SIQUEIRA, R.; LOPES, A. Prepare os implementos que está chegando a hora. **Granja**, Porto Alegre, n.585, p.14-21, 1997.

GILLEN, R.L.; KRUEGER, W.C.; MILLER, R.F. Cattle distribution on mountain rangeland in north-eastern Oregon. **Journal Range Manage**, Denver, v.37, p.549-553, 1984.

GUPTA, S.C.; SHARMA, P.P.; De FRANCHI, S.A. Compaction effects on soil structure. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.42, p.331-338, 1989.

HARGROVE, W.L. The role of no-tillage in a sustainable agriculture. In: PEIXOTO, R.T.G.; AHRENS, D.C.; SAMAHA, M.J. **Plantio direto: o caminho para uma agricultura sustentável**. Ponta Grossa: Instituto Agrônômico do Paraná, 1997. p.15-19.



HARRISON, D.F.; CAMERON, K.C.; MCLAREN, R.G. Effects of subsoiling loosening on soil physical properties, plant root growth, and pasture yield. **New Zealand Journal Agricultural Research**, Wellington, n.37, p.559-567, 1994.

HECKLER, J.C.; HERNANI, L.C.; PITOL, C. Palha. In: SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. **Sistema de plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Dourados: Embrapa-SPL, 1998. p.38-49.

HENKLAIN, J.C. Influência do tempo no manejo do sistema de semeadura direta e suas implicações nas propriedades físicas do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 26, 1997, Rio de Janeiro. **Resumos...** Rio de Janeiro: SBCE/EMBRAPA, 1997. (CD-Room)

IRVING, B.D.; RUTLEDGE, P.L.; BAILEY, A.W.; ANNE NAETH, M.; CHANSYK, D.C. Grass utilization and grazing distribution within intensively managed fields in Central Alberta. **Journal Range Manage**, Denver, v.48, n.4, p.358-61, 1995.

KIEHL, E.J. **Manual de edafologia**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 263p.

KLEIN, V.A.; BOLLER, W. Avaliação de diferentes manejos de solo e métodos de semeadura em área sob sistema de plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria v.25, n.3, p.395-398, 1995.

KOCHHANN, R.A. Alterações das características físicas, químicas e biológicas do solo sob sistema plantio direto. In CONFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 1, 1996, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. p.17-25.

LANDERS, J.N. **Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado.** Goiânia: Associação de Plantio Direto no Cerrado, 1995. 261p.

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

LOCKE, M.A.; BRYSON, C.T. Herbicide: soil interactions in reduced tillage and plant residue management systems. **Weed Science**, Ithaca, v.45, p.307-320, 1997.

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.



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.

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

MARSON, E. Plantio direto sob irrigação no cerrado. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: F.B.P.D.P., 2000. p.121-128.

MELARATO, M. Manejo da fertilidade do solo em culturas perenes sob plantio direto. **Revista Plantio Direto**, v.52, 1999. Disponível em: www.plantiodireto.com.br/publica/rev_52_outras_cult.htm. Acesso em: 30 mai 2001.

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. 129p. Tese (Doutorado



em Energia da Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista).

MELLO, L.M.M.; TAKAHASHI, C.M.; YANO, E.H. Avaliação dos efeitos de mecanismos rompedores e rodas compactadoras de semeadora-adubadora para cultura do milho (*Zea mays* L.) em plantio direto. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA, 4, 2001, Chillán. **Anais...** Chillán: Universidad de Concepcion, 2001. p.107-110.

OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; CALDERANO FILHO, B. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida.** Campinas: EMBRAPA/IAC, 1999. 64p.

PELISSARI, A., MORAES, N. Manejo de plantas daninhas na integração lavoura/pecuária sob plantio direto. In: CONFERÊNCIA ANUAL DE PLANTIO DIRETO, 1, 1996, Passo Fundo. **Resumos...** Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. p.26-31.

RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade.** Campinas: Instituto Agronômico, 1996. 285p.

REINERT, D.J.; REICHERT, J.M.; SILVA, V.R. Sistema radicular de milho e compactação do solo afetados pelo pastejo e preparo. In: BALBUENA, R.H.;



BENEZ, S.H.; JARAJURÍA, D. **Ingeriería rural y mecanización agraria en el ámbito latinoamericano**. La Plata: U.N.L.P., 1998. p.159-164.

ROCHA, E.L.C. Plantio direto e integração lavoura-pecuária no cerrado. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2000, Foz do Iguaçu. **Resumos...** Foz do Iguaçu: F.B.P.D.P., 2000. p.118.

SALTON, J.C. et al. **Alterações em atributos físicos do solo decorrentes da rotação soja-pastagem, no sistema plantio direto**. Dourados: EMBRAPA, 1999a. Não paginado. (Comunicado técnico, 10).

SALTON, J.C.; OLIVEIRA, H.; FABRICIO, A.C.; MACHADO, L.A.Z. Uso do SGI/INPE na avaliação de atributos físicos do solo no sistema de integração agricultura-pecuária. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, n.51, 1999b. www.plantiodireto.com.br/publica/rev_51_outras_cult.htm. Acesso em: 30 mai 2001.

SANCHEZ, P.A. **Suelos del tropico: características y manejo**. San José: Instituto Interamericano de Cooperacion para la Agricultura, 1981. 660p.

SI www.plantiodireto.com.br/publica/rev_52_outras_cult.htm. Acesso em: 30 mai 2001. QUEIRA, R. **Sistemas de preparo em diferentes tipos de coberturas vegetais do solo**. Botucatu, 1999. 191p. Tese (Doutorado em Energia na



Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas , Universidade Estadual Paulista.

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, E.C. **Níveis e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto na região de cerrado.** Ilha Solteira: FE/UNESP, 2001. 83p.

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, p.191-199, 2000.

SOUSA, A.R.; SILVA, A.B.; RESENDE, M. Influência da pressão exercida por pisoteio de animais na compactação do solo do vale do Pajeú, em Pernambuco. In: REUNIÃO BRASILEIRO DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 12, 1988, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBCS, 1998. p.256-257.

SOUSA, R.O.; PAULETO, E.A.; GOMES, A.S. Alternativas de sistemas de cultivo para o arroz irrigado: o caso da região Sul do Brasil. In: RENAPA, 5, 1994, Goiânia. **Anais...** Goiânia: 1994, p.1-12.

TAKAHASHI, C.M. **Mecanismos rompedores e rodas compactadoras de semeadora-adubadora para a cultura do milho (*Zea mays* L.) em plantio direto.** Ilha Solteira,, 2000. 60p. (Trabalho de graduação apresentado a Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP).

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, p.105-111, 1991.

URCHEI, M.A.; MOREIRA, J.A.A.; STONE, L.F.; ALVARENGA, R.C. Água e temperatura do solo. In: SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília: EMBRAPA-SPI, Dourados: EMBRAPA-CPAO, 1998. p.81-101.

VAN BERG, G.E. Triaxial measurements of shear strain and compaction in unsaturated soil. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v.9, p.460-467, 1966.

VIEIRA, C.P. et al. A análise da viabilidade econômica da cultura da soja no sistema plantio direto na região noroeste paulista. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 20, 1998, Londrina. **Ata e resumos...** Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998a. p.173. (EMBRAPA-CNPSo. Documentos, 121).

VIEIRA, C.P.; SALDANHA, O.A.; CAMBRAIA, L.A. Avaliação de cultivares de soja no sistema plantio direto sobre braquiária na região noroeste paulista. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 20, 1998, Londrina. **Ata e resumos...** Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998b. p.172. (EMBRAPA-CNPSO. Documentos, 121).

VIZZOTO, V.R.; MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo em várzea. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.965-969, 2000.

VOMOCIL, J.A.; FLOCKER, W.J. Effects of coil compaction on storage and movement of soil, air and water. **Trans. ASAE**, St. Joseph, v.4, p.242-246, 1966.

ZONTA, E.P.; MACHADO, A.A. **SANEST**. Sistema de análise estatística para computadores. S.l.:S.n. 1991. 120p.

mba'



