



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

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA: milho consorciado com
forrageiras no outono e soja no verão.**

FRANCISCO CEZAR BELCHOR LAGES PEREIRA
Engenheiro Agrônomo

**Ilha Solteira – SP
Fevereiro - 2013**



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

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUARIA: milho consorciado com
forrageiras no outono e soja no verão.**

**FRANCISCO CEZAR BELCHOR LAGES PEREIRA
Orientado**

**Prof. Dr. LUIZ MALCOLM MANO DE MELLO
Orientador**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia
– UNESP, Campus de Ilha Solteira, para obtenção
do título de Mestre em Agronomia. Especialidade:
Sistemas de Produção.

Ilha Solteira – SP
Fevereiro - 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da UNESP - Ilha Solteira.

Pereira, Francisco Cezar Belchor Lages.

P436i Integração agricultura-pecuária: milho consorciado com forrageiras no outono e soja no verão / Francisco Cezar Pereira. Ilha Solteira : [s.n.], 2013
67 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. Especialidade: Sistemas de Produção, 2013

Orientador: Luiz Malcolm Mano de Melo

Inclui bibliografia

1.Integração lavoura-pecuária . 2.Semeadura simultânea . 3.Competição interespecífica. 4.Palhada-sucessão de cultura.



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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Integração Agricultura-Pecuária: milho consorciado com forrageiras no outono e soja no verão

AUTOR: FRANCISCO CEZAR BELCHOR LAGES PEREIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. LUIZ MALCOLM MANO DE MELLO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM AGRONOMIA ,
Área: SISTEMAS DE PRODUÇÃO, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. LUIZ MALCOLM MANO DE MELLO

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

Prof. Dr. ELCIO HIROYOSHI YANO

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

Profa. Dra. KAREM CRISTINE PIRÓLA NARIMATSU

Departamento de Agronegócios / Faculdades Integradas Stella Maris

Data da realização: 22 de fevereiro de 2013.

Aos meus pais

Delcíno Belchor Pereira e Maria Eloísa Lages Pereira pelo amor, carinho, dedicação e que me ensinaram os verdadeiros valores da vida para que pudesse ser o que sou hoje, meu muito obrigado.

A Deus e nossa Senhora Aparecida, por sempre me iluminar e proteger

Dedico

A minha esposa Elka Elíce Vasco de Miranda, e aos meus filhos Amanda Elíce Vasco Belchor e Kauã Vasco Belchor, por estar sempre ao meu lado nos momentos mais difíceis, sempre me dando carinho e compreensão.

Ofereço

“Tendo amor e saúde da vida eu não reclamo, amo a vida que levo, e levo a vida que amo!”

Tião Carreiro

AGRADECIMENTOS

Em especial agradeço ao Professor Doutor Luiz Malcolm Mano de Mello, pela orientação deste trabalho, pelo seu profissionalismo, dedicação, confiança, apoio, compreensão e principalmente a amizade e transmissão de conhecimento profissional e pessoal, muito obrigado.

As minhas Irmãs Mariana Lages Pereira e Ana Luisa Lages Belchor pelo apoio e ajuda nos momentos difíceis.

Aos meus familiares Tio Cezinha, Tio Giraldo, Tia Dulce, Tia Fátima, Tia Rosângela e minha prima Elaine, que de certa forma contribuíram e apoiaram essa etapa da minha vida.

À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira Universidade Estadual Paulista ao Curso de Pós-graduação em Agronomia (Sistemas de Produção) pela estrutura e aprendizado oferecido.

Aos amigos Carlos Chioderoli, João Paulo Ferreira, Ronaldo Cintra Lima, Flavio Kaneko e Cristiano Paris pela ajuda nas análises e métodos experimentais.

Aos técnicos da fazenda que colaboraram para execução do experimento, em especial ao Alvino, baiano, João e Tião pelo apoio e contribuição.

Ao Valdivino pelo apoio e contribuição nas análises físicas do solo.

A Colega Veridiana Zocoler de Mendonça pela paciência e convivência durante a condução do experimento, e a equipe de trabalho André, Henrique Vinicius, Isabô, José Oscar, Patrícia e Ronaldo, que foram de suma importância para a realização do trabalho.

Aos grandes amigos de república: Eduardo Massunari, Bruno Evandro, Carlos Alessandro, Douglas de Araújo Gonzaga, Henrique Vinicius e Paulo Rebeque pela amizade e incentivo a esse trabalho.

Aos colegas de curso Douglas Gitti, Wander Barbosa, Admar, Amilton, Gustavo Caione, Jorge Parras, Flavio Dalchiavon, Marcelo Arf, e Claudinei Kaps pela amizade e companheirismo.

Aquelas pessoas que, embora não tenha citado os nomes contribuíram de uma forma ou de outra, para a realização deste trabalho.

Muito obrigado!

RESUMO

O consórcio entre culturas graníferas e espécies forrageiras tropicais tem se mostrado eficiente, na formação de pastagem e de palha para o sistema plantio direto. O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de identificar, no sistema de integração agricultura-pecuária, a melhor modalidade de consorciação de milho outonal com quatro forrageiras. O experimento foi realizado no ano agrícola 2010/11 na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão localizada em Selvíria-MS, pertencente a Faculdade de Engenharia-Unesp, campus de Ilha Solteira. Os tratamentos na safra de outono foram constituídos por quatro forrageiras consorciadas com milho - *Urochloa brizantha*, *Urochloa ruzizensis*, *Panicum maximum* cv. Tanzânia e *Panicum maximum* cv. Áries – e três modalidades de semeadura das forrageiras – na linha de semeadura do milho, a lanço simultâneo a semeadura do milho e a lanço no estágio V4 – e milho exclusivo, constituindo 13 tratamentos em esquema fatorial 4x3+1 e delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Foram avaliados para o milho: estande inicial e final, altura da planta, diâmetro basal do colmo, produção de grãos, massa de mil grãos, número de espigas/há e massa seca de palha de milho. Nas forrageiras avaliaram-se a produtividade de matéria seca e massa seca total de palha. Na cultura da soja foram avaliados: altura da planta, inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, estande inicial e final, massa de 1.000 grãos e produtividade de grãos. Para os atributos físicos do solo foram avaliados: macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo nas camadas de 0,0 – 0,10m , 0,10 – 0,20m, 0,20 – 0,30m de profundidade. Os resultados permitiram concluir que não houve competição significativa das forrageiras com o milho em relação às produtividades de grãos e palha de milho, sendo a produtividade de grãos do milho condizente com a cultura em alta tecnologia para a região, nesse pressuposto recomenda-se a semeadura das forrageiras na modalidade na linha juntamente com o adubo para otimizar e racionalizar a operação de semeadura. A produtividade de palha foi suficiente para suprir o aporte anual recomendado para manutenção da estabilidade do plantio direto. O cultivo da soja em sequência do milho, não sofreu efeito significativo para a produção de grãos, conforme as modalidades empregadas e tampouco as espécies forrageiras. As consorciações em sequência de culturas praticadas proporcionaram aumento na macroporosidade do solo.

Palavras-chave- Integração lavoura-pecuária. Semeadura simultânea. Competição interespecífica. Palhada. Sucessão de cultura.

ABSTRACT

The consortium between grain crops and tropical forage species has been efficient, pasture formation and straw for tillage. This study was conducted in order to identify the system of crop-livestock integration, the best arrangement of intercropping maize with four autumnal grasses. The experiment was conducted in the agricultural year 2010/11 the Finance Teaching and Research located in Selvíria-MS belonging to the Faculty of Engineering-UNESP, in Ilha Solteira. The autumn harvest treatments were four intercropped with corn fodder - *Urochloa brizantha*, *Urochloa ruzizensis*, *Panicum maximum* cv. Tanzania and *Panicum maximum* cv. Aries - and three types of forage seeding - in the row of corn, broadcasted simultaneously sowing corn and haul in the V4 stage - and sole corn, constituting 13 treatments in a factorial 4x3 +1 and randomized block design with four replicates. Were evaluated for corn: initial and final plant height, basal stem diameter, grain yield, thousand grain weight, number of spikes / no and dry mass of corn stover. In evaluating forage to dry matter yield and total dry matter of straw. In soybean were evaluated: plant height, first pod, number of pods per plant, initial and final mass of 1,000 grains and grain yield. For soil physical properties were evaluated: macroporosity, microporosity, total porosity and density of soil in layers from 0.0 to 0.10 m, 0.10 - 0.20 m, 0.20 to 0.30 m depth. The results showed that there was significant competition forages with corn compared to corn grain yield and corn stover, and grain yield of maize crop in keeping with the high technology to the region, this assumption is recommended seeding forage in the form of the line along with the fertilizer to optimize and streamline the sowing operation. The yield of straw was enough to supply the annual contribution recommended for maintaining the stability of tillage. Soybean cultivation in maize sequence, suffered no significant effect for grain production, according to the modalities employed nor forage species. The sequence of syndications in crops grown promoted increased soil macroporosity.

Keywords- Crop-livestock integration. Simultaneous seeding. Interspecific competition. Straw. Sequence of culture.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Máquinas e equipamentos utilizados na condução do experimento.....	28
Quadro 2 – Croqui da área experimental.....	29
Quadro 3 - Análise de variância para as características agronômicas da cultura do milho.....	30
Quadro 4 - Análise de variância para a características agronômicas da cultura da soja.....	30
Quadro 5 - Análise de variância para as variáveis das forrageiras.....	30
Quadro 6 - Análise de variância para os atributos físicos do solo.....	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Valores médios da precipitação pluvial (mm), temperatura máxima, mínima e média (°C) do período de maio de 2010 a abril de 2011. Selvíria-MS. Fonte: Laboratório de Hidráulica e Irrigação, Faculdade de Engenharia - Unesp, campus de Ilha Solteira.....	27
Figura 2 - Área experimental.....	32
Figura 3 - Forrageira em consorcio com milho.....	32
Figura 4 - Cultura em desenvolvimento.....	32
Figura 5 - Milho na época de colheita.....	32
Figura 6 - Soja sobre palhada das forrageiras.....	35
Figura 7 - Soja em desenvolvimento.....	35
Figura 8 - Soja em fase de maturação.....	35
Figura 9 - Época de colheita da soja.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Caracterização física do solo da área experimental, nas camadas de 0,0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,3 m, antes da instalação do ensaio, Selvíria-MS.....	26
Tabela 2 - Caracterização química do solo da área experimental, nas camadas de 0,0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,3 m, antes da instalação do ensaio, Selvíria-MS.....	27
Tabela 3 . Valores médios obtidos de estande inicial e final, altura de plantas e diâmetro do colmo de milho consorciado com quatro espécies forrageiras em três modalidades de semeadura e milho exclusivo.....	38
Tabela 4 - Valores médios de produção de grãos, massa de mil grãos, número de espigas/ha e massa seca de palha de milho consorciado com quatro espécies de forrageiras em três modalidades de semeadura e milho solteiro.....	40
Tabela 5 - Valores médios obtidos para altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, número de vagens por planta no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura.....	42
Tabela 6 - Valores médios obtidos para população inicial e final de plantas, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de soja no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura.....	43
Tabela 7 - Valores médios obtidos do desdobramento dos valores de Massa de 1000 grãos entre as modalidades de semeadura dentro das diferentes espécies forrageiras.....	44
Tabela 8 - Valores médios da produtividade de matéria seca das forrageiras (kg ha^{-1}) de quatro forrageiras consorciadas com milho em três modalidades de semeadura por ocasião da colheita do milho (1ª época) e na semeadura da soja (2ª época).....	47
Tabela 9 - Valores médios obtidos do desdobramento da produtividade de matéria das forrageiras (kg MS ha^{-1}) em função das diferentes modalidades de semeadura por ocasião da semeadura da soja (2ª época).....	48
Tabela 10 - Valores médios da produtividade de matéria seca total (forrageiras e milho) (kg MS ha^{-1}) de quatro forrageiras consorciadas com milho em três modalidades de semeadura.....	49
Tabela 11 - Valores médios obtidos do desdobramento da produtividade de matéria seca total (kg MS ha^{-1}) em função de quatro forrageiras consorciadas com milho em três modalidades de semeadura.....	50

Tabela 12 - Valores médios de microporosidade, avaliados na camada de 0,0 - 0,10 m, 0,10 - 0,20 m e 0,20 - 0,30 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragens.....	51
Tabela 13 - Valores médios de Porosidade Total, avaliados na camada de 0,0 - 0,10 m, 0,10 - 0,20 m e 0,20 - 0,30 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragens.....	54
Tabela 14 - Valores médios de Densidade do Solo, avaliados na camada de 0,0 - 0,10 m, 0,10 - 0,20 m e 0,20 - 0,30 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragens.....	55
Tabela 15 - Valores médios obtidos do desdobramento para densidade do solo na profundidade de 0,0 - 0,10 m, entre as espécies de forrageiras dentro das diferentes modalidades de semeadura.....	57

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	Integração agricultura-pecuária.....	16
2.2	Plantio direto e produção de palha.....	17
2.3	Consórcio de forrageiras com milho.....	19
2.4	Soja em palhada de forrageiras no sistema plantio direto.....	21
2.5	Atributos físicos do solo.....	23
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1	Área experimental.....	26
3.2	Máquinas e equipamentos utilizados.....	28
3.3	Delineamento experimental.....	28
3.4	Milho outonal consorciado com forrageiras.....	31
3.4.1	<i>Descrição dos tratamentos.....</i>	<i>31</i>
3.4.2	<i>Insumos utilizados.....</i>	<i>32</i>
3.4.3	<i>Avaliações na cultura do milho.....</i>	<i>33</i>
3.5	Avaliação na cultura da soja.....	34
3.5.1	<i>Descrição dos tratamentos.....</i>	<i>34</i>
3.5.2	<i>Insumos utilizados.....</i>	<i>34</i>
3.5.3	<i>Avaliações na cultura da soja.....</i>	<i>35</i>
3.6	Avaliações nas forrageiras.....	36
3.7	Determinação dos atributos físicos do solo.....	36
4	Resultados e discussão.....	37
4.1	Cultura do Milho.....	37
4.2	Cultura da soja.....	41
4.3	Forrageiras.....	44
4.4	Atributos físicos do solo.....	50
5	CONCLUSÃO.....	60
	REFERÊNCIAS	61

1 INTRODUÇÃO

Na região Oeste do Estado de São Paulo e áreas mais baixas do Cerrado, a distribuição irregular das chuvas dificulta a implantação de culturas de outono/inverno, quer seja para grãos, silagem ou para formação de palha para o plantio direto e, segundo Mello et al. (2007), a antecipação da semeadura de uma cultura formadora de palha, de modo a dar-lhe condições de desenvolvimento, e o consórcio de forrageira com milho tem se mostrado como uma alternativa para tal. A prática da consorciação de culturas produtoras de grãos com forrageiras tropicais, na safra de verão, estão sendo utilizada por técnicos e agricultores com intuito de antecipar a implantação da forrageira, principalmente em regiões onde o inverno é seco e não permite bom desenvolvimento de culturas de safrinha. Esse método permite a utilização das forrageiras, tanto para a produção de palhada como para a instalação da pastagem Chioderoli et al. (2010), no Sistema de Integração Agricultura-Pecuária.

Mello et al. (2004), define Integração Agricultura-Pecuária como um sistema que integra as duas atividades com os objetivos de maximizar racionalmente o uso da terra, diversificar e verticalizar a produção, minimizar custos e agregar valores aos produtos, pelo aproveitamento dos recursos e benefícios que uma atividade proporciona à outra.

O sistema plantio direto (SPD) e a integração agricultura-pecuária são alternativas de manejo que conciliam a manutenção e, até mesmo, a elevação da produção com maior racionalidade dos insumos empregados (SANTOS et al. 2008). Neste sistema, a produção de culturas de grãos, especialmente o milho, sorgo e arroz, consorciadas com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Urochloa* visa a produção da forrageira na entressafra e palha para o Sistema Plantio Direto. Assim este sistema têm contribuído para a viabilidade do setor agropecuário, uma vez que possibilita a produção de forragem na época seca do ano. (LANDERS, 2007).

O cultivo consorciado, de milho com plantas forrageiras, notadamente *Urochloa* e *Panicum maximum*, é uma ótima alternativa para produção de forragem no período de menor disponibilidade nessas regiões e de palhada para o SPD para a cultura sucedânea (CRUSCIOL et al. 2009). Essas forrageiras perenes possuem sistema radicular vigoroso, profundo e com elevada tolerância à deficiência hídrica, desenvolvendo-se em condições ambientais nas quais a maioria das culturas produtoras de grãos e das espécies utilizadas para cobertura do solo não apresentam desempenho satisfatório. Neste contexto, estas espécies são eficientes em

absorver nutrientes e, principalmente, água nas camadas mais profundas do solo, especialmente no primeiro ano de cultivo.

Portanto, para suprir o aporte de palha exigido para a manutenção da estabilidade do SPD, é de fundamental importância o estabelecimento de culturas para a produção de palha em quantidade adequada à cobertura do solo que minimize o acelerado processo de decomposição da mesma. Assim, tratando-se de milho irrigado instalado no outono, o presente trabalho teve como objetivo, determinar as melhores espécies de forrageiras em consorciação com essa cultura quanto à produção de massa seca e tempo de decomposição da palha, nas diferentes modalidades de consorcio e as possíveis interferências na cultura produtora de grãos e na quantidade e qualidade da palhada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA

O interesse pelo cultivo consorciado de plantas produtoras de grãos com forrageiras tropicais, em sistema plantio direto, tem aumentado significativamente, tanto por técnicos como por produtores das regiões caracterizadas com inverno seco (BORGHI; CRUSCIOL, 2007). No sistema de integração agricultura pecuária, a produção de culturas de grãos, especialmente o milho, sorgo e arroz, consorciadas com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Urochloa* é conhecida como Sistema Santa Fé, que visa a produção da forrageira na entressafra e palha para o Sistema Plantio Direto. Aliado ao SPD, o sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) têm contribuído para a viabilidade do setor agropecuário, uma vez que possibilita a produção de forragem na época seca do ano (LANDERS, 2007).

A ILP tem se tornado opção vantajosa, beneficiando duas atividades de importância econômica, proporcionando ganhos mútuos ao produtor, além do que, a maioria das evidências sugere que esse sistema possui melhores aspectos ambientais do que modernos sistemas de monocultura dependentes da alta utilização de insumos, como fertilizantes, inseticidas e herbicidas (PARIZ et al. 2011).

No consórcio de milho com as forrageiras, a forrageira pode ter dupla finalidade, servindo como alimento para a exploração pecuária, a partir do final do verão até início da primavera, e posteriormente, para formação de palha para realização do sistema plantio direto. Existe a possibilidade da utilização da forrageira exclusivamente como planta produtora de palha, proporcionando cobertura permanente do solo até a semeadura da safra de verão seguinte (BORGHI; CRUSCIOL, 2007).

Segundo Gonçalves e Franchini (2007) a recuperação ou reforma de pastagens degradadas é um dos principais objetivos da integração, com a produção de grãos numa área de pastagem degradada auxilia na amortização de custos de recuperação da mesma. Outro objetivo importante é o uso de pastagem em áreas degradadas de lavoura para melhoria das condições físicas e biológicas do solo, devido à presença de palha e raízes da pastagem, contribuindo para o aumento dos níveis de carbono e das condições de aeração e capacidade

de infiltração. Atrelado aos fatores de recuperação e renovação de áreas degradadas, seja de pastagem ou lavoura, a ILP proporciona produção de pasto, forragem e grãos para alimentação animal na estação seca, recupera a fertilidade da pastagem por meio das correções químicas e adubações exigidas nas lavouras, reduz os custos tanto da atividade agrícola quanto da pecuária além de diversificar e estabilizar a renda do produtor e reduzir os problemas ambientais.

No consórcio, a semeadura da forrageira pode ser realizada em diferentes épocas, inclusive simultaneamente com a cultura do milho, misturada com o fertilizante, sendo que a época e a disposição das sementes da forrageira poderá influenciar de maneira negativa a produtividade de palha visando o plantio direto e até mesmo o desenvolvimento da cultura do milho. As gramíneas forrageiras tropicais apresentam lento acúmulo de matéria seca da parte aérea até 50 dias após a emergência, enquanto a maioria das culturas anuais sofre influência por competição nesse período (PANTANO, 2003).

O conhecimento do comportamento das espécies na competição por fatores de produção torna-se de grande importância para o êxito da produtividade satisfatória da cultura de grãos e da formação da pastagem, evitando que a competição existente entre as espécies inviabilize o cultivo consorciado (KLUTHCOUSKI; YOKOYAMA, 2003).

O SPD associado à integração lavoura-pecuária é uma alternativa de manejo que concilia a manutenção, e até mesmo a elevação da produção, com maior racionalidade dos insumos empregados (SANTOS et al., 2008). Segundo os autores, o sucesso desses sistemas no cerrado brasileiro deve-se ao fato de que a palhada proporciona um ambiente favorável à recuperação ou manutenção das propriedades do solo. Além disso, ocorre o aumento da matéria orgânica no solo, proporcionando melhoria na sua qualidade (CONCEIÇÃO et al., 2005), em função de sua agregação, com reflexos positivos na partição da água, favorecendo a infiltração e diminuindo o escoamento superficial.

2.2 PLANTIO DIRETO E PRODUÇÃO DE PALHA

O Sistema Plantio Direto constitui-se em um conjunto de tecnologias que proporciona melhor conservação dos solos, manutenção da umidade, melhoria das estruturas físicas e químicas, maior acúmulo de matéria orgânica, melhoria da biota do solo e conseqüentemente maior longevidade e resposta das culturas a serem instaladas nesse sistema. Recentemente, o interesse pelo cultivo consorciado de plantas produtoras de grãos com forrageiras tropicais em SPD tem aumentado significativamente, por parte de técnicos e produtores das regiões

caracterizadas com inverno seco. As explicações para esse fato podem ser atribuídas a duas características: 1) a baixa produção de palhada, no período de outono/inverno e inverno/primavera, das espécies utilizadas para adubação verde e cobertura do solo, em razão de condições climáticas desfavoráveis, notadamente baixa disponibilidade hídrica; 2) a alta probabilidade de insucesso das culturas de safrinha, levando muitos agricultores a optarem em não cultivar suas áreas nesse período, permanecendo ociosas durante até sete meses do ano e com baixa cobertura vegetal (BORGHI; CRUSCIOL, 2007).

Espécies forrageiras perenes como *Urochloa brizantha*, *Urochloa ruzizienses*, *Panicum maximum* cv. *Colonião* e *Panicum maximum* cv. *Mombaça*, além de fornecerem grande quantidade de massa (matéria seca), que é fundamental para o sistema de plantio direto, apresentam alta relação C/N, que diminui a velocidade de decomposição da palha e protege o solo por mais tempo contra erosão e ação da radiação solar. O milho produz grande quantidade de palha, uma excelente opção como rotação, para viabilizar o sistema plantio direto, e quando utilizado em consórcio com as forrageiras, pode aumentar ainda mais a produção de palha, sem afetar a produção de grãos se conhecermos o melhor arranjo desses consórcios, e possa viabilizar a sustentabilidade do sistema de produção.

Nesse sentido, a competição existente entre as espécies pode inviabilizar o cultivo consorciado, porém o conhecimento do comportamento das espécies na competição por fatores de produção torna-se de grande importância para o êxito na formação de palha para viabilidade do sistema plantio direto e produtividade satisfatória da cultura de grãos.

Calegari, (2000), afirma que o sistema 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.

Dentro desse contexto, as poáceas forrageiras Jacq. (capim-colonião) e spp. (*Urochloa*) são novas e promissoras fontes de palhada para seca (Kluthcouski, 2003), além de exaurirem os nutrientes residuais deixados pelas lavouras na superfície do solo, reciclam os nutrientes do subsolo, repõem a matéria orgânica e promovem a aração biológica do solo graças à abundância e agressividade de seus sistemas radiculares e da atividade biológica decorrente (AIDAR ; KLUTHCOUSKI, 2003).

Kluthcouski e Aidar (2003), consideram que as principais vantagens da palhada de braquiária para o SPD são: maior eficiência na cobertura da superfície do solo, resultando em maior conservação de água e menor variação na temperatura do solo; maior longevidade

na cobertura do solo em razão da lenta decomposição de seus resíduos; controle/minimização das doenças, tais como o mofo branco, podridão de *Fusarium* e podridão de *Rhizoctonia*, por ação isolante ou alelopática causada pela microflora do solo sobre os patógenos e maior capacidade de supressão física das plantas daninhas, podendo reduzir ou até mesmo tornar desnecessário o uso de herbicidas pós-emergentes.

Segundo Kluthcouski et al. (2003), o consórcio entre culturas graníferas com forrageiras tropicais pode ser efetuado sem comprometimento na produtividade de milho simultaneamente ou com 10 a 20 dias após a emergência destas. Tsumanuma (2004) e Bernardes (2003) demonstraram que a produtividade de milho foi semelhante ao sistema de cultivo solteiro, sem aplicação de herbicida pós-emergente.

2.3 CONSÓRCIO DE FORRAGEIRAS COM MILHO

Têm-se buscado técnicas visando a diminuição dos custos, para a formação, recuperação e reforma de pastagens, sendo que a integração lavoura-pecuária (ILP) sob sistema plantio direto (SPD) em diversas regiões do mundo tem-se tornado opção vantajosa, beneficiando a produção de grãos e a pecuária, além de proporcionar resultados sócio-econômicos e ambientais positivos (KLUTHCOUSKI et al., 2000). Entre as modalidades de ILP no Brasil, destaca-se o cultivo consorciado de espécies forrageiras tropicais com culturas graníferas, utilizando a forragem para atividade pecuária após a colheita da cultura granífera e, em seguida, formação de palhada para continuidade do SPD (PARIZ et al., 2011).

As *Urochloa* apresentam alto potencial para cobertura do solo no sistema plantio direto, devido a sua longevidade, alto rendimento de biomassa e à plena adaptação ao bioma cerrados, considerando, ainda, a possibilidade na integração lavoura-pecuária de ser implantada a um custo reduzido (KLUTHCOUSKI et al., 2000).

A *Urochloa ruziziensis*, apesar de apresentar menor produtividade de massa seca, em relação à *U. brizantha*, na ILP destaca-se pela rápida cobertura do solo, boa composição bromatológica, palatabilidade, excelente reciclagem de nutrientes, facilidades na sua dessecação e produção uniforme de sementes, pois só floresce uma vez, enquanto a *U. brizantha* floresce de forma desuniforme, o que favorece a criação de bancos de sementes no solo, que podem atrapalhar as semeaduras das culturas produtoras de grãos subsequentes (PIRES, 2006; CECCON, 2007). Outras forrageiras que carecem de informações são as do gênero *Panicum*, que possuem características diferentes das do gênero *Urochloa*,

principalmente em relação ao hábito de crescimento e exigência em diferentes condições edafoclimáticas (PIRES, 2006).

Chioderoli (2010), trabalhando com 3 espécies de *Urochloa* (*Urochloa decumbens*, *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruzizienses*) e três modalidades de consórcios: milho com braquiária na Linha de semeadura do milho misturada ao adubo, braquiária semeada na entrelinha no mesmo dia da semeadura do milho, braquiária na entrelinha do milho semeada junto com o adubo de cobertura, concluiu que quando o objetivo principal da consorciação for produção de grãos de milho outonal e de soja como cultura de verão é recomendada a utilização da *Urochloa ruzizienses* e a melhor modalidade de semeadura é na época de adubação de cobertura do milho.

Em contrapartida Mendonça (2012), consorciando 4 espécies forrageiras (*Urochloa Brizantha*, *Urochloa ruzizienses*, *Panicum maximum* cv. Tanzânia e *Panicum maximum* cv. Áries) em três modalidades de semeadura- na linha de semeadura do milho, a lança simultâneo a semeadura do milho e a lança no estágio V4 – e milho sem consorciação concluiu que as modalidades na linha juntamente com o adubo são as melhores opções para otimizar e racionalizar a operação de semeadura.

Segundo Barducci et al. (2009), o consórcio de milho com *Panicum maximum* efetuado na época de semeadura do milho, compromete a produtividade de grãos, devendo ser adotadas práticas para amenizar os efeitos da competição existente entre a forrageira e o milho.

As plantas do gênero *Panicum* são caracterizadas pelo seu grande potencial de produção de forragem sendo, porém, menos flexíveis que plantas como as do gênero *Urochloa* por apresentarem limitações e/ou dificuldades para ser manejada sob lotação contínua, prevalecendo de uma forma geral, o seu uso na forma de pastejo rotacionado. Dentre os diversos cultivares, *Panicum maximum* cv. Mombaça (capim-Mombaça) e cv. Tanzânia (capim-Tanzânia) adquiriram grande destaque nas áreas de pastagens cultivadas do país e, por essa razão, têm concentrado boa parte dos esforços e recursos investidos em pesquisa em anos recentes (SILVA, 2004). Segundo Garcia et al. (2004), no estabelecimento de pastagens com culturas companheiras, as gramíneas do gênero *Panicum* podem ser associadas com milho, sorgo, arroz e milheto.

Borghetti et al. (2007) avaliando aspectos produtivos da *U. brizantha* cv. Marandu, durante o período de consorciação do milho e após a colheita de grãos em SPD, concluíram que com o decorrer do período de consórcio, a *urochloa* diminuiu sua produção de folhas, colmos e bainhas. Porém, após a colheita de grãos, a forrageira apresentou grande potencial de rebrota, priorizando a produção de folhas em relação à massa seca total, sendo que a modalidade de

consorciação linha + entrelinha proporcionou maior recuperação da forrageira após a colheita do milho para grãos e o espaçamento entrelinhas de 0,45 m diminuiu a produção de massa seca total em relação ao espaçamento de 0,90 m no decorrer do período de consórcio, observando-se que as mudanças fisiológicas nesse sistema de produção anteciparam o pico de produtividade deste capim.

Pantano (2003), obteve maior produtividade de milho em cultivo solteiro, quando comparada as modalidades de consorciação semeadas concomitantemente à semeadura ou em cobertura. Segundo ao autor, a competição exercida pela *U. brizantha* com o consórcio na linha de semeadura afetou o desenvolvimento do milho, em virtude do período crítico de prevenção à interferência (PCPI), que vai dos 15 aos 45 dias do ciclo da cultura. Já no sistema de consorciação com a forrageira semeada à lanço no momento da adubação de cobertura (4 a 5 folhas verdadeiras), esta interferência não foi expressiva, uma vez que nesta época, o PCPI não era mais o fator limitante.

Salton (2000) recomenda que, ao se realizarem semeaduras sobre palhada de *Urochloa*, estas, antes da dessecação, devem estar em boas condições de produção forrageira e dispor de bom sistema radicular, a chamada “cabeleira de raízes”. Estes cuidados podem resultar em importantes melhorias nas propriedades do solo, tanto pela proteção da superfície como resultante da decomposição de resíduos orgânicos das raízes e da palhada de cobertura. As plantas forrageiras, tais como as *Urochloa* e os panicum caracterizam por apresentar ativo e contínuo crescimento radicular, alta capacidade da produção da biomassa, reciclagem de nutrientes e a preservação do solo no que se refere à matéria orgânica, nutrientes, agregação, estrutura, permeabilidade, infiltração, entre outros.

Além dos benefícios acima citados da integração lavoura-pecuária, Vilela et al. (2003) relatam ainda os efeitos positivos na associação de fungos micorrízicos arbusculares com as raízes, aumentando a capacidade na absorção de nutrientes pelas plantas, principalmente fósforo.

2.4 SOJA EM PALHADA DE FORRAGEIRAS NO SISTEMA PLANTIO DIRETO

A soja é uma cultura de grande importância na economia brasileira, com área estimada de 26,42 milhões de hectares plantados e produtividade de 81,44 milhões de toneladas (CONAB, 2013). O desenvolvimento tecnológico empregado para obtenção de altas produtividades são considerados de alto nível, proporcionando melhoria das características genéticas das plantas, e consequentemente a obtenção de altas

produtividades.

Visando o crescimento tecnológico, é indispensável à utilização do Sistema Plantio Direto, em que tem se mostrado como uma opção de manejo a ser empregado em solos pouco férteis e locais com possibilidades de ocorrência de verânicos. Segundo Resck (1998), o sistema possibilita a superação das restrições impostas pelo ecossistema e mantém ou aumenta a produtividade das culturas, embora tenha a necessidade de vários estudos para a obtenção de sucesso total e sustentação dessa nova tecnologia de produção.

Nesse sentido, são necessárias condições adequadas para a implantação do sistema, sendo que a presença de uma boa cobertura do solo, formada por grande quantidade de palha, é importante para promover melhoria das condições físicas e químicas do solo em médio prazo e contribuir com a produtividade e desenvolvimento das plantas. Assim sendo, umas das alternativas para a produção de palha para a instalação do sistema plantio direto é o uso de gramíneas, em especial as *Urochloa* e os *Panicum*, que devido a sua alta relação C/N, possibilita a cobertura do solo por um maior período, diminuindo o processo erosivo, a amplitude térmica do solo, mantendo a umidade, controlando as plantas daninhas, promovendo a reciclagem de nutrientes e conseqüentemente a obtenção de maiores produtividades.

A rotação de leguminosa e gramínea é aconselhável não somente para o consumo dos animais em pastejo, mas também como forma de adicionar nitrogênio ao solo de acordo com Zimmer e Dias Filho (1997), uma vez que as gramíneas tropicais adicionam continuamente ao solo matérias com alta razão C/N, conduzindo a imobilização do nitrogênio e a construção de matéria orgânica recalcitrante (ROBERTSON et al.,1997).

Várias espécies de forrageiras podem ser utilizadas como cobertura do solo, sendo que na pesquisa realizada pelo autor, as forrageiras das espécies de *Panicum maximum* cv. Mombaça, cv. Tanzânia, *Urochloa brizanta* cv Marandu e cv. Xaraés, foram semeadas imediatamente após a colheita da soja para produção de palha, e em função da grande capacidade de produção de biomassa, poderiam ser utilizadas para o pastejo animal, na integração lavoura-pecuária, porém a finalidade foi para utilização da palhada no sistema plantio direto e semeadura do algodão sobre a palhada produzida por essas forrageiras. (LAMAS, 2007). De acordo com Velini e Negrisoni (2000), abordando o efeito da cobertura do solo e germinação de plantas daninhas, declararam que na maioria das situações as alterações nas comunidades infestantes têm sido atribuídas aos efeitos dos supostos efeitos alelopáticos, negligenciando os efeitos físicos das coberturas mortas, uma vez que a totalidade das espécies de plantas daninhas apresenta dormência ou algum tipo de controle da

germinação.

A produtividade e a qualidade forrageira de pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia estabelecida após quatro anos de cultivo de soja no verão e milho no outono-inverno foi avaliada por (KANNO et al. 2000). O tratamento em que se cultivou apenas soja no verão mostrou-se significativamente superior tanto na disponibilidade como na produção total acumulada de MS do capim.

Contudo, uma das modalidades do emprego da palha de braquiária é a utilização dessa gramínea como antecessora da semeadura da soja de verão. Broch et al. (1997) evidenciou a melhoria do rendimento de soja para os cultivares FT Líder, em palhada de *Urochloa Brizantha*, atingindo produtividades de 3,0 ton ha⁻¹. Os autores observam também que as sucessões *Urochloa brizantha*/soja, milho/ soja e *Urochloa decumbens*/soja apresentaram produções maiores que a sucessão soja/soja

As *Urochloa* são caracterizadas pela sua grande flexibilidade de uso e manejo, sendo tolerantes a uma série de limitações e/ou condições restritivas de utilização para um grande número de espécies forrageiras (SILVA, 2004). De acordo com Garcia et al. (2004) as espécies do gênero *Urochloa* mais utilizadas em sistemas de integração agricultura-pecuária são *Urochloa brizantha* e *Urochloa decumbens*. Avaliando a competição entre *Urochloa brizantha* cv. Marandu consorciada com milho, sorgo, milho e arroz, Portes et al. (2000), observaram que essa competição, em maior ou menor intensidade resultou em menos perfilhos, menor índice de área foliar, menores ganhos de massa seca de folhas, colmo e total, da braquiária consorciada em relação à solteira. Heinrichs et al. (2002) avaliando o consórcio milho + feijão-de-porco concluíram que a operação de semeadura simultânea foi a mais recomendável por não haver redução na produtividade do milho.

Pitol (2001), obteve rendimentos de soja variando de 2,4 ton a 3,4 ton ha⁻¹ sob palhada de braquiária em solos anteriormente cobertos com pastagens degradadas. O bom desempenho da soja em áreas anteriormente cobertas por *Urochloa* e *panicum* pode ser devido, dentre outros fatores, ao melhor enraizamento das plantas.

2.5 ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO

A qualidade física do solo é de fundamental importância para a sustentabilidade global do agroecossistema. Um conjunto de atributos físicos, como macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo podem ser analisados e quantificados para verificar a qualidade física do solo e as respostas das culturas sob essas condições

(MELLO, 2007). Segundo Ingaramo (2003), para avaliação da qualidade do solo, algumas das principais propriedades e fatores físicos são considerados adequados para descrevê-las: porosidade, distribuição do tamanho de poros, densidade do solo, resistência mecânica, condutividade hidráulica, distribuição de tamanhos de partículas e profundidade em que as raízes crescem. Os condicionamentos físico do solo atuam diretamente na sua estrutura que, além das modificações na porosidade e densidade do solo, provoca alterações que afetam a retenção de água e a resistência mecânica (KLEIN; CÂMARA, 2007; VIEIRA; KLEIN, 2007).

O sistema de integração lavoura-pecuária (SILP) pode contribuir para a sustentabilidade da produção de soja nas diferentes regiões brasileiras, constituindo-se em uma opção para aumentar e diversificar a renda do produtor e melhorar a qualidade do sistema plantio direto (SPD). No entanto, um dos entraves à expansão da área sob SILP em regiões produtoras de soja é o receio dos produtores em relação à compactação do solo provocada pelo pisoteio dos animais no SPD (DEBIASI; FRANCHINI, 2012).

A magnitude das alterações ocasionadas pelo pisoteio nos atributos físicos do solo é condicionada por vários fatores, entre os quais se destaca a intensidade de pastejo (FLORES et al., 2007). Quando a carga animal é adequada, a compactação pelo pisoteio se concentra na camada superficial do solo (0,0-0,1m) Petean et al. (2009) e não limita a produtividade das culturas (FLORES et al., 2007). Isso porque o uso de pressões de pastejo adequadas diminui a intensidade do pisoteio e mantém a cobertura do solo pela fitomassa da pastagem, o que pode dissipar parte da pressão aplicada ao solo, conforme comprovado por Braida et al. (2006), em estudos envolvendo o efeito de diferentes quantidades de palha na densidade máxima do solo, obtida pelo Teste de Proctor Normal. Por outro lado, quando o pastejo é intenso e realizado em solos soltos e, ou, com umidade favorável à compactação, o pisoteio pode compactar o solo até 0,2m de profundidade Lanzasova et al. (2007), atingindo níveis críticos ao desenvolvimento das plantas (TREIN et al., 1991).

A incorporação de espécies de cobertura nos sistemas de plantio direto tem recebido grande ênfase, no que se refere à manutenção e melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, proporcionando aumento da infiltração e da disponibilidade de água para as plantas minimizando, desta forma, os impactos ao ambiente contribuindo, conseqüentemente, para maior produtividade das culturas agrícolas (SOUSA NETO et al., 2008).

A relação entre o manejo e a qualidade do solo de sistemas agrícolas pode ser avaliada pelo seu efeito nas propriedades físicas, químicas e biológicas. Dentre as propriedades físicas,

as alterações são mais pronunciadas nos sistemas convencionais de preparo, ao compará-los com os sistemas conservacionistas. Essas se manifestam, em geral, na densidade do solo, volume e distribuição de tamanho dos poros e na estabilidade dos agregados, influenciando a infiltração da água, a erosão hídrica e desenvolvimento do sistema radicular das plantas (BERTOL et al., 2004).

Avaliando as propriedades físicas de Latossolo Vermelho no Cerrado, após quatro anos da fase pastagem, Marchão et al. (2007) verificaram que a compactação resultante do pisoteio animal nos sistemas de ILP não atingiu valores críticos, que pudessem limitar cultivos anuais subsequentes. Apesar de alguns trabalhos relatarem que o pastejo adequado na ILP influencia nas propriedades físicas do solo, mas não causam perdas no rendimento agrícola das culturas subsequentes, essas pesquisas ainda são poucas e recentes para o Cerrado brasileiro (SILVA et al., 2011). Avaliando diferentes formas de manejo do solo no Cerrado, Souza et al. (2009) concluíram que a ILP reduz a porosidade total e aumenta a D_s . Já para Costa et al. (2011), estudos realizados em um Latossolo Vermelho eutroférico, puderam observar que a rotação de culturas em sistema plantio direto promoveu redução na densidade do solo, elevou a macroporosidade e a porosidade total na camada de 0 a 0,10 m e ainda reduziu a resistência à penetração na camada de 0,025 a 0,20 m.

Os benefícios do SPD, como o aumento dos teores de nutrientes do solo, também podem ser verificados quando da conversão de lavouras em SPD para sistemas de ILP. Por outro lado, o cultivo mais intensivo do solo pode levar à maior extração de nutrientes nas áreas sob ILP. Contudo, existem poucos estudos conclusivos sobre mudanças nos atributos edáficos, com destaque para a densidade do solo e a fertilidade do solo, após a implantação destes sistemas de ILP (MARCHÃO et al., 2007; SOUZA et al., 2009; LOSS, 2011).

Cardoso et al. (2006), concluíram que a presença de camadas mais compactas no perfil do solo não alterou a produção de grãos devido à adequada disponibilidade hídrica durante o período avaliado, do mesmo modo que Giarola et al. (2009), constataram que as variáveis de produção das cultivares de soja não foram influenciadas pelos diferentes níveis de compactação do solo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido na Fazenda de Ensino, Pesquisa e Extensão (FEPE) pertencente à Faculdade de Engenharia da Unesp, campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria-MS, com altitude local de 350 metros e 4% de declividade. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, textura argilosa EMBRAPA, (2006) e o clima da região segundo a classificação de Köppen (1948) é do tipo Aw caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. A área experimental estava conduzida em Sistema Plantio Direta há dez anos e possuía como cultura antecessora a soja. Anterior a instalação do experimento, em 06/05/2010, foi realizada a caracterização inicial da área, física e química do solo, os resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2. Os dados de precipitação pluvial, médias das temperaturas máxima, mínima e média durante o desenvolvimento do experimento estão apresentados na Figura 1. O fornecimento de água foi realizado pelo sistema de irrigação pivô central.

Tabela 1 - Caracterização física do solo da área experimental, nas camadas de 0,0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,3 m, antes da instalação do ensaio, Selvíria-MS.

Profundidade (m)	Macroporosidade	Microporosidade	Porosidade		Densidade do Solo (Kg dm ⁻³)
			Total		
	m ³ m ⁻³				
0,0-0,1	0,071	0,338	0,420		1,51
0,1-0,2	0,077	0,340	0,423		1,50
0,2-0,3	0,085	0,340	0,422		1,51

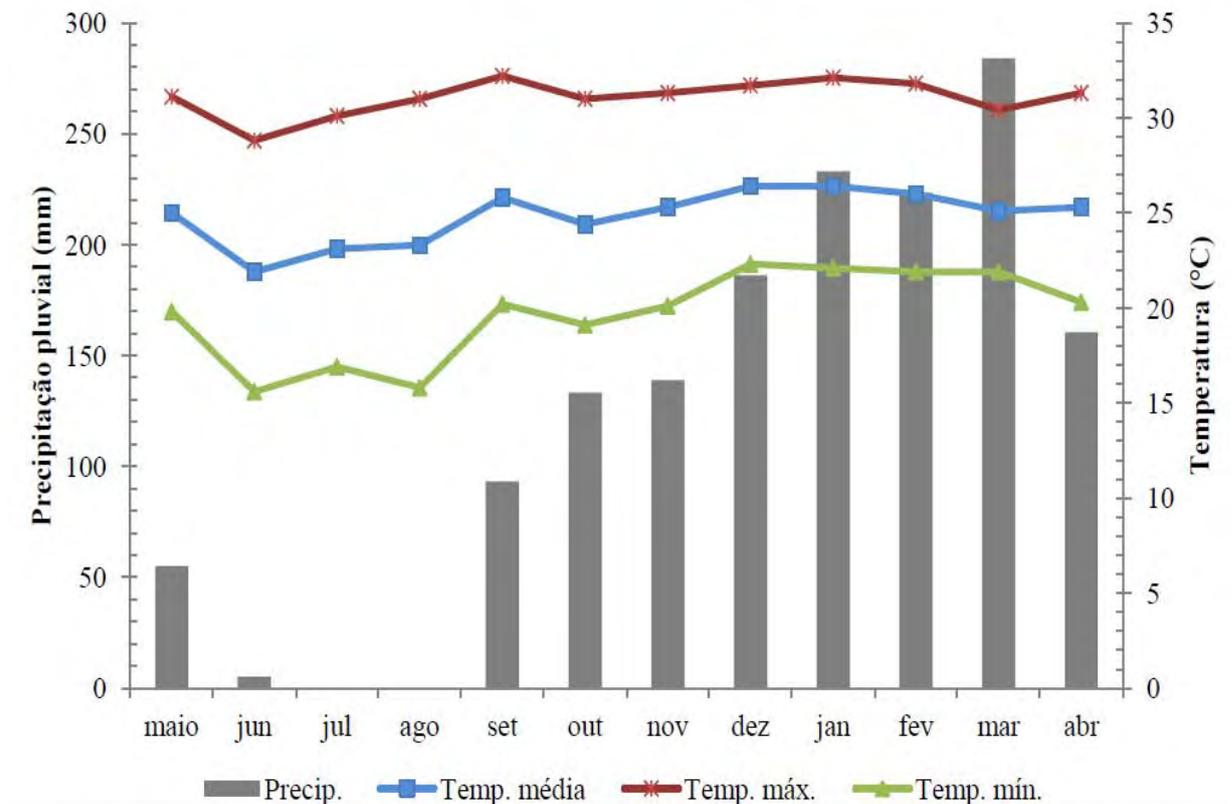
Fonte: Pereira (2012)

Tabela 2 - Caracterização química do solo da área experimental, nas camadas de 0,0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,3 m, antes da instalação do ensaio, Selvíria-MS.

Profundidade (m)	P resina mg dm ⁻³	MO g dm ⁻³	pH							CTC	V %
			CaCl ₂	K	Ca	Mg	H ⁺ Al	Al	SB		
.....mmol _c dm ⁻³											
0,0-0,1	29	23	5,0	3,2	18	11	35	3	32,3	67,4	47
0,1-0,2	21	20	4,7	2,1	11	7	39	7	20,4	58,9	35
0,2-0,3	11	19	4,9	1,9	11	7	30	3	20,8	50,2	41

Fonte: Pereira (2012)

Figura 1 - Valores médios da precipitação pluvial (mm), temperatura máxima, mínima e média (°C) do período de maio de 2010 a abril de 2011. Selvíria-MS. Fonte: Laboratório de Hidráulica e Irrigação, Faculdade de Engenharia - Unesp, Campus de Ilha Solteira.



Fonte: Mendonça (2012)

3.2 MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

No Quadro 1 estão relacionados as máquinas e equipamentos utilizados na condução do experimento, para consórcio de milho com forrageiras no outono/inverno e para a soja no verão.

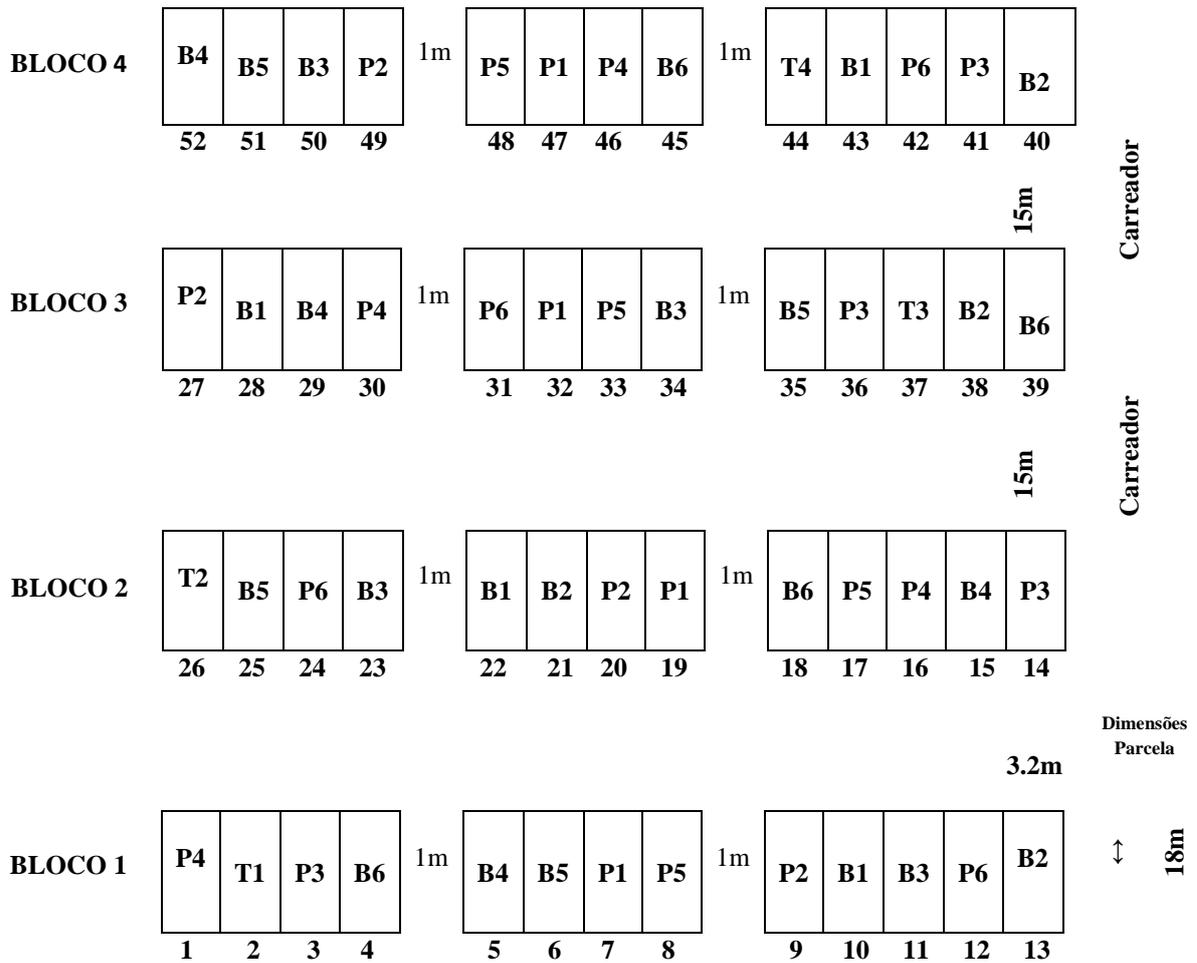
Quadro 1 - Máquinas e equipamentos utilizados na condução do experimento.

Dessecação, controle de plantas daninhas, pragas e doenças	Trator de pneus (4x2), com potência máxima de 54,4 kW no motor	Pulverizador, montado, com barra de 12 m de comprimento, provida de 24 pontas do tipo leque 110-02, espaçadas entre si por 0,50 m e tanque com capacidade de 600 L de calda
Semeadura	Trator de pneus (4x2) com TDA, com potência máxima de 77,28 kW no motor	Semeadora-adubadora de precisão, de distribuição pneumática de sementes, de arrasto, configurada com discos de corte frontal lisos, sulcadores para deposição de adubo do tipo haste e discos duplos desencontrados para deposição de sementes, com sete linhas espaçadas de 0,45m
Adubação de cobertura	Trator de pneus (4x2), com potência máxima de 54,4 kW no motor	Adubador de cobertura para plantio direto, montado, com chassi de 2,30 m e 4 discos de corte duplos desencontrados de diâmetro 13"x 15" e 2 depósitos com capacidade de 220 litros
Trilha e degrana	-	Trilhadora estacionária de acionamento elétrico

Fonte: Pereira (2012)

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial com uma testemunha, 4x3+1, constituindo 13 tratamentos com quatro repetições. Cada parcela experimental foi constituída de sete linhas de milho na safra de outono e sete linhas de soja na safra de verão, espaçadas a 0,45 m com 18 m de comprimento e carregadores de 15 m para manobras das máquinas entre os blocos experimentais (Quadro 2).

Quadro 2 - Croqui da área experimental.

B1 - *Urochloa Brizantha* na linha
B2 - *Urochloa Ruziziensis* na linha
P1 - *Panicum Maximum* cv. Tânzania na linha
P2 - *Panicum Maximum* cv. Áires na linha

B3 - *Urochloa Brizantha* a lanço simultâneo ao milho
B4 - *Urochloa Ruziziensis* a lanço simultâneo ao milho
P3 - *Panicum Maximum* cv. Tânzania a lanço simultâneo ao milho
P4 - *Panicum Maximum* cv. Áires a lanço simultâneo ao milho

B5 - *Urochloa Brizantha* a lanço em V4
B6 - *Urochloa Ruziziensis* a lanço em V4
P5 - *Panicum Maximum* cv. Tânzania a lanço em V4
P6 - *Panicum Maximum* cv. Áires a lanço em V4

T1, T2, T3 e T4 - Testemunha (milho exclusivo)

Para as forrageiras, a avaliação de produtividade de matéria seca foi realizada em esquema fatorial 4x3.

Os dados foram submetidos através do programa estatístico SISVAR, realizando a comparação das médias pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade.

Os Quadros 3, 4, 5 e 6 apresentados abaixo, referem-se às análises de variância dos delineamentos experimentais.

Quadro 3- Análise de variância para a características agronômicas da cultura do milho.

Causas de Variação	G.L.
Forageiras (F)	4
Modalidade (M)	2
Interação (Fxm)	6
Blocos	3
Resíduo	36
Total	51

Quadro 4- Análise de variância para a características agronômicas da cultura da soja.

Causas de Variação	G.L.
Forageiras (F)	3
Modalidade (M)	3
Interação (Fxm)	6
Blocos	3
Resíduo	36
Total	51

Quadro 5- Análise de variância para as variáveis das forrageiras.

Causas de variação	G.L.
Forageiras (F)	3
Modalidades (M)	2
Interação (Fxm)	6
Bloco	3
Resíduo	33
Total	47

Quadro 6- Análise de variância para os atributos físicos do solo.

Causas de Variação	G.L.
FORAGEIRAS (F)	3
Modalidade (M)	3
Época (E)	1
Interação (F x M)	9
Interação (F x E)	3
Interação (M x E)	3
Interação (F x M x E)	9
Blocos	3
Resíduo	93
Total	127

3.4 MILHO OUTONAL CONSORCIADO COM FORRAGEIRAS

3.4.1 Descrição dos tratamentos

Os tratamentos foram constituídos por quatro forrageiras: **E1:** *Urochloa brizantha*; **E2:** *Urochloa ruziziensis*; **E3:** *Panicum maximum* cv. Tanzânia e **E4:** *Panicum maximum* cv. Áries e três modalidades de consórcio das forrageiras com milho: **M1:** Milho com forrageira na linha de semeadura, misturada com o adubo; **M2:** Milho com forrageira a lanço em área total no mesmo dia da semeadura do milho; **M3:** Milho com forrageira a lanço no estágio V4 do milho e mais uma testemunha: **ME:** milho exclusivo sem consorciação. Cada parcela experimental foi constituída de sete linhas de milho, espaçadas a 0,45 m com 18 m de comprimento e carregadores de 15 m para manobras das máquinas entre os blocos experimentais.

Figura 2 – Área experimental



Figura 3 – Forrageira em consorcio com milho



Figura 4 – Cultura e desenvolvimento



Figura 5- Milho na época de colheita



Fonte fotos: Pereira (2012)

3.4.2 Insumos utilizados

A área experimental foi dessecada com $1,92 \text{ kg ha}^{-1}$ de glifosato (i.a.) em 10/05/2010. O experimento foi instalado com a semeadura no dia 19/05/2010 utilizando sementes do híbrido simples precoce da marca comercial DKB 390 YG visando uma população de $60.000 \text{ plantas ha}^{-1}$. Na consorciação foram utilizados 11 kg ha^{-1} de sementes certificadas de cada forrageira, com valor cultural de 35%. A semeadura das forrageiras nos tratamentos: de forrageiras misturadas ao adubo do milho e a lanço no dia da semeadura do milho ocorreu no dia 19/05/2010 e a semeadura das forrageiras a lanço na época de cobertura do milho ocorreu no dia 19/06/2010, milho com quatro folhas desenvolvidas. As sementes de milho foram tratadas com imidacloprido (i.a.) na dose de 34 g kg^{-1} semente e tiodicarbe (i.a.) na dose de 113 g kg^{-1} semente.

A adubação mineral no sulco de semeadura foi realizada com 300 kg ha^{-1} da fórmula comercial 08-28-16 e a adubação de cobertura, no estágio V4 do milho, com 72 kg ha^{-1} de K₂O e 135 kg ha^{-1} de N em 19/06/2010.

Para o controle das plantas daninhas, foi aplicado 1 kg ha⁻¹ de atrazina (i.a.) e 161,2 g ha⁻¹ de 2,4-D dimetilamina (i.a.) em 29/06/2010. Para o controle de lagartas do cartucho foi realizada uma aplicação de inseticida no início de infestação, com 172 g ha⁻¹ de metomil (i.a.) e 29 g ha⁻¹ triflumurom (i.a.) em 01/07/2010. A colheita do milho foi realizada em 24/10/2010.

3.4.3 Avaliações na cultura do milho

Na cultura do milho foram avaliados:

-População inicial e final: para estas avaliações foram contadas as plantas em duas linhas centrais de três metros de cada parcela. Os valores obtidos foram extrapolados para o número de plantas ha⁻¹.

- **Altura de plantas:** para esta avaliação foram efetuadas medidas em dez plantas por parcela com auxílio de régua de madeira, com precisão de 1 cm, medindo a distância entre o solo e a inserção do pendão floral no estágio R4 do milho.

- **Diâmetro basal do colmo:** foram efetuadas medidas em dez plantas por parcela utilizando-se paquímetro digital com precisão de 0,1 mm. Para esta medição considerou-se o primeiro entrenó a partir da superfície do solo de cada planta quando o milho encontrava-se no estágio R4.

- **Variáveis de produtividade de milho e massa seca de palha de milho:** foram colhidas as plantas da área útil de cada parcela (3 linhas de 5,0 m) e submetidas à trilha mecânica. Os grãos foram separados, pesados e os valores corrigidos para a base úmida de 13%. Dos grãos colhidos, foram separadas oito amostras por parcela para a determinação da massa de 1.000 grãos, na base úmida de 13%. Para avaliação de espigas ha⁻¹ foram contados as espigas das três linhas centrais com cinco metros e estimados para ha⁻¹. Para avaliação da massa seca de palha do milho, a palha foi pesada para obtenção do peso úmido e uma amostra levada à estufa a 105 °C por 24 horas para determinação da massa seca. O valor do peso úmido de palha foi multiplicado pela massa seca para obtenção da produção de matéria seca de palha em kg ha⁻¹.

3.5 CULTURA DA SOJA

3.5.1 Descrição dos tratamentos

A cultura da soja foi semeada sobre a palhada dos tratamentos anteriores, constituídos pelos consórcios de milho com as forrageiras, formando 12 combinações mais a testemunha. Cada parcela experimental foi composta de sete linhas de soja espaçadas a 0,45 m.

3.5.2 Insumos utilizados

Para a semeadura da safra de verão foi realizada a dessecação da área com glifosato na dose de 2,4 kg ha⁻¹ (i. a.) em 12/11/2010. A semeadura da soja foi em 20/11/2010 utilizando-se sementes da cultivar M-SOY 7908 RR, com densidade de semeadura de 16 sementes m⁻¹ e espaçamento entrelinha de 0,45 m. As sementes foram tratadas com 60 g de carboxina (i.a.) e 60 g de tiram (i.a.) para cada 100 kg de sementes e o inoculante turfoso Masterfix Soja na dose de 100 g 50 kg⁻¹ de sementes.

A adubação mineral de semeadura foi realizada com 250 kg ha⁻¹ da fórmula comercial 02-20-20 e a adubação de cobertura com 60 kg ha⁻¹ de K₂O a lanço no estádio V4.

O controle de plantas daninhas foi realizado com 1,44 kg ha⁻¹ de glifosato (i.a.) no dia 09/12/2010. Para o controle de lagartas e percevejos foram feitas aplicações de metomil (107 g ha⁻¹ i.a.) em 09/12/2010, beta-ciflutrina (6,25 g ha⁻¹ i.a.) e imadacloprido (50 g ha⁻¹ i.a.) em 07/01/2011, metomil (172 g ha⁻¹ i.a.), beta-ciflutrina (6,25 g ha⁻¹ i.a.) e imadacloprido (50 g ha⁻¹ i.a.) em 24/01/2011 e beta-ciflutrina (12,5 g ha⁻¹ i.a.) e imadacloprido (100 g ha⁻¹ i.a.) em 25/02/2011. Para controle da ferrugem asiática foram feitas aplicações de azoxistrobina (i.a.) na dose de 140 g ha⁻¹ e 56 g ha⁻¹ de ciproconazol (i.a.) em 07/01/2011 e 27/01/2011. A colheita foi realizada em 20/03/2011.

Figura 6 – Soja sobre palha das forrageiras



Figura 7 – Soja em desenvolvimento



Figura 8- Soja em fase de maturação



Figura 9- Época de colheita da soja

Fontes fotos: Pereira (2012)

3.5.3 Avaliações na cultura da soja

Na cultura da soja foram mensuradas as seguintes características agrônômicas:

- **Altura de planta:** a altura média das plantas de soja foi determinada pela medição, com régua graduada em centímetros, da distância entre o colo da planta até a extremidade apical em dez plantas por parcela, na época da colheita.
- **Altura de inserção da primeira vagem:** para a altura média de inserção da primeira vagem foi adotada a distância entre o colo da planta e a inserção da primeira vagem em dez plantas por parcela.
- **Número de vagens/planta:** foi contado o número de vagens presentes por planta, em dez plantas por parcela.
- **População inicial e final:** para estas avaliações foram contadas as plantas em duas linhas centrais de três metros de cada parcela. Os valores obtidos foram extrapolados para o número de plantas ha⁻¹.

- **Massa de 1000 grãos:** foram contadas oito repetições de 100 grãos (BRASIL, 2009), cujas massas foram pesadas e ajustadas para 13% de teor de água, possibilitando estimar a massa de 1000 grãos.
- **Produtividade de grãos:** para esta avaliação foram coletadas as plantas em cinco metros das três linhas centrais de cada parcela e submetidas à trilha mecânica e, após a debulha, foram pesados os grãos. A massa de grãos foi corrigida para o grau de umidade de 13% à base úmida e transformada para kg ha^{-1} .

3.6 AVALIAÇÕES NAS FORRAGEIRAS

Nas forrageiras foram avaliados:

- **Produtividade de matéria seca (kg ha^{-1}):** a matéria seca das forrageiras foi avaliada por duas subamostras por parcela, coletadas com uma armação de ferro com área de $0,25 \text{ m}^2$. O material foi cortado na altura do colo das plantas, com auxílio de cutelo, pesado e uma amostra encaminhada à estufa com circulação forçada de ar, por 72 h a $65 \text{ }^\circ\text{C}$, determinando-se a porcentagem de matéria seca e posteriormente calculada a produtividade de matéria seca em kg ha^{-1} . As coletas foram realizadas na época da colheita do milho (1ª época) 24/10/2010 e na semeadura da soja (2ª época) 20/11/2010.

3.7 DETERMINAÇÃO DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO

Os atributos físicos do solo foram determinados com monólitos indeformados, coletados em anéis de volume conhecido (altura de 41mm e diâmetro de 55,5mm), retirados com amostradores de Uhland adaptados, nas camadas de 0,0 – 0,10 m; 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m, segundo a metodologia da EMBRAPA (1997). Para as determinações da densidade, macroporosidade, microporosidade utilizou-se o método da mesa de tensão, segundo EMBRAPA (1997), realizadas no Laboratório de Física do Solo da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP. A porosidade total foi calculada pela soma dos valores de macroporosidade e microporosidade do solo. As coletas foram realizadas, após a colheita do milho consorciado com as forrageiras 1ª época (29/10/2010) e após a colheita da soja 2ª época (24/03/2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão apresentados em tabelas com as médias dos tratamentos e dos fatores estudados: Forrageiras (F) e Modalidades de semeadura (M). Quando ocorreu interação significativa entre os fatores foi apresentada a tabela de desdobramento.

As abreviações utilizadas são DMS para diferença mínima significativa e CV para coeficiente de variação.

4.1 Cultura do Milho

Na Tabela 3 estão apresentados os valores médios de população inicial, população final, altura de plantas e diâmetro do colmo, avaliados para os fatores: Forrageiras (F) e Modalidades de semeadura (M). Os dados obtidos de estande inicial e final apresentaram significância para os fatores modalidades de semeadura e espécies, respectivamente. Esses resultados são contrários aos obtidos por Mello et al. (2007) que trabalharam com consorciação de milho com braquiária, em dois espaçamentos e diferentes modalidades de semeadura, e não observaram diferenças significativas nos valores de população de plantas de milho em função das modalidades de semeadura. Os dados obtidos para altura de plantas e diâmetro de colmo não apresentaram diferenças significativas para a análise dos fatores e tampouco na interação. Provavelmente pelo fato de a emergência e do desenvolvimento inicial do milho ser mais rápidos que das forrageiras, não ocorreu interferência das forrageiras no desenvolvimento do milho, corroborando com Kluthcouski e Yokoyama (2003) quando relatam que não há competição pela diferença de tempo e espaço no acúmulo de biomassa entre as espécies em consórcio, *Urochloa*/milho e *Panicum*/milho, portanto não apresentando diferenças como relação ao milho exclusivo. Tsunanuma (2004) em trabalho realizado com três espécies de braquiária, *B. brizantha*, *B. decumbens* e *B. ruzizienses*, semeadas na entrelinha no mesmo dia da semeadura do milho, na entrelinha na época de adubação de cobertura do milho e milho sem consórcio, também não obteve diferença estatística na altura de planta para os tratamentos estudados, mostrando a inexistência da influência da presença das *Urochloa*, mesmo daquelas semeadas junto com o milho, no desenvolvimento da cultura.

Tabela 3. Valores médios obtidos de estande inicial e final, altura de plantas e diâmetro do colmo de milho consorciado com quatro espécies forrageiras em três modalidades de semeadura e milho exclusivo.

Causas de Variação		Atributos Avaliados			
		População Inicial (plantas/ha)	População Final (plantas/ha)	Altura de Plantas (m)	Diâmetro do colmo (mm)
Forrageiras (F)	<i>U. brizantha</i>	64815	62963 a	2,65	24,40
	<i>U. ruzizienses</i>	66667	54938 b	2,59	24,62
	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	62037	58951 ab	2,66	24,64
	<i>P. maximum</i> cv. Áries	64815	62654 a	2,62	24,42
	Milho exclusivo	69444	58333 ab	2,67	24,96
Modalidades de semeadura (M)	MFL	61944 b	58333	2,64	24,70
	MFLS	69166 a	60741	2,63	24,39
	MFLC	65555 ab	59630	2,65	24,78
Valor de F	F	0,841NS	2,515*	1,694NS	0,433NS
	M	2,450*	0,548 ^{NS}	0,444 ^{NS}	0,803 ^{NS}
	FxM	1,308 ^{NS}	1,029 ^{NS}	0,917 ^{NS}	0,392 ^{NS}
CV (%)		15,74	12,21	3,23	4,79
DMS	F	10718	7558	0,088	1,224
	M	6887	4857	0,057	0,787
	FxM	18564	13092	0,153	2,120

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 10 % de probabilidade. MFL: Milho com forrageira na linha no mesmo dia de semeadura; MFLS: Milho com forrageira semeada à lanço no mesmo dia da semeadura do milho; MFLC: Forrageira semeadura à lanço no estágio V₄ e Milho exclusivo.

Conforme a Tabela 4 não houve diferenças significativas nos componentes de produção e na produtividade de grãos e palha do milho em função das espécies forrageiras e modalidades de semeadura na consorciação. Esses dados mostram que não houve concorrência das forrageiras com a cultura do milho, pois as produções de grãos e palha do milho, nas diferentes combinações de forrageiras e modalidades de consórcio, não diferiram estatisticamente do milho exclusivo. Pariz

(2010), em condições semelhantes, obteve valores parecidos com o consórcio das mesmas espécies com milho, resultados que discordam dos obtidos por Mello et al. (2007), que trabalhando com consórcio de *B. brizantha* e milho, na mesma região e tipo de solo, detectaram a interferência exercida pela forrageira sobre o milho, quando consorciada na linha de semeadura e a lanço em área total, no mesmo dia da semeadura do milho, porém ressaltamos que os autores referem-se a experimento com espaçamento entre linhas de 0,90m e no caso em pauta foi utilizado o espaçamento de 0,45m. Chioderoli (2010) também trabalhando com consorciação de milho com *Urochloa*, no espaçamento de 0,90m, mostra resultados que diferem do presente trabalho, uma vez que em consórcios de milho com *Urochloa ruzizienses* e *Urochloa Brizantha* afirma que o consorcio de milho com *Urochloa Brizantha* afeta diretamente na produtividade de grão. Dias filho (2000) constatou que a *Urochloa Brizantha*, mesmo sob sombreamento artificial, mostrou capacidade de manter o crescimento apesar da restrição de luz. Em trabalhos semelhantes, Kluthcouski et al. (2000) também verificaram que a produtividade do milho consorciado com a *B. brizantha* cultivar *Marandu*, com sementes misturadas ao adubo e distribuídas na linha da cultura, não sofreu redução significativa em relação ao cultivo do milho solteiro, resultados estes observados por vários autores como Freitas et al. (2005); Kluthcouski et al. (2000); Portes et al. (2000); Silva et al. (2004).

Crusciol et al. (2009) trabalhando com modalidades de semeadura e três espécies forrageiras afirmam que os valores encontrados corroboram com varias literaturas onde, com certa frequência, o consórcio proporciona aumento de produtividade, levando a quebra de paradigmas, ou seja, na fase inicial de convivência da forrageira com a cultura granífera há diversos fatores que podem estar atuando em benefício da cultura produtora de grãos e que ainda não foram totalmente esclarecidos pela ciência. Assim, há necessidade de estudos multidisciplinares, envolvendo áreas como química, bioquímica, fertilidade do solo, relação solo-planta (exudados de raízes) e fisiologia vegetal (nutrição de plantas e hormônios), de forma a proporcionar maior entendimento desse sistema e, conseqüentemente, usar de forma mais eficiente os insumos agrícolas visando obter rendimentos econômicos máximos.

Observa-se que, independente dos tratamentos, a produtividade de grãos obtida nos consórcios foram condizentes com produtividade média na região do Estado de São Paulo, para o milho irrigado na safra 2009/2010, produção média de 7,5 t ha⁻¹, de acordo com dados do IEA (2011).

Nas avaliações de massa de 1000 grãos e número de espigas ha⁻¹, também não foram constatadas diferenças significativas, evidenciando que os consórcios e as modalidades de

semeadura das forrageiras não competiram significativamente com o milho. Borghi e Crusciol (2007), trabalhando com consórcios de espécies forrageiras com milho encontraram diferenças significativas para essas variáveis. Para matéria seca de palha de milho também não houve diferenças significativas em função dos tratamentos estudados. De modo geral a produção de palha do milho apresenta valores altos e suficientes para a manutenção do plantio direto, pois Mello et al. (2007) e Amado (2000) afirmam que para regiões de clima tropical o aporte anual de palha necessário para manutenção do equilíbrio no sistema de plantio direto deve ser da ordem de 10 t ha⁻¹.

Tabela 4 - Valores médios de produção de grãos, massa de mil grãos, número de espigas/ha e massa seca de palha de milho consorciado com quatro espécies de forrageiras em três modalidades de semeadura e milho solteiro.

Causas de variação		Produção de grãos kg ha ⁻¹	Massa de mil grãos (kg)	Número espigas/ha	Massa seca de palha de milho kg ha ⁻¹
	<i>U. brizantha</i>	8415	0,343	58888	10173
	<i>U. ruzizienses</i>	8767	0,332	58888	10870
Forrageiras (F)	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	8772	0,334	62098	12027
	<i>P. maximum</i> cv. Áries	7935	0,331	56049	11554
	Milho exclusivo	8107	0,329	55925	11393
Modalidades de semeadura (M)	MFL	8422	0,331	59851	11293
	MFS	8089	0,332	56592	11681
	MFC	8687	0,335	58666	10636
Valor de F	F	0,923 ^{NS}	0,496 ^{NS}	1,694 ^{NS}	1,86 ^{NS}
	M	0,959 ^{NS}	0,242 ^{NS}	1,191 ^{NS}	1,72 ^{NS}
	FxM	0,852 ^{NS}	0,514 ^{NS}	0,908 ^{NS}	1,76 ^{NS}
CV (%)		16,29	6,97	11,58	16,05
DMS	F	1421	0,024	7022	1847
	M	913	0,015	4512	1199
	FxM	2461	0,041	1216	3234

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 10 % de probabilidade. MFL: Milho com forrageira na linha no mesmo dia de semeadura; MFLS: Milho com forrageira semeada à lanço no

mesmo dia da semeadura do milho; MFLC: Forrageira semeadura à lanço no estádio V₄ e Milho exclusivo.

4.2 Cultura da soja

Para os valores de altura de plantas, altura de inserção 1ª vagem e número de vagens/planta, foram identificadas diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p < 0,10$) apenas para altura de inserção da 1ª vagem entre as modalidades de semeadura (M), conforme a Tabela 5. Os valores apresentaram-se maiores para os tratamentos em que a soja foi cultivada na palhada formada pelas forrageiras semeadas a lanço na área total no dia da semeadura do milho e menores no tratamento de milho exclusivo, mas não diferindo das modalidades em que as forrageiras foram semeadas junto ao adubo na linha de semeadura do milho e forrageiras semeadas no V4 no advento da cobertura do milho. A altura de inserção da primeira vagem de soja é uma característica agrônômica importante na operação de colheita mecanizada dos grãos, segundo Mello (1988) o limite mínimo ideal para a colheita mecânica de 0,13 m para que se reduza perda durante a colheita. Assim como a altura de planta desejável para a colheita mecânica, segundo Bonetti (1983), deve ser superior a 65 cm. Adaptações nos equipamentos podem ser feitas visando à colheita de plantas com altura inferior a 65 cm, mas com a primeira vagem, a pelo menos, 10 cm do solo, reduzindo desse modo as perdas motivadas por vagens não-colhidas em função da baixa altura de inserção (LAZARINI, 1995). De acordo com esses indicadores, os resultados observados no presente trabalho foram superiores aos preconizados para que não haja comprometimento da colheita e perda da produção.

Os resultados de altura de plantas, inserção de 1ª vagem e número de vagens por planta, evidenciam que a cultura da soja foi conduzida em boas condições de desenvolvimento vegetativo e período reprodutivo, principalmente no que diz respeito ao número de vagens tendo contribuído positivamente para as altas produções observadas tabela 5, estes valores estão bem acima dos encontrados por Brandt et al. (2006) que avaliaram o desempenho agrônômico em cultivares de soja em função do plantio direto, e encontraram um número de 35 vagens por plantas, os autores afirmam que são valores normais para o bom desenvolvimento da cultura. De acordo com Peixoto et al., 2002, essa característica não é suficiente para garantir que o potencial de produtividade seja atingido, uma vez que este depende da capacidade da planta em preencher as vagens com grãos.

Tabela 5 - Valores médios obtidos para altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, número de vagens por planta no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Altura de Planta (m)	Altura de inserção 1 ^a Vagem (m)	Número de Vagens/Planta
Forrageiras (F)	<i>U. brizantha</i>	0,84	0,19	74,82
	<i>U. ruziziensis</i>	0,81	0,18	73,45
	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	0,79	0,18	73,90
	<i>P. maximum</i> cv. Áries	0,82	0,17	85,70
Modalidades de Semeadura (M)	MFL	0,81	0,17 ab	78,99
	MFLS	0,81	0,19 a	78,27
	MFLC	0,82	0,18 ab	73,81
	Milho exclusivo	0,86	0,16 b	68,20
Valor F	Forrageiras (F)	2,08 ^{NS}	1,53 ^{NS}	1,55 ^{NS}
	Modalidades (M)	1,32 ^{NS}	4,19*	0,75 ^{NS}
	FxM	1,07 ^{NS}	1,68 ^{NS}	1,23 ^{NS}
DMS	F	0,05	0,02	14,76
	M	0,06	0,02	17,19
CV (%)		7,11	9,88	19,99

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 10 % de probabilidade. MFL: Milho com forrageira na linha no mesmo dia de semeadura; MFLS: Milho com forrageira semeada à lanço no mesmo dia da semeadura do milho; MFLC: Forrageira semeada à lanço no estádio V₄ e Milho exclusivo.

Na tabela 6 verifica-se que não houve diferenças significativas ($P < 0,10$) nem interações entre os tratamentos em relação às populações inicial e final e produtividade da soja para as variáveis estudadas. Lima et al. (2009) estudando diferentes coberturas vegetais com ou sem calagem superficial sob semeadura direta também não encontraram diferenças significativas para essas variáveis, o autor relata que apesar dos resultados não apresentarem significância, é sabido que as coberturas vegetais no sistema plantio direto, podem exercer efeitos positivos e negativos, ou mesmo mostrarem-se indiferentes sobre o desenvolvimento de plantas de soja em sequencia. Resultados semelhantes foram obtidos por Machado e Assis (2010) que avaliaram a produção de palha e de forragem por forrageiras anuais e perenes implantadas em sucessão à soja e seus efeitos sobre a produtividade de grãos da cultura no próximo cultivo. Os autores verificaram que a produtividade de grãos de soja não apresentou diferenças significativas em relação às forrageiras que a antecederam e relataram que as variações ocasionadas pelas diferentes coberturas podem ter sido menores que a de outros fatores relacionados ao solo, à semeadura e à avaliação do experimento. As produtividades de soja obtidas estão acima da média regional IEA (2011).

Chioderoli (2010), na mesma área experimental deste trabalho, avaliou as características da cultura da soja em sucessão ao consórcio de milho outonal com *U. brizantha*, *U. decumbens* e *U. ruziziensis* nas modalidades de semeadura na linha, entrelinha e a lanço, e observou que, apesar de não haver diferença significativa para o número de vagens por planta, a produção de grãos sofreu influência da interação dos fatores estudados. O autor relata que os tratamentos com palhada de *U. brizantha* semeados na época da adubação de cobertura, apresentaram os maiores valores de produção de grãos de soja, provavelmente, devido à maior disponibilidade de nutriente e maior porosidade do solo na ocasião e, em relação às modalidades de semeadura, ocorreu diferença para a modalidade na linha com maior produção de grãos sobre a palhada da *U. decumbens* diferindo da produção observada no consórcio com *U. brizantha*. O autor também destacou que, de forma geral, a produção de grãos atingiu valores acima da média regional para lavoura de alta tecnologia, com média de 4.114 kg ha⁻¹, assim como neste estudo, que obteve média de 3.443 kg ha⁻¹.

Tabela 6 - Valores médios obtidos para população inicial e final de plantas, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de soja no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		População Inicial (plantas ha ⁻¹)	População Final (plantas ha ⁻¹)	M1000 Grãos (kg)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
Forrageiras (F)	<i>U. brizantha</i>	227.161	187.037	0,131	3453
	<i>U. ruziziensis</i>	237.346	183.951	0,128	3285
	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	232.099	198.766	0,132	3580
	<i>P. maximum</i> cv. Áries	220.988	196.605	0,128	3279
Modalidades Semeadura (M)	MFL	218.519	181.482	0,129	3292
	MFLS	235.880	190.278	0,129	3286
	MFLC	233.796	203.009	0,132	3569
	Milho exclusivo	227.777	204.630	0,131	3801
Valor F	Forrageiras (F)	0,69 ^{NS}	0,543 ^{NS}	1,18 ^{NS}	1,24 ^{NS}
	Modalidades (M)	1,69 ^{NS}	0,634 ^{NS}	0,93 ^{NS}	2,44 ^{NS}
	FxM	0,88 ^{NS}	1,22 ^{NS}	2,67*	0,98 ^{NS}
DMS	F	32,027	37.223	0,006	498,84
	M	25,161	29.244	0,007	746,60
CV (%)		12,7	17,6	4,97	13,01

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 10 % de probabilidade. MFL: Milho com forrageira na linha no mesmo dia de semeadura; MFLS: Milho com forrageira semeada à lanço no mesmo dia da semeadura do milho; MFLC: Forrageira semeadura à lanço no estádio V₄ e Milho exclusivo.

Para os valores massa de 1000 grãos, houve interação significativa entre as espécies de forrageiras e a modalidade de semeadura dos consórcios, cujo desdobramento está apresentado na tabela 7. Estes resultados discordam de Mendonça (2012), que na mesma área experimental, com os mesmos tratamentos deste trabalho, porém onde o milho foi colhido para silagem e as forrageiras tiveram um período maior sem concorrência da cultura, não encontrou diferenças para estes componentes, o autor afirma que para as variáveis de produção, o peso de 1000 grãos foi o que menos se manifestou para os tratamentos empregados no trabalho. Lima et al, (2009) estudando diferentes tipos de cobertura vegetal com calagem ou não, também não encontraram diferenças significativas para esta variável, o autor afirma que a massa de 1000 grãos é, dos componentes da produção, aquele que apresenta a menor variação percentual em função das alterações ambientais no meio. Assim, em condições adversas como restrição hídrica, a planta preferencialmente formará poucos grãos nas vagens fixadas, ao invés de vários e mal formados, pois seu objetivo biológico principal é a perpetuação da espécie. Ressalta-se o fato de que os valores de massa de 1000 grãos obtidos no presente trabalho foram bastante próximos ao padrão de cultivo da soja de alta tecnologia.

Tabela 7 - Valores médios obtidos do desdobramento dos valores de Massa de 1000 grãos entre as modalidades de semeadura dentro das diferentes espécies forrageiras.

Causas de Variação		M 1000 grãos (kg)			
		MFL	MFLAS	MFLAC	ME
Forageira (F)	B. brizantha	0,132 ABa	0,126 Bab	0,138 Aa	0,131 ABa
	B. ruzizienses	0,127 Aa	0,134 Aa	0,125 Aa	0,131 Aa
	P. Tazânia	0,126 Aa	0,134 Aa	0,135 Aa	0,131 Aa
	P. Áries	0,130 Aa	0,123 Ab	0,134 Aa	0,131 Aa
DMS	M	0.010			
	F	0.011			

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade. MFL- Milho com forrageira na linha; MFLAS- Milho com forrageira à lanço na semeadura; MFLAC- Milho com forrageira à lanço no estádio V₄ do milho e ME- Milho exclusivo.

4.3 Forrageiras

Para a produtividade de matéria seca das forragens (Tabela 8) verifica-se que na 1ª época as diferenças significativas ocorreram somente em função das modalidades de semeadura, não apresentando efeito significativo para as espécies forrageiras. As forrageiras semeadas na linha do

milho proporcionaram maiores produtividades de matéria seca, superando a modalidade a lanço no estádio V4 do milho. Esses resultados podem ser explicados devido ao fato das sementes de forrageiras na linha do milho terem sido incorporadas e com isso melhor germinação e maior velocidade de emergência e também deve ser considerado que, nessa modalidade, a semeadura se deu no dia da semeadura do milho e a semeadura das forrageiras no estádio V4 se deu 30 dias depois, quando o milho já estava estabelecido e conseqüentemente exerceu maior competitividade com as forrageiras semeadas em V4. A maior competição existente entre as plantas de milho e as forrageiras, que, quando, semeadas tardiamente em relação ao desenvolvimento da cultura tiveram maior dificuldade de superar as competições por água, luz e nutrientes, além de sofrer efeitos do sombreamento da cultura já estabelecida, fato este também observado por (BARDUCCI et al, 2009). Outro importante fator a considerar é o fato da semeadura nas entre linhas ter sido a lanço sem incorporação das sementes, o que prejudica a germinação, fato esse também relatado e justificado por Freitas et al. (2005), que ao trabalhar com consórcio de braquiária e milho os resultados apontaram menor produção forrageira nos tratamentos em que as forrageiras foram semeadas a lanço 30 dias após a semeadura do milho. Os autores justificam que a falta de incorporação da semente pode ser um fator limitante, pois a incorporação beneficia a germinação e a sobrevivência de plantas, devido à proteção das sementes, à eficiência no aproveitamento da umidade e à facilidade de fixação das plântulas ao solo.

Embora o milho tenha afetado a produção das forrageiras, os consórcios não interferiram na produtividade do milho, conforme já discutido e mostrado na Tabela 4, conclusão esta que corrobora com Mendonça (2012), que consorciando forrageiras com milho para produção de silagem com as mesmas modalidades de semeadura, também encontrou diferenças significativas na produção de forrageiras para modalidades de semeadura sem notar comprometimento na produtividade do milho para silagem. Estes resultados discordam de Chioderoli (2010) que encontrou maior produtividade de matéria seca de palha utilizando espaçamento de 0,90 m, na modalidade em que a braquiária foi semeada na entrelinha no dia da semeadura do milho, diferindo das modalidades na linha e a lanço na época da adubação de cobertura. A diferença na produtividade de matéria seca obtida pelo autor refletiu na maior produção de grãos de milho, de modo que, o maior espaçamento entrelinhas proporcionou maior luminosidade e menor competição entre o milho e as *Urochloa* nesta modalidade de consórcio, fato este que não se verifica no presente trabalho, com espaçamento de 0,45 m, ocasionando maior sombreamento das forrageiras, semeadas tanto na linha como a lanço, pelas plantas de milho devido ao menor espaçamento.

Há de se considerar que a avaliação de produção de palha das forrageiras se deu no dia da

colheita do milho. As forrageiras em consórcio, por apresentarem menor porte, ficaram abafadas e sofreram competição principalmente por luz e é sabido que após a colheita do milho as forrageiras encontram melhores condições de desenvolvimento, fato este relatado por Mendonça (2012) que mostrou um incremento médio de 117% na produção de palha das forrageiras 60 dias após a colheita do milho consorciado.

Na avaliação da 2ª época, quando não havia mais competição da cultura do milho, a interação entre os fatores: forrageiras e modalidade de semeadura foi significativa, como também para as modalidades de semeadura isolada, é interessante ressaltar que as forrageiras semeadas no V4 apresentaram menores produtividades de matéria seca diferindo-se das modalidades na linha e a lanço simultâneo ao milho, assemelhando ao comportamento mostrado na 1ª época. Estes resultados corroboram com Mendonça (2012) e Chioderoli (2010) que em trabalhos semelhantes na mesma área experimental também observaram menores médias para produção de matéria seca das forrageiras semeadas no V4 no advento da adubação de cobertura. Estes resultados encontrados pelos autores confirma que, para esta atividade, quando o foco for produção de matéria seca da forrageira, esta modalidade não se faz eficiente para o sistema. No entanto Pariz et al. (2011) avaliando tratamentos constituídos de quatro espécies de *Urochloa* consorciadas na linha e a lanço no momento da semeadura do milho relataram que, apesar de satisfatórias produtividades de massa seca (acima de 2.500 kg ha⁻¹) com exceção da *U. brizantha*, as demais espécies consorciadas a lanço foram superiores às consorciadas na linha, com destaque para a *U. decumbens* e *U. ruziziensis*, com maior adaptabilidade e produtividade de forragem no consórcio com milho em sistema de integração lavoura-pecuária.

Tabela 8 - Valores médios da produtividade de matéria seca das forrageiras (kg ha⁻¹) de quatro forrageiras consorciadas com milho em três modalidades de semeadura por ocasião da colheita do milho (1ª época) e na semeadura da soja (2ª época).

Causas de Variação		Produtividade de Matéria seca	
		1ª época	2ª época
Forrageiras (F)	<i>U. brizantha</i>	2333	3417
	<i>U. ruziziensis</i>	1925	3933
	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	2575	3700
	<i>P. maximum</i> cv. Áries	2208	3400
Modalidades de Semeadura (M)	MFL	2575 a	3750 a
	MFLS	2163 ab	4338 a
	MFLC	2044 b	2750 b
Valor F	Forrageiras (F)	1,803 ^{NS}	0,621 ^{NS}
	Modalidades (M)	2,554*	8,244*
	FxM	1,393 ^{NS}	2,412*
DMS	F	679,359	1088,518
	M	524,756	840,801
CV (%)		30.87	30.95

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 10 % de probabilidade. MFL: Milho com forrageira na linha no mesmo dia de semeadura; MFLS: Milho com forrageira semeada à lanço no mesmo dia da semeadura do milho e MFLC: Forrageira semeada à lanço no estágio V₄

Conforme apresentado na Tabela 9, no desdobramento da interação forrageira e modalidade de semeadura, a espécie *P. maximum* cv. Tanzânia apresentou diferença quanto as modalidade de semeadura, mostrando maiores valores de matéria seca para as modalidades semeadas a lanço em área total no dia da semeadura do milho. Houve também diferença significativa entre as espécies forrageiras onde o *P. maximum* cv. Tanzânia superou as demais espécies, diferindo estatisticamente da *U. brizantha*. Jakelaitis et. al (2010) trabalhando com duas espécies de *Urochloa* e duas espécies de *P. maximum* detectou que quanto às forrageiras estabelecidas sob consórcio, na primeira avaliação realizada após a colheita do milho, as cultivares de *P. maximum* apresentaram maior incremento de massa seca que as cultivares de *B. brizantha* na média de 30%.

Podemos afirmar que por outro lado, observa-se que, no intervalo entre a primeira e segunda avaliação houve um incremento na produção de matéria seca de todas as espécies, independentemente da forma de estabelecimento e a quantidade acumulada de massa seca

(forrageiras+milho) Tabela 10 mostram que independente da espécie forrageira e da modalidade de consórcio, foi suficiente para suprir a quantidade de palha necessária para a manutenção do sistema plantio direto que, segundo Amado (2000), é da ordem de 10 a 12 toneladas ha⁻¹ano.

Tabela 9 - Valores médios obtidos do desdobramento da produtividade de matéria das forrageiras (kg MS ha⁻¹) em função das diferentes modalidades de semeadura por ocasião da semeadura da soja (2^a época).

Causas de Variação		Modalidades de Semeadura (M)		
		MFL	MFLS	MFLC
Forrageiras (F)	<i>U. brizantha</i>	4250	3150 b	2850
	<i>U. ruziziensis</i>	4150	4650 ab	3000
	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	3550 A	5600 aA	1950 B
	<i>P. maximum</i> cv. Áries	3050	3950 ab	3200
DMS	F	1885,37		
	M	1681,6		

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade. MFL- Milho com forrageira na linha; MFLAS- Milho com forrageira à lanço na semeadura; MFLAC- Milho com forrageira à lanço no estádio V₄ do milho e ME- Milho exclusivo.

A avaliação da produtividade de massa seca de palha é fundamental para optar por sistemas de cultivos que promovam maior quantidade de palha sem afetar a produtividade de grãos, uma vez que a massa seca total de palha é uma variável importante a ser analisada, pois representa a condição inicial para semeadura das culturas em sucessão. Para melhor exemplificar os dados de matéria seca total, na Tabela 10 encontra-se os valores médios de acúmulo de massa seca da forrageira da 2^a época de colheita (semeadura da soja) somada a massa seca de palha de milho, obtendo assim matéria seca total de palha, pode-se observar que todos os valores são suficientes para a manutenção do sistema plantio direto, porém houve significância para as modalidades (M) isoladamente e na interação forrageira x modalidades (FxM), onde o incremento de massa seca total apresentou-se melhor para os sistemas de cultivo na linha junto ao adubo e a lanço na área total no mesmo dia do plantio do milho, essas duas modalidades apresentaram valores médios acima de 15 toneladas de matéria seca, valores esses considerados ótimos para a manutenção do sistema plantio direto. Chioderoli et al, (2012), trabalhando com consórcios de *Urochloa* em diferentes sistemas de cultivo, não obtiveram diferenças para a massa seca total de palha nem para as modalidades

de semeadura e tampouco para as espécies forrageiras, os autores afirmam que independente dos tratamentos os menores valores de massa seca da palha do milho são compensados pela quantidade de palha produzida pelas forrageiras, sendo que, independentemente da espécie forrageira e do sistema de cultivo utilizado, o aporte total de palha foi igual para todos os tratamentos.

Tabela 10 - Valores médios da produtividade de matéria seca total (forrageiras e milho) (kg MS ha⁻¹) de quatro forrageiras consorciadas com milho em três modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Massa total de palha
Forrageiras (F)	<i>U. brizantha</i>	13590
	<i>U. ruziziensis</i>	14803
	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	15728
	<i>P. maximum</i> cv. Áries	14954
Modalidades de Semeadura (M)	MFL	15018 a
	MFLS	16091 a
	MFLC	13197 b
Valor F	Forrageiras (F)	1,746 ^{NS}
	Modalidades (M)	6,374*
	FxM	2,479*
DMS	F	2255,725
	M	1742,384
CV (%)	15,69	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 10 % de probabilidade. MFL: Milho com forrageira na linha no mesmo dia de semeadura; MFLS: Milho com forrageira semeada à lanço no mesmo dia da semeadura do milho e MFLC: Forrageira semeada à lanço no estádio V₄

Na Tabela 11 estão apresentados os dados do desdobramento entre as interações das forrageiras e modalidades de semeadura, onde os dados mostram maiores para a modalidade onde a semeadura das forrageiras se faz a lanço na área total no dia do plantio do milho juntamente com a espécie de *P. maximum* cv. Aries apresentando uma produção média de massa total de palha na ordem de 19 toneladas ha⁻¹ sendo um valor considerado pela literatura bastante acima da média.

Tabela 11 - Valores médios obtidos do desdobramento da produtividade de matéria seca total (kg MS ha⁻¹) em função de quatro forrageiras consorciadas com milho em três modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Modalidades de Semeadura (M)		
		MFL	MFLS	MFLC
Forrageiras (F)	<i>U. brizantha</i>	15130	13576 b	12064
	<i>U. ruziziensis</i>	16523	14326 b	13560
	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	14171	16990 ab	13700
	<i>P. maximum</i> cv. Áries	14248 B	19471 aA	13463 B
DMS	F	3484,77		
	M	3907,03		

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 10% de probabilidade. MFL- Milho com forrageira na linha; MFLS- Milho com forrageira à lanço na semeadura; MFLC- Milho com forrageira à lanço no estádio V₄ do milho

4.4 Atributos físicos do solo

Na tabela 12, estão representados os valores médios de macroporosidade na camada de 0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,3m em função dos tratamentos com as forrageiras, modalidades de semeadura e épocas de amostragem. Verificou-se que não houve significância dos tratamentos isolados para as forrageiras e modalidade de semeadura e também não houve efeito significativo para as interações entre tratamentos, a 10% de probabilidade no teste Tukey, em relação à macroporosidade do solo, mas houve diferença significativa para épocas de amostragem para as profundidades de 0-0,1 e 0,1-0,2 metros, havendo um aumento na macroporosidade após a colheita da soja em relação à colheita do milho.

Tabela 12 - Valores médios de macroporosidade, avaliados na camada de 0,0 - 0,10 m, 0,10 - 0,20 m e 0,20 - 0,30 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragens.

Causas de Variação		Profundidade		
		0,0-0,1 m	0,1-0,2 m	0,2-0,3 m
		Macroporosidade (m⁻³ m⁻³)		
Forrageiras (F)	<i>U. brizantha</i>	0.068	0.063	0.088
	<i>U. ruziziensis</i>	0.068	0.065	0.084
	<i>P. maximum cv. Tanzânia</i>	0.062	0.063	0.083
	<i>P. maximum cv. Áries</i>	0.071	0.067	0.084
Modalidades de Semeadura (M)	MFL	0.065	0.066	0.085
	MFLS	0.066	0.061	0.087
	MFLC	0.074	0.067	0.083
	Milho exclusivo	0.057	0.064	0.087
Épocas (E)	Após colheita milho	0.062 b	0.060 b	0.086
	Após colheita soja	0.073 a	0.069 a	0.084
Valor F	Forrageiras (F)	0.60 ^{NS}	0.33 ^{NS}	0.89 ^{NS}
	Modalidades (M)	1.58 ^{NS}	0.92 ^{NS}	0.52 ^{NS}
	Épocas (E)	5.64*	11.75*	0.42 ^{NS}
	FxM	1.38 ^{NS}	0.53 ^{NS}	1.38 ^{NS}
	FxE	0.35 ^{NS}	0.21 ^{NS}	0.74 ^{NS}
	MxE	1.80 ^{NS}	0.38 ^{NS}	0.14 ^{NS}
	FxMxE	1.51 ^{NS}	0.17 ^{NS}	1.75 ^{NS}
DMS	F	0.01	0.009	0.009
	M	0.02	0.01	0.01
	E	0.007	0.004	0.004
CV (%)		33.95	20.80	16.03

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 10 % de probabilidade. MFL: Milho com forrageira na linha no mesmo dia de semeadura; MFLS: Milho com forrageira semeada à lanço no mesmo dia da semeadura do milho; MFLC: Forrageira semeada à lanço no estágio V₄ e Milho exclusivo.

Com exceção da camada de 0,2 – 0,3 metros, onde não houve diferença significativa pela época de amostragem, nas camadas de 0,1 – 0,2 metros, a ação do sistema radicular da soja proporcionou valores de macroporosidade ligeiramente superiores, após a própria colheita da soja, aos valores encontrados após a colheita do milho. Analisando os dados referentes às épocas de amostragens, ocorreu o aumento da macroporosidade nas duas camadas iniciais avaliadas em função do tempo que as forrageiras permaneceram na área com o milho. Os maiores valores encontrados após a colheita da soja, deve-se ao fato de que as épocas anteriores às raízes das forrageiras e do milho ainda não estavam decompostas

totalmente, pois se trata de período de temperaturas amenas e, depois de decorrido o tempo entre a colheita do milho (outubro) e a colheita da soja (março) as raízes das gramíneas apresentaram um estágio mais avançado de decomposição, coincidindo com a época de ocorrência de temperatura maiores. Em relação às forrageiras e as modalidades de semeadura, não evidenciaram neste experimento, uma observação de tendência em diferenças sobre a macroporosidade, para destacarmos uma notável diferença, mesmo sem efeito significativo, em relação às *Urochloa* e ao *Panicum Maximum*.

Os resultados obtidos demonstram-nos a importância das forrageiras na agregação, estruturação e permeabilidade do solo, podendo favorecer o desenvolvimento do sistema radicular e permitir a maior exploração do perfil do solo em camadas mais profundas, com maior absorção de água e nutrientes, resultando na melhor produção das culturas. Segundo Tsumanuma (2004), em estudo de pesquisa com *Urochloa brizantha*, *Urochloa decumbens* e *Urochloa ruzizienses* semeadas simultaneamente com o milho em estágio vegetativo V4 e com tratamento de milho solteiro, verificou-se que todas as forrageiras, sem exceção, apresentaram valores próximos de produção de massa seca das raízes.

Chioderoli (2010), ao analisar consorciação de *Urochloa* com milho outonal em sistema plantio direto e como cultura antecessora da soja de verão na integração agricultura-pecuária, verificou resultados semelhantes ao presente experimento a macroporosidade do solo, após a colheita da soja nas camadas de 0 – 0,1 e 0,2 – 0,3 metros, evidenciando-se assim, a mesma tendência de resultados em relação a época de amostragens. No entanto, o estudo realizado por Chioderoli (2010), destacou-se que houve interação significativa das modalidades de semeadura e das espécies de forrageira sobre os valores de macroporosidade. Verificando que a *Urochloa brizantha* semeada junto com a adubação de cobertura do milho, proporcionou maiores valores de macroporosidade, diferindo significativamente quando semeada na linha e entrelinha. Em relação às forrageiras, dentro das modalidades de semeadura, o autor verificou um efeito significativo para as forrageiras quando semeada na linha e na adubação de cobertura do milho, e os resultados evidenciaram que a *Urochloa ruzizienses* semeadas na linha, misturada com o adubo do milho, promoveu maiores valores de macroporosidade, porém não diferindo significativamente da *Urochloa decumbens*. No presente experimento, não houve efeito significativo em relação à modalidade de semeadura e espécies, tão pouco interação entre esses fatores. Contrariamente, resultados encontrados no presente trabalho, discordam de Pantano (2003) que, avaliando dois espaçamentos de milho consorciado com *Urochloa* em diferentes modalidades, não obteve diferença significativa para os valores de macroporosidade nas camadas de 0,0 – 0,30 m, porém é importante

salientar, que o referido autor realizou as avaliações imediatamente após a colheita do milho e as raízes das gramíneas, com pouco tempo para decomposição, não evidenciou o aumento da macroporosidade do solo esperado.

Contudo, verificou-se neste experimento que os valores maiores de macroporosidade ficaram entre as camadas de 0,2 – 0,3 metros. Segundo Broch (2000), ao estudar raízes de *Urochloa decumbens*, observo-se que, aproximadamente, 76% da massa seca de raízes situava-se na profundidade de 0,0-0,20 m, evidenciando-se assim as mudanças nos atributos físicos do solo. Quando as forrageiras foram semeadas na época de adubação de cobertura do milho, a *Urochloa brizantha* proporcionou maiores valores de macroporosidade, sendo estatisticamente iguais aos valores apresentados pela *Urochloa ruzizienses*. O que podemos ressaltar é que esses resultados nos permitem considerar que de certa forma, as forrageiras apresentam sistema radicular agressivo, e que auxiliam em benefício aos atributos físicos do solo, com melhoria no desenvolvimento do sistema radicular e a produção das culturas utilizadas no sistema de integração agricultura-pecuária.

Na tabela 13, estão representados os valores médios de microporosidade na camada de 0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,3 metros, em função dos tratamentos com as forrageiras, modalidades de semeadura e as épocas de amostragem. Conforme os dados apresentados, em relação a microporosidade do solo, não foi verificado efeito significativo entre as forrageiras, modalidade de semeadura e a interação entre os fatores nas camadas de 0,0 – 0,1; 0,1 - 0,2 e 0,2 – 0,3 metros de profundidade. Mas houve efeito significativo para épocas de amostragem, evidenciando que após a colheita da soja, houve uma diminuição da microporosidade na camada de 0,1 – 0,2 metros de profundidade, observando-se assim, uma tendência como na avaliação da macroporosidade, que com o aumento da macroporosidade, ocorre uma diminuição da microporosidade relatando uma relação direto na conformação física do solo em relação a quantidade de espaços porosos do solo em questão.

Estes valores de microporosidade do solo, diferem de Pantano (2003) e Chioderoli (2010), mostrando que não houve diferença significativa em relação a época de amostragem nas camadas analisadas.

Tabela 13 - Valores médios de microporosidade, avaliados na camada de 0,0 - 0,10 m, 0,10 - 0,20 m e 0,20 - 0,30 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragens.

Causas de Variação		Profundidade		
		0,0-0,1 m	0,1-0,2 m	0,2-0,3 m
		Microporosidade (m ⁻³ m ⁻³)		
Forrageiras (F)	<i>U. brizantha</i>	0.325	0.359	0.337
	<i>U. ruziziensis</i>	0.326	0.362	0.336
	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	0.328	0.328	0.333
	<i>P. maximum</i> cv. Áries	0.368	0.328	0.335
Modalidades de Semeadura (M)	MFL	0.327	0.353	0.334
	MFLS	0.358	0.327	0.336
	MFLC	0.324	0.360	0.336
	Milho exclusivo	0.329	0.328	0.337
Épocas (E)	Após colheita milho	0.330	0.368 a	0.337
	Após colheita soja	0.341	0.323 b	0.334
Valor F	Forrageiras (F)	1.08 ^{NS}	0.55 ^{NS}	1.08 ^{NS}
	Modalidades (M)	0.81 ^{NS}	0.44 ^{NS}	0.37 ^{NS}
	Épocas (E)	0.34 ^{NS}	3.13*	1.23 ^{NS}
	FxM	0.94 ^{NS}	1.29 ^{NS}	0.99 ^{NS}
	FxE	0.92 ^{NS}	0.56 ^{NS}	1.43 ^{NS}
	MxE	0.89 ^{NS}	0.40 ^{NS}	0.49 ^{NS}
	FxMxE	1.13 ^{NS}	1.28 ^{NS}	0.54 ^{NS}
DMS	F	0.06	0.08	0.006
	M	0.08	0.09	0.007
	E	0.03	0.04	0.003
CV (%)		29.50	37.23	2.82

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 10 % de probabilidade. MFL: Milho com forrageira na linha no mesmo dia de semeadura; MFLS: Milho com forrageira semeada à lanço no mesmo dia da semeadura do milho; MFLC: Forrageira semeada à lanço no estádio V₄ e Milho exclusivo.

Na tabela 14, estão representados os valores médios de porosidade total na camada de 0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,3 metros, em função dos tratamentos com as espécies forrageiras, modalidades de semeadura e as épocas de amostragem. Observa-se que na porosidade total, houve diferença estatística a 10% de probabilidade no teste Tukey, para os tratamentos com as forrageiras, nas profundidades de 0,2 – 0,3 metros de profundidade, evidenciando nas comparações entre as espécies de forrageiras, que as *Urochloa*, mostraram maior porosidade total do que as espécies de *Panicum*. Deve-se ao fato também, que por características morfológicas da forrageira, a *Urochloas* possui maior volume radicular em comparação ao

Panicum maximum, que é mais prostrado do que as *Urochloas* em geral, proporcionando assim maior número de poros totais em decorrência do sistema radicular ser mais vigoroso, tornando-se possível maior volume de raízes decompostas no solo.

Tabela 14 - Valores médios de Porosidade Total, avaliados na camada de 0,0 - 0,10 m, 0,10 - 0,20 m e 0,20 - 0,30 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragens.

Causas de Variação		Profundidade		
		0,0-0,1 m	0,1-0,2 m	0,2-0,3 m
		Porosidade Total (m ⁻³ m ⁻³)		
Forrageiras (F)	<i>U. brizantha</i>	0.393	0.423	0.426 a
	<i>U. ruziziensis</i>	0.393	0.426	0.420 ab
	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	0.390	0.392	0.416 b
	<i>P. maximum</i> cv. Áries	0.439	0.394	0.419 ab
Modalidades de Semeadura (M)	MFL	0.392	0.419	0.419
	MFLS	0.424	0.389	0.423
	MFLC	0.397	0.427	0.420
	Milho exclusivo	0.387	0.392	0.424
Épocas (E)	Após colheita milho	0.392	0.428	0.423
	Após colheita soja	0.414	0.392	0.419
Valor F	Forrageiras (F)	1.38 ^{NS}	0.51 ^{NS}	2.55*
	Modalidades (M)	0.74 ^{NS}	0.57 ^{NS}	0.64 ^{NS}
	Épocas (E)	1.31 ^{NS}	2.00 ^{NS}	1.84 ^{NS}
	FxM	1.46 ^{NS}	0.16 ^{NS}	1.43 ^{NS}
	FxE	1.17 ^{NS}	0.54 ^{NS}	1.89 ^{NS}
	MxE	0.53 ^{NS}	0.45 ^{NS}	0.71 ^{NS}
	FxMxE	1.14 ^{NS}	0.22 ^{NS}	1.75 ^{NS}
DMS	F	0.06	0.08	0.009
	M	0.08	0.09	0.01
	E	0.03	0.04	0.004
CV (%)		24.31	31.46	3.80

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 10 % de probabilidade. MFL: Milho com forrageira na linha no mesmo dia de semeadura; MFLS: Milho com forrageira semeada à lanço no mesmo dia da semeadura do milho; MFLC: Forrageira semeada à lanço no estágio V₄ e Milho exclusivo.

Observou-se que a porosidade total apresentou comportamento semelhante ao apresentado pela macroporosidade do solo, pois como não houve variações significativas na microporosidade e a porosidade total é constituída pela soma da macro e microporosidade, os resultados evidenciaram as mesmas tendências dos valores de macroporosidade.

Contrariamente, Chioderoli (2010) encontrou diferenças significativas para a porosidade total do solo nas camadas de 0,0 - 0,1 metros para épocas de amostragem, mostrando a mesma tendência na avaliação de macroporosidade, observando que após a colheita da soja. No entanto, neste presente estudo, verifica-se maior porosidade total apenas nas camadas de 0,0 – 0,1 metros, não mostrando uma homogeneidade contínua para as demais profundidades analisadas.

Na tabela 15, estão representados os valores médios de densidade do solo, na camada de 0-0,1; 0,1-0,2 e 0,2-0,3 metros, em função dos tratamentos com as espécies forrageiras, modalidades de semeadura e as épocas de amostragem. Observou-se que para as espécies forrageiras, não houve diferença estatística em relação à densidade de solo, porém, as camadas de 0,2 – 0,3 metros de profundidade apresentam menores valores de densidade do solo, tanto nas espécies forrageiras quanto nas modalidades de semeadura. Mas houve diferença significativa para épocas de amostragem, sendo menores valores de densidade do solo para a camada de 0,0 – 0,1 e 0,1 a 0,2 metros e houve interação significativa entre as espécies forrageiras e a modalidade de semeadura. No que se refere a espécie forrageira, observa-se também os menores valores de densidade do solo para os tratamentos com as *Urochloa* nas camadas de 0,0 – 0,1 a 0,1 – 0,2 metros nos mostrando a importância dessa forrageira no condicionamento físico do solo.

Tabela 15 - Valores médios de Densidade do Solo, avaliados na camada de 0,0 - 0,10 m, 0,10 - 0,20 m e 0,20 - 0,30 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragens.

Causas de Variação		Profundidade		
		0,0-0,1 m	0,1-0,2 m	0,2-0,3 m
		Densidade do Solo (kg dm ⁻³)		
Forrageiras (F)	<i>U. brizantha</i>	1.56	1.54	1.47
	<i>U. ruziziensis</i>	1.55	1.54	1.48
	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	1.58	1.58	1.48
	<i>P. maximum</i> cv. Áries	1.51	1.57	1.49
Modalidades Semeadura (M)	MFL	1.57	1.54	1.48
	MFLAS	1.53	1.58	1.47
	MFLAC	1.54	1.55	1.48
	Testemunha	1.59	1.57	1.49
Épocas (E)	Após colheita milho	1.58 a	1.55	1.50 a
	Após colheita soja	1.52 b	1.56	1.46 b
Valor F	Forrageiras (F)	1.75 ^{NS}	0.76 ^{NS}	1.06 ^{NS}
	Modalidades (M)	1.10 ^{NS}	0.61 ^{NS}	0.24 ^{NS}
	Épocas (E)	8.74*	0.11 ^{NS}	11.98*
	FxM	2.13*	1.51 ^{NS}	0.95 ^{NS}
	FxE	0.90 ^{NS}	0.44 ^{NS}	1.36 ^{NS}
	MxE	0.30 ^{NS}	0.64 ^{NS}	0.66 ^{NS}
	FxMxE	1.63 ^{NS}	1.23 ^{NS}	0.78 ^{NS}
DMS	F	0.07	0.08	0.04
	M	0.09	0.10	0.04
	E	0.04	0.04	0.02
CV (%)		7.23	8.40	3.66

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 10 % de probabilidade. MFL: Milho com forrageira na linha no mesmo dia de semeadura; MFLS: Milho com forrageira semeada à lanço no mesmo dia da semeadura do milho; MFLC: Forrageira semeadura à lanço no estágio V₄ e Milho exclusivo.

Embora o presente estudo não aponte diferença significativa para as espécies forrageiras resultados de pesquisa obtidos por Fidalski et al. (2009) e Spera et al., (2009) afirmaram que em relação aos sistemas, ou seja, (I) trigo/soja, aveia branca/soja e ervilhaca/milho; (II) trigo/soja, aveia branca/soja e pastagem de aveia preta + ervilhaca/milho; (III) pastagens perenes da estação fria (festuca + trevo branco + trevo vermelho + cornichão); (IV) pastagens perenes da estação quente (pensacola +aveia preta + azevém + trevo branco + trevo vermelho + cornichão), e (V) alfafa para feno, observaram

melhorias do solo no aspecto agronômico, em relação aos valores verificados dois anos antes, quando estes experimentos já contavam com oito anos de duração, dados estes bastante consistentes para o que diz respeito as melhorias físicas e químicas do solo. Bertol et al. (2004) observaram que em plantio direto, a densidade de solo é maior na camada superficial e decresce nas maiores profundidades, e que a porosidade total comporta-se de modo inverso, visto que são atributos dependentes entre si.

O mesmo foi observado por Sarmiento et al. (2008), que verificaram maior densidade do solo na camada superficial. Trintinalio et al. (2005), verificaram valores diferentes de densidade do solo com aumento da profundidade, causando uma redução na porosidade total. Marchão et al. (2007), estudando a qualidade física de Latossolo em sistema de integração lavoura-pecuária no Cerrado, constataram maiores densidades de solo na camada de 0-0,05 m em área de *Urochloa* associada com soja sob plantio direto, demonstrando o efeito da compactação da camada superficial do solo e verificaram que, diferentemente do que ocorreu na pastagem, no sistema plantio convencional de soja durante quatro anos a densidade do solo aumentou em profundidade e este resultado foi atribuído à compactação da subsuperfície, durante a aração do solo para implantação da cultura.

Mello (2001) afirma que, no sistema de integração agricultura-pecuária, em áreas que foram pastejadas, a densidade do solo aumenta na camada superficial, porém não ultrapassa dez centímetros de profundidade e é facilmente rompida com o uso de sulcadores de hastes por ocasião da semeadura das culturas produtoras de grão. O autor afirma ainda que decorrido o tempo suficiente para a decomposição das raízes das plantas dessecadas os valores de densidade e resistência à penetração do solo tendem a diminuir e os de porosidade tendem a aumentar, propiciando melhoria no condicionamento físico do solo.

Na tabela 16, estão apresentados o desdobramento de densidade do solo para as forrageiras e a modalidade de semeadura. Nota-se que dentro da modalidade de semeadura, houve diferença significativa para o tratamento: Milho com forrageira semeado a lanço no mesmo dia da semeadura do milho (MFLAS), observando que a *Braquiária brizantha*, *B. ruzienses* e *Panicum Maximum* cv. Tanzânia, mostraram maiores densidades de solo na camada de 0,0 – 0,1 metros, em relação a cultivar de *Panicum maximum* cv Aries.

Tabela 16 - Valores médios obtidos do desdobramento para densidade do solo na profundidade de 0,0 -0,10 m, entre as espécies de forrageiras dentro das diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Modalidade de Semeadura (M)			
		MFL	MFLAS	MFLAC	ME
Forrageiras (F)	<i>U. brizantha</i>	1.57	1.58 a	1.51	1.59
	<i>U. ruzizienses</i>	1.55	1.58 a	1.53	1.59
	<i>P. maximum</i> cv. Tanzânia	1.57	1.57 a	1.59	1.59
	<i>P. maximum</i> cv. Áries	1.59	1.40 b	1.53	1.59
DMS	F	0.13			
	M	0.12			

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey a 10% de probabilidade. MFL- Milho com forrageira na linha; MFLAS- Milho com forrageira à lanço na semeadura; MFLAC- Milho com forrageira à lanço no estágio V₄ do milho e ME- Milho exclusivo.

Para efeito de comparações Chioderoli (2010), trabalhando na mesma linha de pesquisa em consorciação de forragens e milho com modalidades de semeadura na linha, entrelinha e cobertura, constatou que a *Urochloa ruzizienses* semeadas na linha, misturada com o adubo do milho, promoveu maiores valores de macroporosidade, porém não diferindo significativamente da *Urochloa decumbens*. No entanto, não evidenciou diferenças significativas em relação ao presente trabalho na densidade total do solo.

5 CONCLUSÃO

Não houve competição das forrageiras com o milho em relação às produtividades de grãos e palha de milho, sendo a produtividade de grãos do milho condizente com a cultura em alta tecnologia para a região.

A produtividade de palha foi suficiente para suprir o aporte anual recomendado para manutenção da estabilidade do sistema plantio direto.

O cultivo da soja em sequencia do milho, não apresentou diferenças para a produção de grãos, conforme as modalidades empregadas e tampouco as espécies forrageiras.

As consorciações em sequencia de culturas praticadas proporcionaram aumento na macroporosidade do solo.

REFERÊNCIAS

- AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Evolução das atividades lavoureiras e pecuária nos cerrados. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. Cap.01, p.25-58.
- AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J.; CARNEIRO, G. E. S.; SILVA, J. G.; DEL PELOSO, M. J. Bean production and white mould incidence under no-till system. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, East Lansing, v. 43, n.43, p. 150-151, 2000.
- 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, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: F.B.P.D.P., 2000. p.105-111.
- BARDUCCI, R. S.; COSTA, C.; CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, É.; PUTAROV, T. C.; SARTI, L. M. N. Produção de *Urochloa brizantha* e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.
- BERNARDES, L. F. **Semeadura de capim marandu em pós-emergência da cultura de milho para obtenção de cobertura morta em SPD**. 2003. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J.A.; LEITE, D.; AMARAL, A.J.; ZOLDAN JUNIOR., W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, n.1, p. 155-163, 2004.
- BORGHI, É.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.
- BONETTI, L. P. Cultivares e seu melhoramento genético. In: VERNETTI, F. J. **Soja: genética e melhoramento**. Campinas: Fundação Cargill, 1983. p. 741-794.
- BRANDT, E. A.; SOUZA L. C. F.; VITORINO, A. C. T.; MARCHETTI, M. E. Desempenho agrônomico de soja em função da sucessão de cultura em plantio direto. **Ciência & Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 869-874, 2006.
- BRAIDA, J. A. et al. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a densidade máxima obtida no ensaio Proctor. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, p. 605-614, 2006.
- BROCH, D. L. Integração agricultura-pecuária no centro Oeste do Brasil. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4., Uberlândia, 1999. **Plantio direto na integração lavoura pecuária**. Uberlândia: Ed. da UFB, 2000. p. 53-60.
- BROCH, D. L.; PITOL, C.; BORGES, E. P. **Integração agricultura pecuária: plantio da soja sobre pastagem na integração agropecuária**. Maracaju: Fundação MS para Pesquisa e

Difusão de Tecnologias Agropecuárias, 1997. 24 p. (FUNDAÇÃO MS. Informativo Técnico, 01).

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. **Anais...** Foz do Iguaçu: F. B. P. D. P., 2000. p. 145-152.

CARDOSO, E. G. et al. Sistema radicular da soja em função da compactação do solo no sistema de plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 3, p. 493-501, 2006.

CECCON, G. Milho safrinha com solo protegido e retorno econômico em Mato Grosso do Sul. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, v.16, n. 97, p. 17-20, 2007.

CONCEIÇÃO, P. C. et al. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 777-788, 2005.

COSTA, M. S. S. M.; PIVETTA, L. A.; COSTA, L. A. DE M.; PIVETTA, L. G.; CASTOLDI, G.; STEINER, F. Atributos físicos do solo e produtividade do milho sob sistemas de manejo e adubações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Jaboticabal, v. 5, n. 8, p. 810-815, 2011.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Levantamento de safra cultura da soja área plantada e produtividade, safra 2012/2013**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 05 jan. 2013.

CHIODEROLI, C. A. **Consortiação de *Urochloa* com milho outonal em sistema plantio direto como cultura antecessora da soja de verão na integração agricultura-pecuária**. 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistema de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010.

CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M. ; GRIGOLLI, P. J.; SILVA, J. O. R. ;CESARIN, A. L. Consortiação de braquiárias com milho outonal em plantio direto sob pivô central. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 6, p. 1101-1109, 2010.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; BORGHI, E.; MATEUS G. P. Integração lavoura-pecuária: Benefícios das gramíneas perenes nos sistemas de produção. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n.125, p. 1-15, 2009. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/D6F93101FA7A28CF83257A900014590D/\\$FILE/Page2-15-125.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/D6F93101FA7A28CF83257A900014590D/$FILE/Page2-15-125.pdf)>. Acesso em: 12 jan. 2012.

DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. Atributos físicos do solo e produtividade da soja em sistema de integração lavourapecuária com braquiária e soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.7, p.1180-1186, jul, 2012.

DIAS FILHO, M. B. Growth and biomass allocation of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *Brachiaria humidicola* under shade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 12, p. 2335-2341, 2000.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: CNPS, 2006. 306 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Brasília, 1997. 212 p. (EMBRAPA CNPS. Documentos, 1).

FIDALSKI, J.; BARBOSA, G. M. C.; AULER, P. A. M.; PAVAN, M. A.; BERALDO, J. M. G. Qualidade física do solo sob sistemas de preparo e cobertura morta em pomar de laranja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 1, p. 76-83, 2009.

FLORES, J. P. C. et al. Atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto em integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 4, p. 771-780, 2007.

FREITAS, F. C. L.; FERREIRA, L. R.; FERREIRA, F. A.; SANTOS, M. V.; AGNES, E. L.; CARDOSO, A. A.; JAKELAITIS, A. Formação de pastagem via consórcio de *Urochloa brizantha* com o milho para silagem no sistema de plantio direto. **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 1, p. 49-58, 2005.

GARCIA, R.; ROCHA, F. C.; BERNARDINO, F. S. Forrageiras utilizadas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: MANEJO INTEGRADO: INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA, 1., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p.331- 351.

GIAROLA, N. F. B. et al. Cultivares de soja sob plantio direto em Latossolo Vermelho compactado. **Agronomy Acta Scientiarum**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 641-646, 2009.

GONÇALVES, S. L.; FRANCHINI, J. C. **Integração lavoura-pecuária**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 8 p. (Circular Técnica, 44).

HEINRICHS, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FANCELLI, A. L. Produção e estado nutricional do milho em cultivo consorciado intercalar com adubos verdes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 225-230, 2002.

INGARAMO, O.E. **Indicadores físicos de la degradación del suelo**. 2003. 298 f. Tese (Doutorado) - Universidade da Coruña, La Coruña, 2003.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA. **Preços médios mensais recebidos pelos agricultores e área da produção de milho em 2006 à 2011**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/index.php>>. Acesso em: 17 fev. 2011.

JAKELAITIS, A.; DANIEL, T. A. D.; SIMÕES, E. A.; PEREIRA, L.; SOUZA, K. V. LUDTKE, J. Cultivares de milho e de gramíneas forrageiras sob monocultivo e consorciação; **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 40, n. 4, p. 380-387, 2010.

KANNO, T.; MACEDO, M. C. M.; CORRÊA, M. R. Produtividade de pastagens de Panicum maximum cv. Tanzânia estabelecidas após o cultivo de culturas anuais em sistemas

agropastoris. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. CD-ROM.

KÖPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra.** México: Fondo de Cultura Econômica, 1948. 479 p.

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

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H.; YOKOYAMA, L.P.; OLIVEIRA, I.P. COSTA, J.L.S.; SILVA, J.G.; VILELA, L.; BACELLOS, A.O.; MAGNABOSCO, C.U. **Sistema Santa Fé: tecnologia Embrapa: integração lavoura-pecuária pelo consórcio de culturas anuais com forrageiras, em áreas de lavoura, nos sistemas direto e convencional.** Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. 28 p. (Circular técnica, 38).

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, 2003a. p. 61-104.

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

LAMAS, F. M. Espécies para cobertura do solo e seus efeitos no algodoeiro. **Revista Brasileira de Oleaginosa e Fibrosas**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 55-63, 2007.

LANDERS, J. N. **Tropical crop-livestock systems in conservation agriculture: the Brazilian experience.** 2007. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2007. 92 p. (Integrated Crop Management, 5). Disponível em: <
<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1083e/a1083e.pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2012.

LANZANOVA, M. E. et al. Atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 1131-1140, 2007.

LAZARINI, E. **Avaliação das características agronômicas e análises nutricionais de genótipos de soja semeados em diferentes épocas, em Jaboticabal, SP.** 1995. 197 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

LIMA, E. V.; CRUSCIOL, C. A. C.; CAVARIANI, C.; NAKAGAWA, J. Características agronômicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja “safrinha” sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal e da calagem superficial. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, DF, v. 31, n. 1, p. 69-80, 2009.

LOSS, A. **Dinâmica da matéria orgânica, fertilidade e agregação do solo em áreas sob diferentes sistemas de uso no cerrado goiano.** 2011. 134 f. Tese (Doutorado em Agronomia - Ciência do Solo)- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2011.

MACHADO, L. A. Z.; ASSIS, P. G. G. Produção de palha e forragem por espécies anuais e perenes em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 4, p. 415-422, 2010.

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

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

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

MELLO, L. M. M.; PANTANO, A. C.; NARIMATSU, K. C. P. Integração agricultura-pecuária em plantio direto: consorciação braquiária e milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36., 2007, Bonito. **Anais...** Jaboticabal: SBEA, 2007. CD-ROM.

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

MENDONÇA, V. Z. **Conсорciação de milho com forrageiras: produção de silagem e palha para plantio direto de soja**. 2012. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

PANTANO, A. C. **Semeadura de braquiária em consorciação com milho em diferentes espaçamentos na integração agricultura-pecuária em plantio direto**. 2003. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira. 2003.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M.; LIMA, R. C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 5, p. 875-882, 2011.

PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S. Efeito de épocas de semeadura e densidades de plantas sobre o rendimento de cultivares de soja no estado de São Paulo. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 77, n. 2, p. 265-293, 2002.

PETEAN, L. P. et al. Altura de pastejo de aveia e azevém e qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférico sob integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**,

Londrina, v. 30, p. 1009-1016, 2009.

PITOL, C.; GOMES, E. L.; ERBES, E. I. Avaliação de cultivares de soja em plantio direto sobre brachiárias. In: FUNDAÇÃO MS. Resultados de pesquisa e experimentação: safra 2000/20001. Maracaju, p. 40-48, 2001.

PORTES, T. A.; CARVALHO, S. I. S.; OLIVEIRA, I. P. Análise do crescimento de uma cultivar de braquiária em cultivo solteiro e consorciado com cereais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1349-1358, 2000.

RESCK, D. V. S. Plantio direto: desafios para os cerrados: In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23, REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5, REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2, 1998, Caxambú. **Anais...** Caxambú: UFLA/SBCS/SBM, p. 32-33, 1998.

ROBERTSON, F. A.; MYERS, R. J.; SAFFIGNA, P. G. Nitrogen cycling in brigalow clay soils under pasture and cropping. **Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 35, n. 1, p. 1323-1334, 1997.

SANTOS, G.G.; SILVEIRA, P.M.; MARCHÃO, R.L.; BECQUER, T.; BALBINO, L.C. Macrofauna edáfica associada a plantas de cobertura em plantio direto em um latossolo vermelho do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.1, p.115-122, 2008.

SALTON, J. C. Opções de safrinha para agregação de renda nos cerrados. In: ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4., 1999, Uberlândia. **Plantio direto na integração lavoura-pecuária**. Uberlândia: Ed. da UFB, 2000. p. 189-200.
SARMENTO, P.; RODRIGUES, L. R. A.; CRUZ, M. C. P.; LUGÃO, S. M. B.; CAMPOS, F. P.; CENTURION, J. F.; FERREIRA, M. E. Atributos químicos e físicos de um Argissolo cultivado com *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR-86 Milênio, sob lotação rotacionada e adubado com nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 183-193, 2008.

SILVA, A. A.; JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R. Manejo de plantas daninhas no sistema integrado agricultura-pecuária. In: ZAMBOLIM, L.; FERREIRA, A. A.; AGNES, E. L. **Manejo integrado: integração agricultura-pecuária**. Viçosa: Suprema Gráfica Editora, 2004. p. 117-169, 2004.

SILVA, V. J.; CAMARGO, R.; WENDLING, B.; PIRES, S. C. Integração lavoura-pecuária sob sistema de plantio direto no Cerrado brasileiro. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 7, n. 12, p. 1-12, 2011.

SOUSA NETO, E. L. ANDRIOLI, I.; BEUTLER, A. N.; CENTURION, J. F. Atributos físicos do solo e produtividade de milho em resposta a culturas de pré-safra. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 43, n. 2, p. 255-260, 2008.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. F.; ANDRIGUETI, M.; CAO, E. Estoque de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetidos a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1829-1836, 2009.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Integração lavoura e pecuária e os atributos físicos de solo manejado sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 129-136, 2009.

TREIN, C.R. et al. 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, v. 15, p. 105-111, 1991.

TRINTINALIO, J.; TORMENA, C. A.; OLIVEIRA JÚNIOR, O.; MACHADO, L.; CONSTANTIN, J. Alterações nas propriedades físicas e químicas de um Latossolo Vermelho distrófico por diferentes manejos na entrelinha da cultura da pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 4, p. 753-759, 2005.

TSUMANUMA, G. M. **Desempenho do milho consorciado com diferentes espécies de *Urochloa*, em Piracicaba, SP**. 2004. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

VELINI, E. D.; NEGRISOLI, E. Controle de plantas daninhas em cana crua. In: CONGRESSO BRASILEIRO DA CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS, 22, 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 148-164.

VIEIRA, M. L.; KLEIN, V. A. Propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 6, p.1271-1280, 2007.

VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; MARTHA JUNIOR.; G. B.; KLUTHCOUSKI, J. Benefícios da integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. Cap. 5, p. 143-170.

ZIMMER, A. H.; EUCLIDES FILHO, K. Brazilian pasture and beef production. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1, 1997, Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 1997. p. 349-379.