UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

CONSORCIAÇÃO DE *Urochloas* COM MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO COMO CULTURA ANTECESSORA DA SOJA DE VERÃO

Carlos Alessandro Chioderoli

Engenheiro Agrônomo

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP

CÂMPUS DE JABOTICABAL

CONSORCIAÇÃO DE *Urochloas* COM MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO COMO CULTURA ANTECESSORA DA SOJA DE VERÃO

Carlos Alessandro Chioderoli

Orientador: **Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Ciência do Solo).

2013

Chioderoli, Carlos Alessandro
C532c Consorciação de urochloas com milho em sistema plantio direto como cultura antecessora da soja de verão / Carlos Alessandro Chioderoli. – Jaboticabal, 2013
xviii, 174 p.; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013
Orientador: Carlos Eduardo Angeli Furlani
Banca examinadora: Renato Levien, Luiz Malcolm Mano de Mello, Marcílio Vieira Martins Filho, Teresa Cristina Tarlé Pissarra
Bibliografia

1. Cobertura do solo. 2. Desempenho operacional. 3. Física do solo. 4. Palhada. 5. Química do solo. 6. Rotação de culturas. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.543:633.15

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

unesp **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**

CAMPUS DE JABOTICABAL

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CONSORCIAÇÃO DE Urochloas COM MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO COMO CULTURA ANTECESSORA DA SOJA DE VERÃO

AUTOR: CARLOS ALESSANDRO CHIODEROLI

ORIENTADOR: Prof. Dr. CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM AGRONOMIA (CIÊNCIA DO SOLO), pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. CARLOS EDUARDO ANGELI FURLANI
Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Prof. Dr. RENATO LEVIEN
Universidade Federal do Rio Grande do Sul / Porto Alegre/RS

Prof. Dr. LUIZ MALCOLM MANO DE MELLO
Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira

Prof. Dr. MARCILIO VIEIRA MARTINS FILHO
Departamento de Solos e Adubos / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Profa. Dra. TERESA CRISTINA TARLE PISSARRA
Departamento de Engenharia Rural / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal

Data da realização: 04 de março de 2013.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

CARLOS ALESSANDRO CHIODEROLI – nascido em Glicério, São Paulo, no dia 24 de Maio de 1985, filho de Luiz Carlos Chioderoli e Romilda Zanela Chioderoli. Cursou o Ensino Fundamental na Escola Estadual Maria Mathilde Castein Castilho, na cidade de Glicério – SP, cursando logo após o ensino médio no Instituto Noroeste, na cidade de Birigui – SP com término em Dezembro de 2002. Ingressou no ensino superior em Agronomia no ano de 2003, na Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Ilha Solteira, com trabalho de graduação desenvolvido na área de Integração Lavoura-Pecuária, concluindo-o no ano de 2007. No mesmo Campus, em março de 2008 iniciou o curso de Mestrado em Sistemas de Produção como Bolsita FAPESP, desempenhou estágio de docência junto à disciplina de Mecância e Mecanização Agrícola, ministrou palestras e aulas práticas referentes à mesma disciplina, obtendo em fevereiro de 2010 o título de Mestre. No mesmo ano, inciou o curso de Doutorado em Ciência do Solo com Bolsa FAPESP, na mesma Universidade, porém no Câmpus de Jaboticabal, participou de bancas de trabalho de graduação e co-orientou alunos dos cursos de Agronomia. Participou de congressos nacionais e internacionais e publicou artigos científicos em periódicos arbitrados referente a áreas de Máquinas e Mecanização Agrícola com ênfase na integração lavoura-pecuária.

Aos meus pais
Luiz Carlos Chioderoli e Romilda Zanela Chioderoli, pelo amor, carinho, dedicação e confiança. Amo vocês.
DEDICO

A minha esposa Maria Gabriela Fontanetti Rodrigues Chioderoli, pelo carinho, dedicação, confiança, paciência e incentivo, e a minha maravilhosa filha Beatriz que esta por vir. Amo muito vocês.
OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus por permitir vencer mais uma etapa de minha vida.

Manifesto a minha gratidão ao Professor Doutor Carlos Eduardo Angeli Furlani, orientador desse trabalho, pela dedicação, confiança, apoio e principalmente, pela amizade, pela grande contribuição à minha vida acadêmica e profissional.

Ao pesquisador, professor e amigo Rouverson Pereira da Silva pela imensa atenção e constante ajuda.

Ao meu amigo Luiz Malcolm Mano de Mello, por participar de grandes momentos de minha vida e contribuir substancialmente para minha formação.

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, UNESP, Campus de Jaboticabal, seu corpo docente e funcionários, pela formação e pela valiosa oportunidade proporcionada para a realização desse curso.

Aos distintos amigos Rafael Henrique de Freitas Noronha e Larissa, pela grande amizade e parceria formada.

Aos meus sogros Rogério de Oliveira Rodrigues e Luzia Marta Fontanetti Rodrigues pela confiança, paciência e incentivo.

Ao meu cunhado Hairtom Kelsine e minha irmã Graziela Chioderoli pela amizade e incentivo.

Aos meus padrinhos Itamar Andreatta e Edilene Andreata e meus “avós” Hilário Andreatta e Mércia Andratta pela amizade, contribuição profissional e emocional nessa nova etapa de minha vida.

Aos meus tios, tias, primos e primas que de uma forma ou de outra participaram da minha formação profissional e intelectual.

Aos amigos da pós-graduação Leomar, Marcelo Cassia, Marcelo BM, Ariel, Rafael Bertonha, Fábio Cavichioli, Cristiano, Murilo Aparecido, Murilo Coelho, Érica, Melina e Vicente Filho pela ajuda durante o curso e pelos bons momentos junto.

Aos assistentes do LAMMA, Aparecido Alves (Cidão), Sebastião F. da Silva (Tiãozinho), Valdecir Aparecido (Maranhão), pela grande colaboração na realização dos trabalhos e amizade.

Ao Departamento de Engenharia Rural, e aos funcionários do departamento, muito obrigado, pois todos de alguma forma colaboraram para esse momento.

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pela concessão da bolsa de estudo, permitindo assim uma dedicação integral à pesquisa.

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

Aos professores Renato Levien, Luiz Malcolm Mano de Mello, Marcílio Vieira Martins Filho, Teresa Cristina Tarlé Pissarra, pelas sugestões como membros da banca examinadora.

À Fazenda de Ensino e Pesquisa, assim como todos os funcionários, pela concessão da área e condições para a realização deste trabalho e pelo apoio em todas as etapas desenvolvidas.

Aos funcionários da Seção de Pós-Graduação, pelo excelente atendimento.

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

MUITO OBRIGADO!

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS..... v
LISTA DE FIGURAS..... xiv
LISTA DE EQUAÇÕES..... xv
RESUMO..... xvii
ABSTRACT..... xviii
1. INTRODUÇÃO..... 1
2. REVISÃO DE LITERATURA..... 3
2.1. Sistema Plantio Direto e produção de palhada..... 3
2.2. Consórcios de Urochloas com milho..... 6
2.3. Atributos físicos do solo..... 11
2.4. Atributos químicos do solo..... 15
2.5. Soja em palhada de forrageira no sistema plantio direto..... 17
2.6. Desempenho operacional do conjunto trator-semeadora..... 19
3. HIPÓTESE..... 23
4. OBJETIVO..... 24
5. MATERIAL E MÉTODOS..... 25
5.1 Material..... 25
5.1.1 Localização da área experimental..... 25
5.1.2 Descrição do clima e dados de precipitação..... 26
5.1.3 Solo e histórico da área..... 28
5.1.4 Insumos básicos..... 29
5.1.4.1 Sementes..... 29
5.1.4.2 Fertilizantes..... 29
5.1.4.3 Tratamento de sementes e Inoculação..... 30
5.1.4.4 Defensivos Agrícolas..... 30
5.1.5 Máquinas e equipamentos..... 31
5.2 Métodos..... 33
5.2.1 Análise Estatística..... 33
5.2.2 Descrição dos tratamentos..... 35
5.2.2.1 Safra de Outono/Inverno..... 35

5.2.2.2 Safra de Verão..... 38
5.2.3 Determinação dos atributos físicos e químicos do solo..... 38
5.2.4 Aquisição de dados..... 39
5.2.5 Desempenho operacional do conjunto-trator-semeadora..... 40
5.2.5.1 Velocidade de deslocamento e capacidade de campo efetival e operacional..... 40
5.2.5.2 Força e potência média na barra de tração..... 41
5.2.5.3 Patinagem dos rodados do trator..... 42
5.2.5.4 Consumo horário e operacional de combustível..... 43
5.2.6 Avaliações fitotécnicas e componentes de produção na cultura do milho..... 44
5.2.6.1 Número médio de dias para a emergência de plântulas de milho... 44
5.2.6.2 Distribuição longitudinal de plântulas de milho..... 45
5.2.6.3 População inicial e final de plantas..... 45
5.2.6.4 Altura de planta, altura de inserção de 1ª espiga e diâmetro do colmo..... 46
5.2.6.5 Número de fileiras de grãos por espiga e número de grãos por fileira..... 46
5.2.6.6 Produção de grãos..... 46
5.2.6.7 Massa de mil grãos..... 47
5.2.6.8 Produção de matéria seca da palhada do milho e da soja..... 47
5.2.7 Características agronômicas das *Urochloa*..... 47
5.2.7.1 Produção de matéria seca..... 47
5.2.7.2 Cobertura do solo..... 48
5.2.8 Avaliações fitotécnicas e componentes de produção na cultura da soja..... 48
5.2.8.1 Altura de planta e de inserção de 1ª vagem e número de vagens por planta..... 48
5.2.8.2 Produção de grãos..... 48
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 49
6.1 Primeiro ano agrícola..... 49
6.1.1 Atributos físicos do solo..... 49

6.1.2 Atributos químicos do solo..... 55
6.1.3 Teor de água no solo e resistência mecânica do solo à penetração..... 68
6.1.4 Avaliações na cultura do milho..... 69
6.1.4.1 Distribuição longitudinal de plantas, número de dias para emergência e matéria seca inicial de palha..... 69
6.1.4.2 População final de plantas, massa de mil grãos e produção de grãos..... 72
6.1.4.3 Altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira..... 76
6.1.4.4 Produção de matéria seca de palhada do milho, matéria seca da palhada de Urochoa e matéria seca total de palhada..... 81
6.1.4.5 Cobertura do solo..... 84
6.1.5 Avaliações na cultura da Soja..... 89
6.1.5.1 População final, produção de grãos e matéria seca de palhada de soja..... 89
6.1.5.2 Altura de planta, altura de inserção de 1ª vagem e número de vagens por planta..... 91
6.1.6 Desempenho operacional: Semeadura de soja sobre palhada do sistema de consórcio de milho com *Urochloa.....* 93
6.2 Segundo ano agrícola..... 99
6.2.1 Atributos físicos do solo..... 99
6.2.2 Atributos químicos do solo..... 104
6.2.3. Teor de água no solo e resistência mecânica do solo à penetração.... 117
6.2.4 Avaliações na cultura do milho..... 119
6.2.4.1 Distribuição longitudinal de plântula, número de dias para emergência e massa seca inicial de palhada..... 119
6.2.4.2 População final de plantas, massa de 1000 grãos e produção de grãos..... 121
6.2.4.3 Altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro de colmo, número de espigas, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira..... 123

6.2.4.4 Produção de matéria seca de palhada do milho, matéria seca da palhada de forrageira e matéria seca total de palhada..... 127

6.2.4.5 Cobertura do solo..... 129

6.2.5 Avaliações na cultura da Soja..... 135

6.2.5.1 População final, produção de grãos e matéria seca de palhada da soja..... 135

6.2.5.2 Altura de planta, altura de inserção de 1ª vagem e número de vagens por planta..... 137

6.2.6 Desempenho operacional: Semeadura de soja sobre palhada do sistema de consórcio de milho com *Urochloa*..... 139

7. CONCLUSÕES..... 145

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 146

9.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 147

LISTA DE TABELAS

Tabelas **Página**

1. Valores médios de macroporosidade e microporosidade 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 épocas de amostragens..... 50
2. Valores médios de porosidade total e 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 épocas de amostragens..... 52
3. Valores médios obtidos do desdobramento de densidade do solo na profundidade de 0,20 -0,30 m, entre as espécies de forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem..... 54
4. Teste F realizado para os atributos químicos do solo em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragem..... 56
5. Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0,0 - 0,10 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragem..... 57
6. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de Fósforo, entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem..... 58
7. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de Potássio, entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem..... 59
8. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de Magnésio, entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem..... 60
9. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de Soma de Bases (SB), entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem..... 61

10. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de Capacidade de troca catiônica (T), entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem..... 62
11. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de Capacidade de troca catiônica (T), entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem..... 63
12. Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0,10 – 0,20 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragem..... 64
13. Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0,20 – 0,30 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragem..... 66
14. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de Potássio, entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem..... 67
15. Valores médios de resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) avaliados na camada de 0,0 - 0,10 m, 0,10 -0,20 m e 0,20 - 0,30 m em função das modalidadse de semeadura, espécies forrageiras e das épocas de amostragens……..……... 69
16. Valores médios obtidos para distribuição longitudinal de plantas de milho, número de dias de emergência (NDE) e matéria seca inicial de palha no sistema de consorciação de Urochoas com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 70
17. Valores médios obtidos para distribuição normal de plantas de milho – N, distribuição falha – F, número de dias para emergência de plantas de milho – NDE e matéria seca inicial de palha - MSI no sistema de consorciação de Urochoas com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 72
18. Valores médios obtidos para população inicial e final de plantas, massa seca de mil grãos e produção de grãos de milho no sistema de consorciação de *Urochloas* com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 73

19. Valores médios obtidos do desdobramento para massa de mil grãos (kg), entre as espécies forrageiras dentro das diferentes modalidades de semeadura..... 74
20. Valores médios obtidos para população inicial - PI e população final - PF, massa de mil grãos - MG e produtividade de grãos – PG no sistema de consorciação de Urochoas com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 75
21. Valores médios obtidos para altura de plantas, altura de inserção de primeira espiga e diâmetro de colmo nos sistemas de consorciação de *Urochoas* com diferentes modalidades de semeadura..... 77
22. Valores médios obtidos do desdobramento para Altura de Inserção de primeira espiga de plantas de milho, entre as espécies forrageiras dentro das diferentes modalidades de semeadura..... 78
23. Valores médios obtidos para altura de planta - AP, altura de inserção de primeira espiga – AIE e diâmetro basal do colmo – DC no sistema de consorciação de *Urochoas* com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 79
24. Valores médios obtidos para número de fileiras e número grãos por fileira no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 80
25. Valores médios obtidos para número de fileiras – NF e número grãos por fileira – NGF no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 81
26. Valores médios obtidos para matéria seca de palhada do milho, matéria seca de *Urochoa* e matéria seca total de palhada no sistema de consorciação de *Urochoas* com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 82
27. Valores médios obtidos para matéria seca de palhada do milho – MSM, matéria seca de palhada das forrageiras – MSF e matéria seca total de palhada – MST no sistema de consorciação de *Urochoas* com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 84

28. Valores médios obtidos para porcentagem de cobertura do solo após a semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com forrageiras..... 85
29. Valores médios obtidos do desdobramento de porcentagem de cobertura aos 7 dias após semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com forrageiras..... 86
30. Valores médios obtidos para porcentagem de cobertura do solo após a semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com *Urochoas* avaliados sob os tratamentos de consórcio de milho com forrageiras e no milho exclusivo..... 86
31. Valores médios de população final, produção de grãos e de massa seca de palhada de soja sobre palhada de milho consorciado com três espécies de forrageiras semeadas em diferentes modalidades..... 90
32. Valores médios obtidos para população final de milho - PF, produção de grãos – PG e matéria seca de palhada da soja – MSS no sistema de consorciação de *Urochoas* com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 91
33. Valores médios obtidos para altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, número de vagens por planta no sistema de consorciação de *Urochoas* com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 92
34. Valores médios obtidos para altura de plantas – AP, altura de inserção de primeira vagem – AIV e número de vagens por planta – NV no sistema de consorciação de *Urochoas* com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 93
35. Valores médios obtidos para velocidade de semeadura de soja, patinagem das rodas dianteiras e rodas traseiras, força de tração média e potência média na barra de tração na operação de semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com *Urochoas*..... 95

36. Valores médios obtidos para velocidade de semeadura de soja– V, patinagem em porcentagem dos rodados dianteiro (PRD) e traseiro (PRT), força de tração média – FT e potência média na barra de tração – PB no sistema de consorciação de *Urochoas* com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 96
37. Valores médios obtidos para consumo de combustível horário, consumo por área, consumo de energia, capacidade de campo efetiva e capacidade de campo operacional na operação de semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com *Urochoas*..... 97
38. Valores médios obtidos para consumo de combustível horário – CH, consumo por área – CHA, consumo de energia – CE, capacidade de campo efetiva CCe e capacidade de campo operacional CCo avaliados sob os tratamentos de consórcio de milho com forrageiras e no milho exclusivo..... 98
39. Valores médios para os teores de macroporosidade e microporosidade 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..... 100
40. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de macroporosidade do solo na profundidade de 0,20 -0,30 m, entre as espécies de forrageiras dentro das diferentes modalidades de semeadura. 102
41. Valores médios de porosidade total e 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..... 103
42. Análise de variância para os atributos químicos do solo em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragem..... 105
43. Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0,0 - 0,10 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragem..... 106

44. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de fósforo na profundidade de 0,0-0,10 m, entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem..... 108
45. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de acidez potencial (H+Al) na profundidade de 0,0-0,10 m, entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem..... 109
46. Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0,10 - 0,20 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragem..... 110
47. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de fósforo na camada de 0,10-0,20 m, entre as modalidades de semeadura dentro das diferentes épocas de amostragem..... 111
48. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de magnésio, entre as espécies forrageiras dentro das diferentes modalidades de semeadura..... 112
49. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de Soma de Bases (SB), entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem..... 113
50. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de Soma de Bases (SB), entre as modalidades de semeadura dentro das diferentes épocas de amostragem..... 113
51. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de saturação por bases (V%), entre as espécies forrageiras dentro das diferentes modalidades de semeadura..... 114
52. Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0,20 - 0,30 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragem..... 115
53. Valores médios obtidos do desdobramento dos valores de Soma de bases (SB), entre as modalidades de semeadura dentro das diferentes épocas de amostragem..... 116

54. Valores médios obtidos do desdobramento dos valores de saturação por bases (V%), entre as modalidades de semeadura dentro das diferentes épocas de amostragem..... 117
55. Valores médios de resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) avaliados na camada de 0,0 - 0,10 m, 0,10 -0,20 m e 0,20 - 0,30 m em função das modalidadse de semeadura, espécies forrageiras e das épocas de amostragens……. 118
56. Valores médios obtidos para distribuição longitudinal de plantas de milho e número de dias para emergência no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 120
57. Valores médios obtidos para distribuição normal de plantas de milho – N (%), distribuição falha – F (%) e número de dias para emergência de plantas de milho – NDE (dias) no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 121
58. Valores médios obtidos para população inicial e final de plantas, massa de mil grãos e produção de grãos de milho no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 122
59. Valores médios obtidos para população inicial - PI e população final - PF, massa de cem grãos e produtividade de grãos – PG no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 123
60. Valores médios obtidos para altura de plantas, altura de inserção de primeira espiga e diâmetro de colmo nos sistemas de consorciação de forrageiras com diferentes modalidades de semeadura..... 124
61. Valores médios obtidos para altura de planta - AP, altura de inserção de primeira espiga – AIE e diâmetro basal do colmo – DC no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 125
62. Valores médios de número de espigas de milho, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira nos sistemas de consorciação de forrageiras com diferentes modalidades de semeadura..... 126

63. Valores médios obtidos para número de fileiras – NF e número grãos por fileira – NGF no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 127
64. Valores médios obtidos para matéria seca de palhada do milho, matéria seca de forrageira e matéria seca total de palhada no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 128
65. Valores médios obtidos para matéria seca de palhada do milho – MSM, matéria seca de palhada das forrageiras – MSF e matéria seca total de palhada – MST no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 129
66. Valores médios obtidos para porcentagem de cobertura do solo após a semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com forrageiras..... 130
67. Valores médios obtidos do desdobramento de porcentagem de cobertura aos 28 dias após semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com forrageiras..... 131
68. Valores médios obtidos para porcentagem de cobertura do solo após a semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com forrageiras avaliados sob os tratamentos de consórcio de milho com forrageiras e no milho exclusivo..... 132
69. Valores médios de população final, produção de grãos e de massa seca de palhada de soja sobre palhada de milho consorciado com forrageiras semeadas em diferentes modalidades..... 135
70. Valores médios obtidos para população final de milho - PF, produtividade de grãos – PG e matéria seca de palhada da soja – MSS no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 137
71. 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..... 138

72. Valores médios obtidos para altura de plantas – AP, altura de inserção de primeira vagem – AIV e número de vagens por planta – NV no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 139
73. Valores médios obtidos para velocidade de semeadura, patinagem das rodas dianteiras e rodas traseiras, força de tração média e potência média na barra de tração na operação de semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com forrageiras..... 140
74. Valores médios obtidos para velocidade de semeadura – V, patinagem em porcentagem dos rodados dianteiro (PRD) e traseiro (PRT), força de tração média – FT e potência média na barra de tração – PB no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura..... 141
75. Valores médios obtidos para consumo de combustível horário – CH, consumo por área – CHA, consumo de energia - CE, capacidade de campo efetiva – CCe e capacidade de campo operacional CCo avaliados sob os tratamentos de consórcio de milho com forrageiras e no milho exclusivo..... 142
76. Valores médios obtidos para consumo de combustível horário – CH, consumo por área – CHA, consumo de energia – CE, capacidade de campo efetiva – CCE e capacidade de campo operacional avaliados sob os tratamentos de consórcio de milho com forrageiras e no milho exclusivo..... 143

LISTA DE FIGURAS

Figuras **Página**

1. Imagem da área experimental..... 25
2. Precipitação pluvial (mm), médias de temperatura máxima, mínima e média (ºC) durante a condução do experimento. Jaboticabal, ano agrícola 2010/11 e 2011/12..... 27
3. Balanço hídrico (mm) referente ao período da condução do experimento. Jaboticabal, ano agrícola 2010/11 e 2011/12..... 28
4. Croqui da área experimental..... 36
5. *Urochloa* semeada na linha..... 37
6. *Urochloa* semeada na entrelinha..... 37
8. *Urochloa* semeada à lanço em V_4..... 37
9. Colheita do milho..... 37
10. Palhada de milho e *Urochloa*..... 37
11. Cobertura do solo pelo consórcio de milho com *Urochloas*..... 38
12. Soja sobre palhada dos consórcios..... 38
13. Micrologger *CR23X* montado no trator..... 40
14. Unidade de radar montado no trator..... 40
15. Célula de carga..... 41
16. Medidor de consumo de combustível..... 43
17. Porcentagem de cobertura do Solo após semeadura de soja sobre palhada de milho consorciado com *Urochoas* em diferentes modalidades de semeadura. a) Porcentagem de cobertura de MFL; b) Porcentagem de cobertura de MFE; c) Porcentagem de cobertura de MFC; d) Porcentagem de cobertura de MFLA. (▲) *U. brizantha;* (■) *U. Ruzizienses* e (-) Testemunha..... 88
18. Porcentagem de cobertura do Solo após semeadura de soja sobre palhada de milho consorciado com *Urochoas* em diferentes modalidades de semeadura. a) Massa seca residual de MFL; b) Massa seca residual de MFE; c) Massa seca residual de MFC; d) Massa seca residual de MFLA. (▲) *U. brizantha;* (■) *U. Ruzizienses* e (-) Testemunha..... 134

LISTA DE EQUAÇÕES

Equações **Página**

1. Capacidade de campo efetiva..... 41
2. Potência média na barra de tração..... 42
3. Patinagem dos rodados 42
4. Consumo volumétrico de combustível..... 43
5. Consumo operacional de combustível..... 44
6. Número médio de dias para emergência das plântulas de milho..... 44
7. Massa de grãos a 13% de umidade..... 46

LISTA DE QUADROS

Quadros **Página**

1. Cronograma das atividades realizadas durante a condução do experimento... 26
2. Análise de variância para o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial (2x5x3) para os atributos físicos e químicos do solo..... 34
3. Análise de variância para o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial (2x4) para as características agronômicas do milho, soja e desempenho operacional..... 34
4. Análise de variância para o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial com uma testemunha (2x4+1) para as características agronômicas do milho, soja e desempenho operacional..... 34

CONSORCIAÇÃO DE *Urochloas* COM MILHO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO COMO CULTURA ANTECESSORA DA SOJA DE VERÃO

RESUMO - A sustentabilidade do sistema plantio direto está inteiramente ligada ao uso e manejo do solo, com o propósito de utilizar tecnologias que promovam o acúmulo de matéria seca no solo; fato imprescindível para tornar o sistema sustentável e lucrativo. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar as variações de alguns atributos físicos e químicos do solo; avaliar a melhor época e modalidade de semeadura de duas espécies de *Urochloas* em consórcio com o milho, bem como avaliação dos parâmetros operacionais na semedura de soja sobre palhada dos consórcios. O experimento foi instalado nos anos agrícolas de 2010/11 e 2011/12 em área experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola da UNESP/Jaboticabal-SP, em Latossolo Vermelho eutroférrico típico, textura argilosa, com delineamento experimental em blocos casualizados com 9 tratamentos em esquema fatorial 2x4+1, com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por duas espécies de *Urochoas* (*Urochloa brizantha* e *Urochloa ruzizienses*) e quatro modalidades de consórcio das *Urochoas* com o milho: MFL- Milho com *Urochoa* na linha de semeadura do milho; MFE- Milho com *Urochoa* na entrelinha; MFC- Milho com *Urochoa* na entrelinha semeada junto ao adubo de cobertura do milho no estádio V_4; MFLA- Milho com *Urochoa* à Lanço no estádio V_4 do milho; TESTEMUNHA- Milho exclusivo. Os resultados demonstraram que a consorciação e a sequência de culturas praticadas proporcionaram aumento na macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo nas camadas de 0,0-0,30m, com redução significativa da densidade do solo, principalmente no segundo ano agrícola, bem como aumento significativo dos atributos químicos do solo sob o consórcio de milho com *Urochloas ruzizienses* ao decorrer dos anos agrícolas. A maior produção de matéria seca total de palhada foi para o milho com forrageira na entrelinha, além da maior produção de grãos de milho, porém com maior demanda energética do conjunto trator-semeadora no primeiro ano agrícola. Para os dois anos agrícolas, a produção de grãos das culturas do milho e soja dentro dos consórcios foi igual aos valores do milho exclusivo, sendo que o maior aporte de palhada produzido pelo consórcio não afetou o consumo volumétrico e operacional de combustível, bem como a capacidade de campo efetiva e operacional do conjunto trator-semeadora. Todos os tratamentos produziram boa quantidade de palhada, suficiente para manutenção da estabilidade do sistema de plantio direto e com resultados superiores ao milho exclusivo.

Palavras chave: cobertura do solo, desempenho operacional, física do solo, palhada, química do solo, rotação de culturas.

INTERCROPPING OF *Urochloas* WITH MAIZE IN NO-TILLAGE SYSTEM CULTIVATED BEFORE SUMMER SOYBEAN

ABSTRACT - The sustainability of no tillage system is fully linked to the soil use and management, in order to utilize technologies that promote the accumulation of dry matter in the soil, an essential fact to bring the system sustainable and profitable. The aim of this study was to characterize the variations of some physical and chemical soil properties; evaluate the best time and method of seeding of two species of Urochloas intercropped with maize, as well as evaluation of operational parameters in soybean seeding on the consortiums straw. The experiment was carried in agricultural years of 2010/11 and 2011/12 in the experimental area of the Machinery and Agricultural Mechanization Laboratory of UNESP/Jaboticabal-SP, in typic eutroferric red latossol, clay texture, in complete randomized blocks with 9 treatments in factorial design 2x4+1, with 4 replications.The treatments were constituted by two species of *Urochoas* (*Urochloa brizantha* and *Urochloa ruzizienses*) and four modalities of *Urochoas* intercroped with maize: MFL (Maize with *Urochloa* in the maize seeding row), MFE (Maize with *Urochloa* sowed between rows) MFC (*Urochloa* sowed between maize rows along with the manure at the V_4 stage); MFLA (Maize with *Urochloa* planted by throwing at the V_4 stage) and Control (Exclusive Maize). The results showed that the intercropping systems and sequence of cultivated crops promoted increased on the macroporosity, microporosity and total porosity of the soil in layers of 0.0 to 0.30 m, with a significant reduction in the density of the soil, especially in the second growing season, as well as significant increase of the soil chemical properties under the intercropping maize with *Urochloas* ruzizienses through the growing seasons. The highest production of straw total dry matter was for maize with *Urochloa* sowed between rows, beyond the increased production of maize grain, but with higher energy demand of the tractor-seeder in the first growing season. For the both growing seasons, grain production of maize and soybean crops within the consortiums was equal to the values of maize without intercropping, and the higher amount of straw produced by the consortium did not affect the volumetric consumption and operating fuel as well as the effective and operational field capacity of the tractor-seeder. All treatments produced good amount of straw, enough to maintain the stability of the no tillage system and with results better than the control.
Keywords: soil covering operational performance, soil physical, straw, soil chemistry, crop rotation.

1. INTRODUÇÃO

Na região oeste do Estado de São Paulo e nas regiões mais baixas do cerrado, a distribuição irregular das chuvas dificulta a implantação de culturas de outono/inverno, quer seja para grãos ou para formação de palhada para o sistema plantio direto (SPD). Outro aspecto relevante é o fato das condições climáticas dessas regiões favorecerem a rápida decomposição da palhada, dificultado a adoção do SPD pelos agricultores. Uma alternativa é a antecipação da semeadura e do estabelecimento dessas culturas em período favorável ao seu desenvolvimento. A semeadura de gramíneas forrageiras em consórcio com a cultura do milho tem mostrado bons resultados no que diz respeito à quantidade de palhada produzida, porém essa prática requer estudos para estabelecer qual a melhor espécie ou cultivar de forrageira usar, qual o melhor método de consórcio, melhor época de semear em relação à época da semeadura do milho, o comportamento desses consórcios na safra de outono, mudanças nas características físicas e químicas do solo, bem como o desempenho operacional do conjunto trator-semeadora sobre a palhada.

No sistema de integração lavoura-pecuária (ILP), a produção de culturas de grãos, especialmente o milho, consorciadas com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Urochloa,* é conhecida como Sistema Santa Fé, que visa à produção da forrageira na entressafra e palhada para o SPD. Aliado a isso, o ILP é uma tecnologia que facilita a rotação de culturas, promovendo aumento do aporte anual de palhada e melhoria do sistema água-solo-planta. No consórcio do milho com *Urochoa*, a forrageira pode ter dupla finalidade, servindo como alimento para a exploração pecuária, a partir do final do verão até início da primavera, e na formação de palhada para o SPD.

A ILP além de proporcionar maiores quantidades de palhada, podem melhorar as condições físicas e químicas do solo, bem como a produção das culturas semeadas sobre esse sistema, pois as forrageiras utilizadas possuem grande volume de raízes que exploram principalmente as camadas superficiais do solo, melhorando a agregação, estruturação e penetração das raízes para melhor

desenvolvimento do sistema radicular das culturas de verão.

No consórcio, a semeadura da *Urochoa* 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 *Urochoa* poderá influenciar de maneira negativa na produtividade de palhada e até mesmo o desenvolvimento da cultura do milho. Portanto, o arranjo espacial de plantas de milho na área poderá beneficiar o desenvolvimento da gramínea produtora de grão, assim como a forma de consorciação.

Além disso, a variação das características físicas do solo, associadas ao maior volume de palhada proporcionado pelo consórcio de milho com forrageiras, pode afetar o desempenho do conjunto trator-semeadora, proporcionando maior ou menor demanda energética sobre os diferentes aportes de palha produzidos. Entretanto, o uso alternativo dos consórcios podem proporcionar o aumento direto na produtividade de grãos das culturas, o que implica em maiores lucros, melhor balanço energético e maior sustentabilidade do sistema produtivo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Sistema Plantio Direto e produção de palhada

A técnica do plantio direto consiste no mais baixo grau de mobilização do solo, em todos os seus aspectos (extensão de superfície do terreno trabalhada, profundidade de preparo e grau de fragmentação do volume de solo mobilizado). Nesse método, o solo é rompido apenas para se colocar nele as sementes ou mudas/partes vegetativas das plantas, ficando os resíduos culturais remanescentes de culturas anteriores quase todos na superfície (OLIVEIRA et al., 2012).

A vantagem desse sistema está associada ao fato da palhada acumulada pelas culturas de cobertura e restos vegetais de lavouras comerciais criarem ambientes favoráveis à recuperação e manutenção da qualidade do solo (MENEZES, 2002). A manutenção do solo estruturado e coberto com plantas vivas ou com palhada é fator chave para que o solo suporte a ação mecânica das máquinas agrícolas, sem que haja compactação. Entretanto, a persistência da palhada no solo depende das condições de teor de água e temperatura, que no Brasil, em geral, se apresentam elevadas durante boa parte do ano, resultando em rápida decomposição da fitomassa depositada. As taxas de decomposição dos materiais de cobertura estão diretamente relacionadas com a natureza do material vegetal, o volume, a fertilidade do solo, o manejo da cobertura e as condições climáticas que, por sua vez, afetam a atividade microbiológica do solo (KLIEMANN et al., 2006).

A velocidade de decomposição dos resíduos culturais determina o tempo de permanência da cobertura morta na superfície do solo. Quanto mais rápida for a sua decomposição, maior será a velocidade de liberação dos nutrientes, diminuindo, entretanto, a proteção do solo. Por outro lado, quanto mais altos forem os conteúdos de lignina e a relação C/N nos resíduos, mais lenta será a sua decomposição (FLOSS, 2000). As gramíneas em geral apresentam decomposição lenta, sendo que para leguminosas o processo é mais rápido. Outro processo que afeta o manejo de resíduos é o grau de mobilização do solo, que pode variar em extensão de superfície do terreno trabalhado, em profundidade de preparo e em grau de fragmentação da

massa de solo mobilizada. Decorrente disso, eles variam quanto à percentagem de cobertura do solo por resíduos culturais e aos graus de rugosidade e consolidação superficiais do solo (GILLES et al., 2009).

No que se refere às gramíneas, Kliemann et al. (2006), avaliando a taxa de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em latossolo vermelho distroférrico, utilizando *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em cultivo solteiro; consorciado com milho; guandu anão; milheto; capim mombaça; sorgo granífero e estilosantes, observaram que para a *Brachiaria* em cultivo solteiro e consorciado apresentou menores perdas relativas de massa das palhadas aos 150 dias.

Além de a palhada garantir a manutenção do SPD e proporcionar a cobertura do solo, promove ainda maior conservação da água, menor variação da temperatura do solo e minimização de incidência de doenças, tais como o mofo branco, podridão de *Fusarium* e *Rhizoctonia* por ação alelopática resultante da microflora do solo sobre os patógenos, e maior capacidade de supressão física das plantas daninhas, podendo reduzir consideravelmente o uso de herbicidas (KLUTHCOUSKI e YOKOYAMA, 2003).

Com a adoção do SPD, a ausência de revolvimento do solo e manutenção de cobertura, seja esta viva ou morta, pode afetar a dinâmica de infestação de plantas daninhas, diminuindo-as. De acordo com Cordeiro et al. (2006), no cultivo de milho convencional observou-se aumento da população de plantas de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) comparado ao milho em área de SPD. O SPD recupera o teor de carbono orgânico do solo, e quando complementado com o sistema de rotação de culturas, plantas de cobertura e plantas invasoras contribui para antecipação dessa recuperação e ainda proporciona melhoria do estado de agregação (CALEGARI et al., 2006).

Neste sistema de cultivo, torna-se indispensável à formação e manutenção da cobertura morta sobre o solo. Esta prática protege o solo contra o impacto das gotas de chuva, diminui o escoamento superficial de água e fornece ao solo matéria orgânica que promove maior resistência ao processo erosivo, e ainda, diminui a temperatura do solo, reduzindo assim, as perdas por evapotranspiração (ASSIS e BAHIA, 1998). Entretanto, na região tropical, onde há predomínio de temperaturas altas, associada à distribuição irregular de chuvas com altas precipitações no verão,

a oxidação da matéria orgânica é muito rápida (PAULA, 1998). Nesse sentido, é necessário à utilização de coberturas mortas eficientes e que possuam altas relações C/N, proporcionando um melhor tempo de cobertura, evitando que o solo fique exposto na época de seca, e servindo posteriormente como palhada para realização do Sistema Plantio Direto.

Para o sucesso do sistema, deve-se utilizar espécies forrageiras perenes que exibam maior acúmulo de massa no verão, como, por exemplo, capim-Hemartria (*Hemarthria altissima* (Poir.) Stapf e Hubbard), capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), capim-Missineira gigante (*Axonopus catharinensis*), capim-*Urochloa*s (*Urochloa* sp.), capim-Mombaça e capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq.) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapov e Gregory). Torna-se importante considerar que a longevidade dessas forrageiras, sobretudo daquelas propagadas vegetativamente, deve ser longa, devido ao custo elevado para formação (KLUTHCOUSKI et al., 2003). Além disso, a introdução de lavouras em áreas de pastagens perenes degradadas é uma estratégia eficiente para recuperação do rendimento dessas áreas (DIAS-FILHO, 2005).

Espécies forrageiras perenes como *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruzizienses*, 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 palhada e protege o solo por mais tempo contra erosão e ação da radiação solar. O milho produz grande quantidade de palhada, uma excelente opção como rotação de culturas e consórcio com forrageiras, o que pode trazer vários benefícios se conhecermos o melhor arranjo dessas espécies. 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 palhada 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.

As forrageiras tropicais, por outro lado, apesar 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 e KLUTHCOUSKI, 2003). 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.

O sucesso do Sistema Plantio Direto sobre cobertura morta proveniente das *urochloa*s depende do desempenho de uma boa semeadora e de uma regulagem específica, proporcionando um melhor corte da palhada e abertura de sulco, deposição de sementes e, posteriormente, uma boa germinação, não afetando a produtividade da cultura sequente. Essa condição

2.2. Consórcios de *Urochloas* com milho

O sistema de consórcio de cultura de grãos com forrageiras tropicais, principalmente as do gênero *Urochloa*, apresenta grandes vantagens, pois não altera o cronograma de atividades do produtor, é de baixo custo e não exige equipamentos especiais para sua implantação. O consórcio é estabelecido anualmente, podendo ser implantado simultaneamente à semeadura da cultura anual, ou cerca de 10 a 20 dias após a emergência da cultura principal, sendo utilizada para produção de forragem na entressafra e/ou formação de palhada para o sistema plantio direto (PARIZ et al., 2010).

A *Urochloa* é a gramínea forrageira mais cultivada no país, sendo a *U. brizantha* cv. Marandu a espécie mais representativa, com cerca de 80 milhões de hectares, representando, aproximadamente, 70% de toda a área de pastagem cultivada no Brasil, formando extensos monocultivos, especialmente na região Central e na Amazônia (LANDERS, 2007). São amplamente adaptadas e disseminadas nos Cerrados, ocupando 85% da área com pastagem (ROOS, 2000), já tendo sido registrado o uso desta espécie também como cobertura morta

(BROCH, 1997).

Segundo Aidar et al. (2000), ao estudarem cinco diferentes fontes de resíduos para cobertura morta, em latossolo Roxo de alta fertilidade, na região do Brasil central, observaram que dentre as principais culturas anuais, apenas os restos culturais do milho foram suficientes quantitativamente, para a formação de cobertura morta para a proteção adequada da superfície do solo. Neste mesmo estudo foi observado que a palhada de *Urochloa*, associada aos restos culturais do milho, ultrapassou 17 t ha^{-1} de matéria seca, mantendo-se suficientes para a proteção plena da superfície do solo por mais de 107 dias.

De acordo com Pereira (2004), nas décadas de 60 e 70, foram utilizados diversos cultivares de *Panicum* (Gree Panic, Sempre Verde, Makueni) e de *Setaria* (Kazungula, Nandi). A partir daí iniciou-se os ciclos das *Urochloa*s, destacando-se a *Brachiaria decumbens, ruziziensis e humidicola.* Nas áreas subtropicais do sul do Brasil, foram introduzidas diversas espécies forrageiras, destacando-se os gêneros *Lolium, Festuca, Phalaris, Trifolium, Medicago e Lótus,* além de outras forrageiras subtropicais, como quicuio, coast-cross, pensacola e espécies do gênero *Paspalum* (ZIMMER EUCLIDES FILHO, 1997). Além dessas espécies, entre as forrageiras de inverno disponíveis, destaca-se a aveia preta (*Avena* spp), tanto por sua produtividade quanto pelo seu valor nutritivo (CECATO et al., 2001).

Salton (2000), recomenda que, ao se realizarem semeaduras sobre palhada de *urochloa*s, 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*s, 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 (JUNIOR, 2006).

As *urochloa*s 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 cerrado, considerando, ainda, a possibilidade na integração

lavoura-pecuária de ser implantada a um custo reduzido (KLUSTHCOUSKI et al., 2000). A pecuária brasileira possui vários entraves com relação à produtividade, onde observa-se intensa degradação das pastagens, escassez de alimento volumoso e perda no valor nutritivo durante o período seco do ano. Dessa forma, surge a necessidade do produtor recuperar a produtividade da pastagem, sendo o cultivo de forrageiras do gênero *Urochloa* em consórcio com o milho uma alternativa para a solução deste problema (LEONEL et al., 2009).

Nesse sentido, a alternativa mais apropriada é o uso de sistemas de produção que ocupem intensamente os recursos disponíveis nos agrossistemas, concomitante à melhoria da qualidade do solo - base da produção vegetal e animal - reduzindo o consumo de insumos e gerando maior renda por área (BALBINOT JUNIOR et al., 2009). Segundo Mendonça (2012), trabalhando com quatro espécies forrageiras em consórcio com milho em três modalidades, observou que todos os tratamentos estudados promoveram cobertura do solo satisfatória e a decomposição da palha, independente das forrageiras e das modalidades de semeadura empregadas, proporcinou importante contribuição para proteção do solo até a época de colheita da soja, em quantidade suficiente para manutenção do sistema plantio direto.

A adoção de sistemas integração lavoura-pecuária - ILP tem se expandido nos Cerrados, principalmente após o advento do Sistema Santa Fé, desenvolvido para disponibilização de forragem verde na época mais seca do ano, podendo proporcionar vantagens biológicas e econômicas em relação a sistemas de produção não-integrados, que apresentam somente produção vegetal ou animal de forma isolada (ENTZ et al., 1995; ENTZ et al., 2002; MORAES et al., 2004; RUSSELLE et al., 2007; SULC e TRACY, 2007). Nesse sistema, as forrageiras, geralmente espécies de *Urochloa sp.,* são consorciadas com milho, sem prejuízo para a cultura anual, além da produção de forragem na entressafra, possibilitando ainda a obtenção de palhada de alta qualidade, adequada à condução do SPD em condições tropicais (GÖRGEN et al., 2010).

A ILP, principalmente quando associada ao SPD, proporciona inúmeros benefícios ao produtor e ao ambiente, como: agregação de valores; redução dos custos de produção relacionados ao controle de pragas, doenças e plantas invasoras e recuperação das propriedades produtivas do solo, promovendo a

recuperação/renovação de pastagens degradadas e recuperação de lavouras degradadas, ou seja, uso eficiente da terra (GALHARTE e CRESTANA, 2010).

Uma definição consensual de ILP proposta por pesquisadores da Embrapa Gado de Corte, Embrapa Cerrados, Embrapa Milho e Sorgo e Embrapa Arroz e Feijão, que trabalham com sistemas de ILP seria a seguinte: “Integração lavoura-pecuária são sistemas produtivos de grãos, carne, leite, lã, e outros, realizados na mesma área, em plantio simultâneo, seqüencial ou rotacionado, onde se objetiva maximizar a utilização, os ciclos biológicos das plantas, animais, e seus respectivos resíduos, aproveitar efeitos residuais de corretivos e fertilizantes, minimizar e otimizar a utilização de agroquímicos, aumentar a eficiência no uso de máquinas, equipamentos e mão-de-obra, gerar emprego e renda, melhorar as condições sociais no meio rural, diminuir impactos ao meio ambiente, visando a sustentabilidade” (MACEDO, 2009).

A maior produção de matéria seca de forragem (PMS ha^{-1}) ocorrem em arranjos de semeadura de milho em cultivo exclusivo (MCE), milho com duas fileiras de capim-*urochloa* nas entrelinhas (M+2FBEL) e milho com *Urochloa* semeado a lanço nas entrelinhas (M+BLAN) do que no arranjo de *Urochloa* em cultivo exclusivo (BCE), sendo que para este parâmetro avaliado os três primeiros arranjos não diferiram entre si e foram superiores ($p<0,05$) ao último (LEONEL et al., 2009). Os autores observaram ainda que o capim-*urochloa* quando em consórcio com o milho proporcionou maior produção de nutrientes por área comparado ao cultivo exclusivo da forrageira.

Além de aumento da produção da matéria seca da parte aérea, na consorciação entre milho e *Urochloa* pode-se observar, de acordo com Denardin et al. (2008), aumento da produção da massa de raízes, principalmente na camada de 0-5 cm do solo, quando comparado com o cultivo exclusivo de milho, bem como aumento na porosidade total, redução da densidade do solo e incremento no teor de matéria orgânica na camada superficial pela liberação de nutrientes vinda da decomposição da massa vegetal ali existente.

O milho, em função do seu potencial produtivo, composição química e valor nutricional, constitui-se em um dos mais importantes cereais cultivados e consumidos no mundo. Utilizado tanto na alimentação humana e animal, tem

relevante papel socioeconômico e indispensável matéria prima impulsionadora de diversos complexos agroindustriais (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000). O milho produz grande quantidade de palhada, uma excelente opção como rotação de culturas, viabilizando o uso do sistema plantio direto, e quando utilizado em consórcio com forrageiras no melhor arranjo espacial, pode aumentar ainda mais a produção de palhada, sem afetar a produtividade de grãos, e com isso viabilizar a sustentabilidade do sistema de produção (CHIODEROLI, 2010).

Pantano (2003) obteve maior produtividade de milho em cultivo solteiro, quando comparado as modalidades de consorciação semeadas concomitantemente à semeadura ou em cobertura. Segundo o autor, a competição exercida pela B. brizantha com o consórcio na linha de semeadura afetou o desenvolvimento do milho, em virtude do período critico 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.

No consórcio de *U. brizantha* com o milho, Cobucci (2001) relatou que em vários ensaios a presença da forrageira não afetou o milho, porém em outros casos, foi necessário o uso de nicosulfuron em subdoses para reduzir o crescimento da forrageira e garantir boa produtividade da cultura. Para realizar a semeadura sobre a palhada das *urochloa*s, as forrageiras devem ser dessecadas em pleno desenvolvimento vegetativo, para obtenção de maior eficiência da ação dos herbicidas e, consequentemente dispondo de bom sistema radicular, a chamada “cabeleira de raízes” (SALTON, 2000). Estes cuidados podem resultar em importantes melhorias nas propriedades do solo, tanto pela proteção da superfície como pela decomposição de resíduos orgânicos das raízes e palhada.

Conhecer o comportamento das espécies na competição por fatores de produção é importante para obtenção de produtividades satisfatórias de grãos e formação da pastagem, evitando que a competição entre as espécies inviabilize o cultivo consorciado. Como já dito anteriormente, a maioria dos trabalhos na ILP avaliam a utilização da *Urochloa brizantha* e *Urochloa decumbens*, havendo carência de informações quanto a *Urochloa ruziziensis*.

2.3. Atributos físicos do solo

Os processos físicos de transformações e suas alterações são mecanismos de evolução da estrutura, da porosidade do solo e, consequentemente, das características hidrodinâmicas (BROSSARD e BARCELLOS, 2005).

A utilização de sistemas de manejo do solo que envolvam pastejo animal pode acarretar mudanças nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, o que pode afetar o crescimento e desenvolvimento radicular (TAYLOR e BRAR, 1991; SILVA et al., 2000) e a produção das culturas implantadas na seqüência do pastejo (SILVA et al., 2000; ALBUQUERQUE et al., 2001; SALTON et al., 2002). A magnitude dessas alterações, principalmente nos atributos físicos do solo, está na dependência do manejo que é aplicado nas áreas sob pastejo, podendo variar com a textura, o teor de matéria orgânica (LARSON et al., 1980; SMITH et al., 1997), o teor de umidade do solo (CORREA e REICHARDT, 1995), a biomassa vegetal sobre o solo (SILVA et al., 2000, 2003; MELLO, 2002), a espécie de planta, a intensidade e tempo de pastejo e a espécie e categoria animal (CORREA e REICHARDT, 1995; SALTON et al., 2002).

A qualidade física do solo é de fundamental importância para a sustentabilidade global do agroecossistema (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005). Os atributos do solo, tais como densidade, porosidade, condutividade hidráulica e resistência mecânica do solo à penetração têm sido utilizados como indicadores de qualidade física, pela relativa facilidade de determinação e pelo baixo custo de obtenção das medidas (MARCHÃO et al. 2007). Esse conjunto de atributos físicos pode ser analisado e quantificado para verificar a qualidade física do solo e as respostas das culturas sob essas condições.

Segundo Ingaramo (2003), para avaliação da qualidade do solo, algumas das principais propriedades e fatores físicos considerados adequados para descrevê-la: 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. O condicionamento físico do solo atua diretamente na sua estrutura que, além das modificações na porosidade e densidade do solo, provoca alterações que afetam a retenção de água e a

resistência mecânica (KLEIN e CÂMARA, 2007; VIEIRA e KLEIN, 2007).

O sistema de integração agricultura-pecuária pode melhorar as condições físicas do solo, devido a maior produção de palhada proporcionada pelo consórcio, melhorando a cobertura do solo, favorecendo a infiltração de água, permitindo maior exploração do perfil do solo pelas raízes, diminuição do processo erosivo e consequentemente manutenção da estabilidade do sistema. Em sistema ILP com lavoura contínua sob SPD, Marchão et al. (2007) observaram acréscimo na densidade do solo na camada de 0-5 cm devido ao efeito da compactação superficial, que pode ocorrer na semeadura, devido ao não revolvimento do solo. Atrelado a isso, os autores observaram que houve maior teor de água nas camadas de 0-5 e 10-15 cm, camadas que apresentaram maiores valores de densidade do solo. O maior acúmulo na camada superficial ocorreu devido à maior infiltração e menor evaporação de água que provém, respectivamente, da ausência de formação do selamento superficial e da cobertura do solo pela presença de resíduos.

Costa et al. (2009), avaliando as propriedades físicas em diferentes sistemas de manejo na ILP de azevém,com e sem pastejo, manejado sob diferentes formas e milho em SPD, preparo convencional, com duas gradagens leves e milho em preparo reduzido, com escarificação na camada de 0-10 cm seguida de duas gradagens leves sete dias antes da semeadura, observaram maior estabilidade dos agregados na camada de 0-5 cm no plantio doreto dessecado, plantio direto pastejado em relação plantio convencional pastejado. Tais resultados podem ser explicados pelos teores de COT (carbono orgânico total) na camada de 0-5 cm do solo encontrado nos tratamentos em SPD, com valores superiores aos do preparo convencional. Outro fator que resulta em maior estabilidade dos agregados é a maior densidade e coesão das partículas em solos não imobilizados.

Stone et al. (2002) relataram que em SPD são perceptíveis as alterações na estrutura do solo, tais como o aumento da densidade, diminuição da macroporosidade, restrição ao crescimento de raízes e movimento vertical da água em decorrência da ausência de preparo.

Em relação a essas alterações na estrutura do solo ocasionadas por anos consecutivos de cultivo em SPD, Denardin et al. (2008) constataram no consórcio de milho com *Brachiaria brizantha*, aumento na macroporosidade e porosidade total de

um LATOSSOLO VERMELHO Escuro distrófico, de textura argilosa, na camada de 0-5 cm por consequência da produção superior da massa de raízes em relação a camada inferior de 5 a 22 cm. Na mesma camada (0-5 cm), foi constatada diminuição significativa da densidade do solo diretamente atrelada ao aumento da macroporosidade e porosidade total devido ao aumento do volume de solo proporcionado por estes parâmetros.

De acordo com Santos et al. (2009), a combinação de pastagens perenes seguidas de culturas anuais para produção de grãos é mais eficiente na manutenção de estrutura físico-química do solo, favorecendo o desenvolvimento das plantas, pois as espécies com sistemas radiculares e diferentes morfologias promovem maior ciclagem de nutrientes e favorecem a supressão de doenças.

O sistema plantio direto e a integração agricultura-pecuária são alternativas de manejo que conciliam a manutenção e até mesmo a elevação da produção, com maior racionalidade dos insumos empregados (SANTOS et al., 2008). Segundo os autores o sucesso desses sistemas no cerrado deve-se ao fato de que a palhada, acumulada pelas plantas de cobertura ou das pastagens e restos culturais de lavouras comerciais proporciona um ambiente favorável à recuperação ou manutenção das propriedades do solo. A formação de palhada é fundamental para a proteção, estruturação e redução da erosão, por meio de sistemas radiculares capazes de permitir a manutenção do solo em densidades adequadas ao desenvolvimento radicular das culturas (BORTOLINI, 2005).

A estabilidade de agregados, a macroporosidade e a condutividade hidráulica podem aumentar rapidamente com a inclusão de pastagens na rotação com culturas devido à combinação de três efeitos principais: ausência de preparo durante o ciclo da pastagem, presença de um denso sistema radicular, que atua como agente agregante, e maior atividade da macrofauna do solo em pastagens (MARCHÃO, 2007). As mobilizações de solo com o intuito de condicioná-lo ao estabelecimento de culturas, para integração lavoura-pecuária, desencadeiam reações integradas nos processos biológicos, químicos e físicos, com alterações na estrutura da camada arável, como aumento na resistência à penetração e na densidade do solo, redução na macroporosidade, diminuição na taxa de infiltração e alterações morfológicas em raízes de plantas (SUMMER, 1992). Apesar de algumas elucidações, ainda há

diversos questionamentos, especialmente nos sistemas de integração lavoura-pecuária sob SPD, sobre o nível de compactação do solo – que pode influir, de forma prejudicial, na produção das culturas estabelecidas – e sobre os limites de atributos físicos mecânicos que podem impedir a planta de manifestar o seu potencial produtivo (SECCO, 2003). A compactação de solo em sistema plantio direto tem sido observada na camada de 15 a 20 cm de profundidade, e não a partir da superfície do solo (ALBUQUERQUE et al., 2001; DA ROS et al., 1997; SANTOS e TOMM, 1999; SPERA et al., 2007). Com essa circunstância, fica evidente que a compactação é remanescente de mobilizações de solo por aração e gradagens praticadas antes da adoção do sistema plantio direto. Assim, esses efeitos não devem ser esperados em lavouras anuais manejadas sob sistema plantio direto em áreas anteriormente ocupadas com pastagem natural (ALBUQUERQUE et al., 1995).

Flores et al. (2007), analisando os atributos físicos do solo e rendimento de soja em sistema plantio direto na integração lavoura-pecuária com diferentes pressões de pastejo, concluíram que as alterações verificadas nas áreas pastejadas em diferentes alturas e naquelas não-pastejadas, não influenciaram o estabelecimento e o rendimento de grãos de soja, e que após o segundo ciclo de pastejo, não houve alterações na densidade, na porosidade e na compressibilidade do solo submetido a alturas da pastagem variando de 10 a 40 cm.

De acordo com Luz e Herling (2004), as alterações das propriedades físicas podem ocorrer nas camadas superficiais do solo, com maior ou menor intensidade, devido ao pisoteio animal, que depende da intensidade e frequência do pastejo, pois os animais aplicam pressões no solo que podem ser superiores aquelas aplicadas por máquinas agrícolas, uma vez que a pressão aplicado no solo pelos animais ocorre principalmente na camada de 0,0 – 0, 10 m e das máquinas podem atingir maiores profundidade de acordo com o aumento da carga dinâmica dos rodados. Moreira et al. (2005) verificaram melhores condições físicas relacionadas à porosidade, à densidade e à resistência à penetração em solos sob pastagens manejadas, quando comparadas com pastagens degradadas.

De acordo com Marchão et al. (2007), avaliando a qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistema de integração agricultura-pecuária, no cerrado,

observaram que nos quatro anos de pastagem de *Panicum maximum* na rotação, em conjunto com o sistema plantio direto, provocaram uma compactação superficial em relação as demais pastagens (*B. Decumbens* e *Brizantha*) e áreas de plantio convencional. Em contrapartida, Spera et al. (2004), avaliando os atributos físicos do solo e produção de grãos num Latossolo Vermelho distrófico típico, em Passo Fundo (RS), observaram que a densidade do solo foi maior na subsuperfície de 0,10 - 0,15 m.

2.4. Atributos químicos do solo

Em função das práticas de cultivo, os solos utilizados para fins agrícolas têm suas propriedades físicas, químicas e biológicas alteradas. Os diferentes sistemas de cultivo promovem mudanças na composição e arranjo dos constituintes do solo que, em alguns casos, reduz a produtividade das culturas (SILVA et al., 2006).

O manejo pode alterar os atributos químicos, físicos, mineralógicos e biológicos do solo, com impacto principalmente nas camadas superficiais (MARQUES JÚNIOR et al., 2000). Portanto, conhecer a variabilidade espacial dos atributos do solo que controlam a produtividade das culturas é um fator indispensável.

A fertilidade do solo é um atributo químico que influencia diretamente no crescimento das plantas. As aplicações convencionais de fertilizantes atualmente realizadas pelos agricultores implicam aplicações excessivas em determinadas áreas do campo e insuficientes em outras (SILVA et al., 2007). O monitoramento dos níveis de fertilidade do solo é importante não apenas em relação ao correto suprimento nutricional das culturas, mas também para permitir que manejos adequados de adubação e preparo do solo sejam realizados.

Em sistema de plantio direto integrado com a pecuária, com a não-mobilização do solo, ocorre um aumento no teor de carbono orgânico total (LOVATO et al., 2004) e uma melhoria do estado de agregação e de estabilidade dos agregados, condição essencial para garantir alta produtividade agrícola. Essa melhora está diretamente relacionada com a decomposição da matéria seca e com a ciclagem de nutrientes que ela propicia ao solo, uma vez que nesse sistema, onde

não há revolvimento do solo, ao contrário do sistema conservacionista, a quantidade de palhada superficial se torna uma característica desejável. Os restos vegetais na superfície do solo, originados pelo SPD, resultam em incrementos potenciais na matéria orgânica e nutrientes disponibilizados após a sua mineralização. As melhorias nas propriedades químicas do solo, em curto prazo, ocorrem nas camadas superficiais e ao longo do tempo deslocam-se em profundidade (COSTA et al., 2006), pois há uma melhoria na fertilidade, pela ciclagem dos nutrientes e eficiência no uso de fertilizantes, em função das diferentes necessidades das culturas em rotação (MACEDO, 2009)

Segundo Giongo e Bohen (2010), há maior acúmulo de macronutrientes por hectare no SPD, comprovada pela maior produção de matéria seca em SPD (7,48 Mg ha^{-1}) comparado ao sistema convencional (3,25 Mg ha^{-1}), aportando maior quantidade de nutrientes do solo. Esta quantidade de nutrientes aportada se deve além da maior produtividade de palhada do milho, maior liberação de nutrientes pela mineralização da matéria orgânica. A maior exportação de nutrientes do solo pelo milho foi complementada pela adubação de base e cobertura de acordo com as recomendações da cultura. 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.

O Silício, micronutriente que beneficia o crescimento e desenvolvimento das plantas, conferindo-lhes maior rigidez estrutural dos tecidos e proteção a penetração de patógenos (BERTALOT et al., 2010), possui forte correlação com a matéria orgânica evidenciado pela origem do elemento nas camadas superficiais do solo (SACCONE et al., 2008). Como já comprovado que no SPD há maior teor de matéria orgânica no solo tem-se também aumento dos teores de Si no solo. Este elemento aumenta a tolerância pelas plantas aos estresses bióticos e abióticos (SAVVA et al., 2009), bem como a diminuição dos sintomas de toxidez causada pelo Al envolvendo mecanismos de ação tanto no solo quanto nas plantas (RYDER et al., 2003).

Santos et al. (2001), avaliando efeitos de sistemas de produção integração lavoura-pecuária sobre os aspectos químicos do solo após cinco anos de cultivo em SPD, observaram que os valores de pH, Ca e Mg trocáveis foram influenciados

pelos sistemas de produção, com aumento do Al trocável na camada de 0,0-0,05 m , promovendo a acidificação dessa camada.

Nos sistemas conservacionistas, os fertilizantes à base de K são depositados na superfície ou na linha de semeadura; além disso, os resíduos vegetais são deixados na superfície, o que faz com que esse elemento se acumule nas camadas superficiais do solo. O teor de C acumulada na camada arável não diferiu significativamente entre os sistemas ILP. Observou-se que o teor de C acumulado no solo em SPD, foi maior do que o de uma floresta localizada próxima a área experimental (SANTOS et al., 2001). Segundo D'Andreia et al. (2004), sistemas de produção envolvendo lavoura + pastagem em SPD aumentaram os teores de C do solo em comparação a uma lavoura em cultivo convencional e ao cerrado nativo, esse tipo de cultivo é capaz de conservar e aumentar a quantidade de C acumulado, contribuindo para o sequestro de C atmosférico e armazenando-o no solo, diferentemente de sistemas florestais onde a maior parte do C sequestrado da atmosfera é armazenada na vegetação.

2.5. Soja em palhada de forrageira no sistema plantio direto

A soja é uma cultura de grande importância na economia brasileira, com área estimada entre 26,4 e 27,3 milhões de hectares para a safra 2012/13, com crescimento de 5,5 e 9,1%, respectivamente em relação à safra 2010/11 e com produção de 82,8 milhões de toneladas (CONAB, 2012). Em decorrência da melhoria das tecnologias empregadas para obtenção de altas produções, tem proporcionado aumento significativo dos valores percentuais, com o intuito de verticalizar a produção de acordo com o uso dessas tecnologias, com a grande maioria das áreas exploradas com soja no território brasileiro em regiões tropicais (CONAB, 2006), em que predominam formações de solos de elevado grau de intemperismo (BORKERT et al., 2005).

O sistema plantio direto em condições de cerrado, de acordo com Spehar e Landers (1997), é geralmente caracterizado pelo cultivo de verão com soja e/ou milho sucedido por sorgo, milheto, milho ou uma cobertura vegetal de outono/inverno. 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 palhada é importante para promover melhoria das condições físicas e químicas do solo em médio prazo, e contribuir com a produção e desenvolvimento das plantas.

Há trabalhos que evidenciam a vantagem do cultivo consorciado com as culturas da soja e do milho, em que foram utilizadas doses reduzidas de herbicidas aplicados no período de pós-emergência (SILVA et al., 2004; FREITAS et al., 2005; JAKELAITIS et al., 2005; SILVA e BENEZ, 2005), porém, Kluthcouski et al. (2000), relataram que a deposição do fertilizante de semeadura, misturado com as sementes da espécie forrageira, em maiores profundidades, permite o atraso da emergência, de maneira a diminuir a competição com a cultura produtora de grãos

Assim sendo, umas das alternativas que pode ser utilizada para a produção de palhada é o uso de gramíneas, em especial as *Urochloa*s, pela a sua alta relação C/N, possibilitando a cobertura do solo por maior período de tempo, diminuindo o processo erosivo, temperatura do solo, manutenção da umidade, controle de plantas daninhas, promovendo a reciclagem de nutrientes e, consequentemente, propiciando a obtenção de maiores produções.

As *Urochloa*s 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 espécie forrageira (SILVA, 2004). A semeadura da soja sobre pastagem dessecada vem destacando-se como uma interessante forma de adoção do sistema plantio direto, pois a pastagem apresenta excelentes coberturas viva e morta, contribui para aumentar a matéria orgânica do solo e permite a rotação de culturas (EMBRAPA, 2006).

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 (ZIMMER e EUCLIDES 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). A rotação de culturas é favorável à produção de grãos de soja, pois de acordo com Narimatsu (2008), observou o aumento de 14% na produção de grãos em relação à soja semeada em monocultivo.

De acordo com Velini e Negrisoli (2000), abordando o efeito da cobertura do solo e germinação de plantas daninhas, na maioria das situações, as alterações nas comunidades infestantes têm sido atribuídas aos 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.

Uma das formas da utilização da palhada das *urochloa*s tem sido como cultura antecessora da semeadura da soja de verão. Broch (1997) evidenciou o aumento da produção de grãos de soja para os cultivares FT Líder, em palhada de *Brachiária brizantha,* atingindo produçãos de 3,0 ton ha^{-1}. O autor observou também que as sucessões *Brachiaria brizantha*/soja, milho/soja e *Brachiaria decumbens*/soja apresentaram produções maiores que a sucessão soja/soja. Secco (2003), constatou que não houve efeito de diferentes estados de compactação sobre a produção da cultura da soja, cultivada em dois Latossolos (Vermelho distrófico e Vermelho distroférrico), com valores de densidade do solo de 1,62 e 1,54 Mg m^{-3}, respectivamente.

Pitol et al. (2001), obtiveram produções de grãos de soja variando de 2,4 a 3,4 t ha^{-1} sob palhada de *urochloa* em solos anteriormente cobertos com pastagens degradadas. O bom desempenho da soja em áreas anteriormente cobertas por *urochloa*s pode ser devido, dentre outros fatores, ao melhor enraizamento da planta.

2.6. Desempenho operacional do conjunto trator-semeadora

Em sistemas conservacionistas, como o sistema de semeadura direta, as condições do solo e de cobertura geralmente são menos favoráveis à deposição das sementes e fertilizantes que as verificadas nos preparos com intensa mobilização (aração e gradagens), sendo necessários maiores cuidados nesta operação (CORTEZ, 2007). Portanto, as semeadora-adubadoras utilizadas no sistema de semeadura direta devem ser robustas e resistentes, possuir eficiente capacidade operacional e demandar o menor consumo de energia possível (LEVIEN et al., 2001).

Murray et al. (2006), citam que os componentes de uma semeadora-adubadora podem ser classificados como: de ataque inicial ao solo; de abertura do

sulco; de controle de profundidade; de dosagem de sementes e de condução das sementes. Os componentes de ataque ao solo incluem disco de corte de palhada e sulcador para fertilizante, que podem ser de dois tipos: discos ou hastes, sendo que este último tem sido usado com maior frequência, pela maior capacidade de penetração no solo (MODOLO et al., 2008). Porém, o disco de corte e a haste sulcadora, que são necessários para o corte da palhada e abertura de um sulco para deposição de fertilizante e sementes, em geral mobilizam muito o solo (IAPAR, 2002).

Independentemente do tipo, número de linhas, força de tração ou potência utilizada, uma semeadora-adubadora de plantio direto, conforme Siqueira e Casão Júnior (2004), deve cortar a palhada, abrir o sulco com pequena remoção de solo e palhada, dosar o fertilizante e as sementes, depositar o fertilizante e as sementes em profundidades adequadas, cobrir as sementes com solo e palhada e compactar o solo lateralmente à semente.

De acordo com Oliveira et al. (2000), no sistema plantio direto, o desempenho da semeadora-adubadora, no que se refere ao corte dos restos culturais, à abertura do sulco e à deposição das sementes e fertilizante em profundidades adequadas, merecem cuidados essenciais para evitar problemas na fase inicial da cultura. O desempenho operacional e energético das máquinas semeadoras-adubadoras normalmente é avaliado pela capacidade de campo efetiva, demanda de força de tração e potência, consumo de combustível e patinagem das rodas motrizes (MAHL, 2006). As máquinas agrícolas para semeadura, disponíveis no mercado, possuem mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes acionados pelo rodado, cuja eficiência tem relação direta com as condições do solo, a carga vertical, as características do pneu e propriedades físicas do solo. Estes fatores determinam o índice de patinagem dos rodados, que em áreas de sistema de semeadura direta apresentam menores índices, devido à menor resistência do solo ao rolamento, permitindo efetuar a operação de semeadura com maior teor de água no solo, em relação ao solo de preparo convencional (VIEIRA e REIS, 2001).

A uniformidade de distribuição de sementes, obtida pela regulagem correta da semeadora-adubadora e adequação do trator, tem sido colocada na bibliografia como uma das formas de aumento da produtividade de certas culturas, dentre as

quais o milho se destaca como a mais representativa (MELLO et al., 2003). O uso de culturas de cobertura (milheto e sorgo) não afetou o desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora (CORTEZ et al., 2005).

Segundo a ASAE (1996), a força de tração para semeadoras de precisão varia em função do tipo de solo, leito de semeadura e número de linhas. Para solos argilosos, os valores variam de 1,1 a 2,0 kN por fileira. Levien et al. (1999) encontraram valores de força de tração de 3,24 a 3,64 kN por fileira de semeadura em solo argiloso, não diferindo significativamente entre o preparo convencional do solo, escarificação e plantio direto. Os mesmos autores encontraram ainda que a necessidade de potência na barra para a operação de semeadura, no sistema de preparo convencional do solo, foi de 19,9 kW.

De acordo com a exigência de força em sistema de ILP, Conte et al. (2007) verificaram maiores demandas de tração nos tratamentos mais pastejados, provavelmente devido a maior compactação do solo em áreas com menores quantidades de palhada. Já Kamimura et al. (2009), trabalhando com semeadora adubadora com atuação do sulcador de adubo em duas profundidades (0,06 m e 0,12 m), observaram que a força de tração não foi influenciada pelas doses de resíduos vegetais utilizadas nos tratamentos (0 - 6 Mg ha^{-1}). Resultados semelhantes foram encontrados em trabalhos realizados por Cepik (2006).

Mahl et al. (2004), realizando semeadura com seis linhas com espaçamento de 0,45 m e três velocidades de deslocamento (4,4; 6,1 e 8,1 km h^{-1}), constataram que a variação da velocidade interferiu no desempenho do conjunto, pois conforme acréscimo na velocidade, houve aumento na capacidade operacional e redução no consumo de combustível por área trabalhada de 86% e 26%, respectivamente. Furlani et al. (2004) não encontraram diferença significativa para a força de tração em função das velocidades que foram de 6,3 km h^{-1} e 8,6 km h^{-1}, e seu valor ficou em 12,16 kN para a maior. No mesmo trabalho, os diferentes preparos do solo não influenciaram a potência e a força na barra de tração, porém quando se passou de 6,3 para 8,6 km h^{-1} exigiu-se 22% mais de potência na barra. Ainda em função das velocidades, não houve diferença para o consumo por área e específico, sendo 5,60 L ha^{-1} e 501,25 g kW h^{-1} os valores para 8,6 km h^{-1}. No entanto, o consumo horário aumentou com o aumento da velocidade, 17,29 L h^{-1}.

Mahl (2006) encontrou 12% de aumento no consumo horário de combustível para cada km h^{-1} de aumento na velocidade de deslocamento, na operação de semeadura. Resultado semelhante foi encontrado por Furlani et al. (2007) que, estudando o desempenho operacional de semeadora-adubadora em manejos da cobertura e velocidade, constataram um aumento do consumo horário de combustível de 6,8%, da velocidade de deslocamento 4,0 para 5,0 km h^{-1}, e 11,5% de 5,0 para 6,0 km h^{-1}. Também encontraram efeito da velocidade de deslocamento sobre o aumento do consumo horário de combustível (OLIVEIRA,1997; MAHL, 2002; MAHL et al., 2005).

Oliveira et al. (2000) observaram diferença significativa no consumo horário de combustível ao variar a velocidade de deslocamento. Também houve diferença significativa para o consumo operacional, tal que o maior foi verificado na velocidade de 5 km h^{-1}. Esse valor na menor velocidade justifica-se pela redução da capacidade operacional do conjunto trator-semeadora em relação à maior velocidade. Comportamento semelhante também foi encontrado por Mahl e Gamero (2003).

Para Borsatto (2005), a velocidade foi maior (6,3 km h^{-1}) quando a semeadora esteve equipada com 4 linhas espaçadas de 0,90 m, comparada com as 7 linhas de 0,45 m na velocidade de 5,8 km h^{-1}. O espaçamento de 0,90 m proporcionou o menor consumo horário (12,9 L h^{-1}) e o menor consumo por área (5,66 L ha^{-1}). O consumo horário e consumo por área para semeadura em plantio direto foi de 13,35 L h^{-1} e 6,62 L ha^{-1}.

3. HIPÓTESE

A consorciação de milho com forrageiras proporciona maior aporte anual de palhada para manutenção do sistema plantio direto, criando ao longo de dois anos agrícolas condições que possam afetar algumas propriedades físicas e químicas do solo, produção das culturas e o desempenho do conjunto trator-semeadora sobre a palhada.

4. OBJETIVO

Os principais objetivos do trabalho foram: 1) caracterizar as variações de alguns atributos físicos e químicos do solo; 2) avaliar a melhor época e modalidade de semeadura da *Urochloa brizantha* e *Urochloa ruzizienses* em consórcio com o milho, com ênfase para a produção de grãos e formação de palhada para a implantação da cultura da soja no verão; 3) determinar as variações nos parâmetros operacionais na semedura de soja sobre palhada produzida pelo consórcio de milho com forrageiras no sistema de integração lavoura-pecuária.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Material

5.1.1 Localização da área experimental

O experimento foi instalado nos anos agrícolas de 2010/11, repetindo os mesmos tratamentos e delineamento experimental no ano agrícola 2011/12 sob mesmas condições de cultivo e tratos culturais. Foi desenvolvido em área experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola da UNESP/Jaboticabal-SP, no Estado de São Paulo, localizado nas coordenadas geodésicas: latitude 21º14’ S e longitude 48º16’ W, apresentando altitude local de 560 m com 4% de declividade.



Figura 1. Imagem da área experimental.
Fonte: Google Earth.

A sequência de atividades realizadas nos dois anos agrícolas referente ao processo de instalação do experimento, condução e avaliação dos resultados, encontra-se no quadro 1.

Quadro 1. Cronograma das atividades realizadas durante a condução do experimento.

Data (mês/ano)	Atividades
mar/10	Delimitação das parcelas. Coleta das amostras físicas e químicas. Dessecação da área experimental
abr/10	Aplicação de herbicida
mai/10	Semeadura do milho. Avaliação população inicial. Semeadura da *Urochloa* na entrelinha e à lanço.
jul/10	Avaliação das caracterísiticas agronômicas do milho. Adubação de cobertura. Avaliação da massa de matéria seca das forrageiras.
ago/10	Avaliação das *Urochloas.*
set/10	Colheita do milho. Dessecação da área. Coleta de amostras físicas e químicas. Determinações laboratoriais.
nov/10	Aplicação de herbicida. Determinações laboratoriais.
dez/10	Semeadura da soja. Avaliação % de cobertura. Aplicação de inseticidas e fungicidas. Determinações laboratoriais.
jan/11	Aplicação de Inseticidas e Fungicidas. Determinações laboratoriais. Avaliação % de cobertura.
fev/11	Determinações laboratoriais. Avaliação % de cobertura.
mar/11	Coleta das amostras físicas e químicas. Dessecação da área experimental. Características agronômicas da soja. Colheita da soja. Determinações laboratoriais.
abr/11	Aplicação de herbicida. Determinações laboratoriais.
mai/11	Semeadura do milho. Avaliação população inicial. Adubação de cobertura.
jul/11	Avaliação das caracterísiticas agronômicas do milho. Determinações laboratoriais. Avaliação de matéria seca das forrageiras.
set/11	Colheita do milho. Avaliação das *Urochloa.* Dessecação da área. Coleta de amostras físicas e químicas.
nov/11	Semeadura da soja. Avaliação % cobertura. Aplicação herbicida. Determinações laboratoriais.
dez/11	Avaliação % de cobertura e determinações laboratoriais.
jan/12	Aplicação de herbicidas e determinações laboratoriais.
mar/12	Colheita da soja. Características agronômicas da soja. Coleta de Amostras físicas e químicas. Determinações laboratoriais.
abril - dez/2012	Determinações laboratoriais. Análise estatística dos dados, formulação dos resultados e discussão.

5.1.2 Descrição do clima e dados de precipitação

O clima, de acordo com a classificação de Koeppen é do tipo Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e inverno seco, com precipitação pluvial média anual de 1.425 mm e temperatura média de 22 ºC. Na

Figura 2 e 3, encontram-se os dados de precipitação pluvial, as temperaturas máximas, mínimas, temperatura média e balanço hídrico dos dois anos agrícolas, registrados na Estação Meteorológica do Departamento de Ciências Exatas da UNESP/ Jaboticabal-SP. A área experimental recebeu irrigação suplementar pelo sistema de aspersão convencional, com lâminas de 15 mm a cada cinco dias, de acordo a necessidade da cultura e precipitação nos meses de cultivo, com menor intervalo de rega no período de déficit hídrico, como pode ser observado na figura 3.

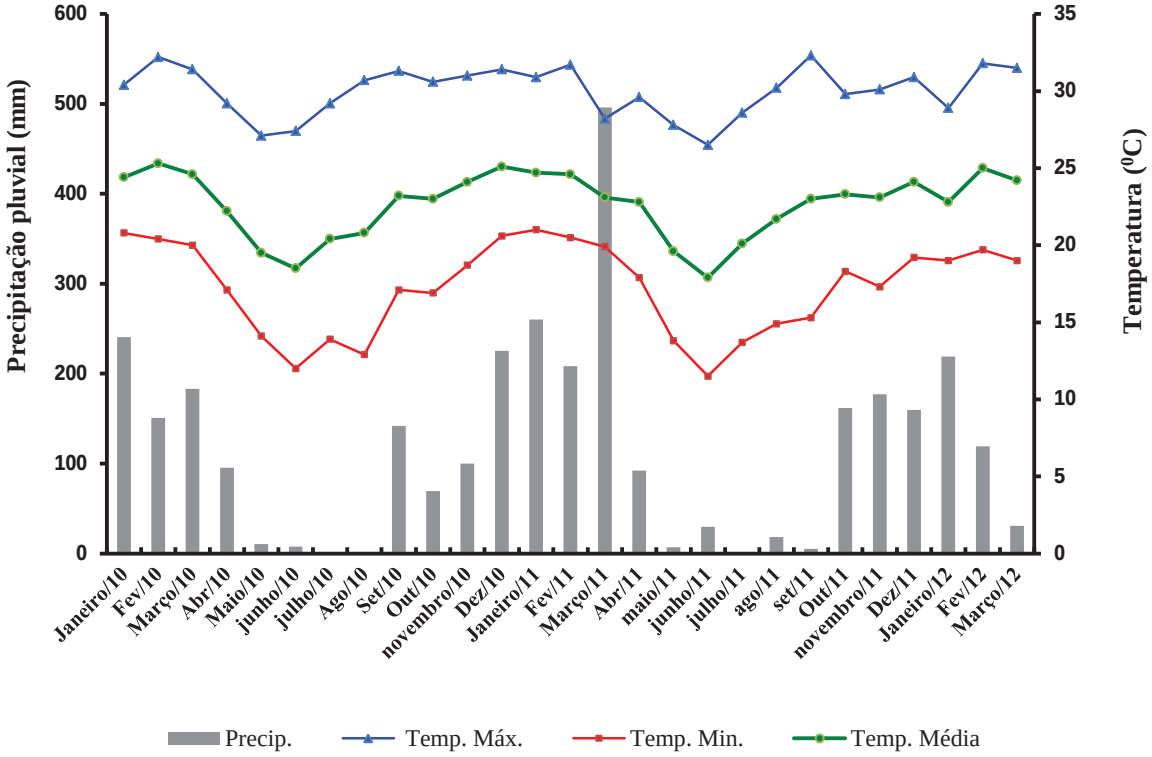


Figura 2. Precipitação pluvial (mm), médias de temperatura máxima, mínima e média (ºC) durante a condução do experimento. Jaboticabal, ano agrícola 2010/11 e 2011/12.
Fonte: Departamento de Ciências Exatas, FCAV – UNESP,Jaboticabal.

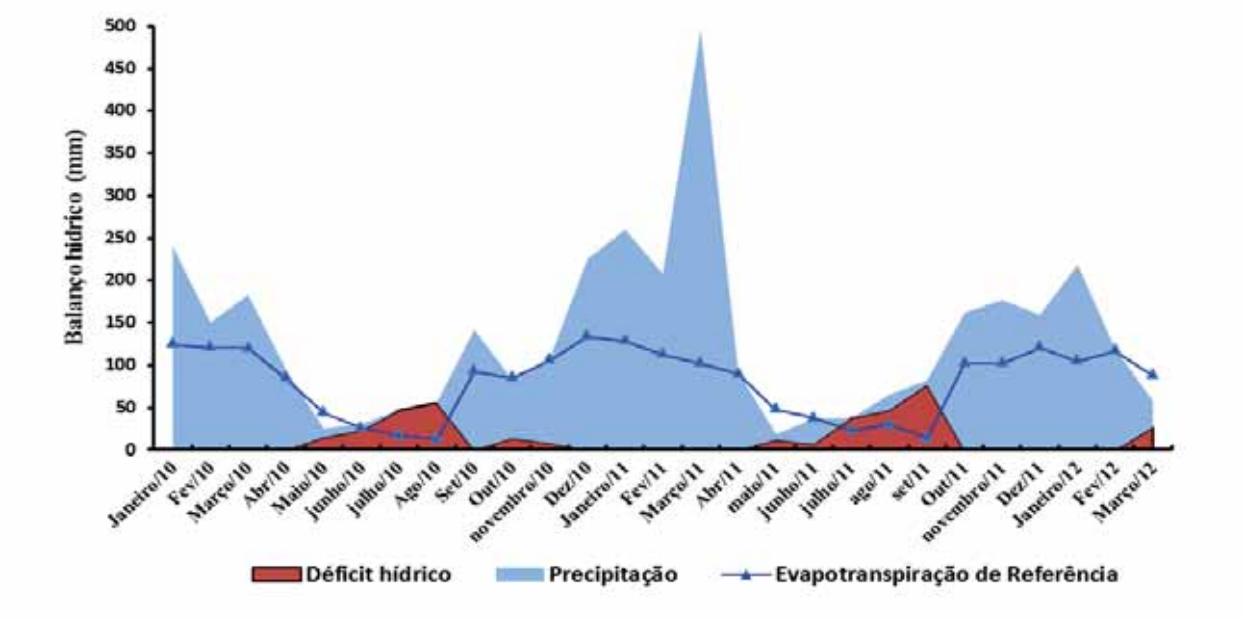


Figura 3. Balanço hídrico (mm) referente ao período da condução do experimento. Jaboticabal, ano agrícola 2010/11 e 2011/12.
Fonte: Departamento de Ciências Exatas, FCAV – UNESP,Jaboticabal.

5.1.3 Solo e histórico da área

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho eutroférrico típico, textura argilosa, A moderado, caulinítico-oxídico (LVef) (ANDRIOLI e CENTURION, 1999) com distribuição de partículas (areia, 200 g kg^{-1}; silte, 290 g kg^{-1} e argila 510 g kg^{-1}).

A área experimental permaneceu em repouso nos anos de 1999 e 2000, porém com grande infestação de plantas daninhas como capim colonião e grama seca. No terreno foram realizados os manejos das plantas invasoras com roçadora e, posteriormente, o preparo convencional do solo com grade média e duas gradagens leves ao final de 2000. Em março de 2001 foi semeado o milheto, com intuito de formar palhada para o plantio direto da soja, ao final de 2001. No mês março do ano seguinte, implantou-se a cultura da crotalária e mucuna cinza, e em novembro semeou-se o milho. Em março de 2003 foi instalada a cultura do milheto e sorgo, e em novembro foi semeado a soja. No ano de 2004, em março, foi instalada a cultura da crotalária e mucuna preta, e em novembro foi semeado o milho.

No ano agrícola 2005/2006, após manejo com herbicida, foi semeada a cultura da soja, em novembro de 2005. Na seqüência (2006/2007) foi semeado milho em consórcio com mucuna-anã, feijão-guandu-anão e lab-lab. No ano agrícola 2007/2008 foi semeada a cultura da soja, após manejo da área com rolo-faca, triturador de palhadas e roçadora. Nos anos agrícolas de 2008/2009 e 2009/2010 foi utilizado o consórcio de *Urochloas brizantha, Urochloa ruzizienses e Urochloa decumbens* com milho na população de 55 e 75 mil plantas ha^{-1}, experimento que antecedeu a implantação da presente pesquisa, sendo considerado para esse trabalho 10 anos de SPD.

5.1.4 Insumos básicos

5.1.4.1 Sementes

Utilizou-se sementes de híbrido simples precoce de marca comercial DKB 390 visando uma população de 60 mil plantas ha^{-1}, com espaçamento entrelinhas de 0,90 m, densidade de semeadura de 5,4 sementes m^{-1}, semeado no mês de maio nos dois anos agrícolas.

Na consorciação foram utilizados 10,5 kg ha^{-1} de cada *Urochloa*, com sementes certificadas de *Urochloa brizantha* cv. Marandu e *Urochloa ruzizienses* com valor cultural de 76 %. Na semeadura da soja sobre palhada das *Urochoas*, realizada no mês de dezembro no primeiro ano agrícola e novembro para o segundo ano agrícola, foi utilizada a cultivar Valiosa Roundup Ready, com poder germinativo de 80% e pureza de 98%. O espaçamento da entrelinha foi de 0,45 m, com uma população aproximada de 267 mil plantas ha^{-1}.

5.1.4.2 Fertilizantes

A adubação de base do milho nos dois anos agrícolas foi de 300 kg ha^{-1} da fórmula comercial (08-28-16) com adubação complementar de cobertura no estágio V_4, correspondente a 120 kg ha^{-1} de cloreto de potássio e 300 kg ha^{-1} de uréia. Na cultura da soja nos dois anos agrícolas, a adubação de base foi de 250 kg ha^{-1} do formulado comercial (04-20-20), e para as *Urochoas*, utilizou-se 20 kg ha^{-1} da

fórmula comercial (08-28-16) para semeadura da forrageira na entrelinha (MFE) e na época de cultivo do milho no estádio V_4 (MFC), sendo o adubo utilizado somente como veículo de distribuição das sementes. A semeadura à lanço em V_4 (MFLA) foi realizada manualmente, ressalta-se que a utilização desses fertilizantes ocorreu para os dois anos agrícolas. Para uniformidade da germinação das sementes forrageiras, não se misturou as sementes com uréia e/ou cloreto de potássio, devido às perdas da qualidade fisiológica a partir do primeiro momento de contato das sementes com o fertilizante, além do efeito salino que o cloreto de potássio pode provocar as sementes, causando diminuição substancial na germinação e vigor.

5.1.4.3 Tratamento de sementes e Inoculação

As sementes de milho foram tratadas com o produto Tiodicarbe, na dose de 600 g do ingrediente ativo (i.a) para cada 100 kg semente. Para o tratamento de semente de soja, utilizou-se 100 g de Carboxina (i.a), 50 g de Fipronil (i.a) para cada 100 kg de semente e 60 ml de inoculante líquido de marca comercial Nitragin (1 x 10^9células g^{-1}).

5.1.4.4 Defensivos Agrícolas

Antes da semeadura do milho, foi realizada a dessecação das plantas daninhas presentes na área experimental com 2,160 kg ha^{-1}de Glifosato (i.a) em área total. Dois dias após a semeadura do milho, efetuou-se aplicação do herbicida dessecante de contato paraquat (i.a) na dose de 0,240 kg ha^{-1}, com volume de aplicação de 200 L ha^{-1}, com a finalidade de eliminar as plântulas que emergiram após a dessecação.

Para controle de lagartas do cartucho (*Spodoptera frugiperda*), foi utilizado o produto Lufenurom (i.a) na dose de 15 g ha^{-1} do ingrediente ativo. A dessecação das *Urochoas* foi realizada 15 dias após a colheita do milho com aplicação do herbicida glifosato (i.a) na dose de 2,160 kg ha^{-1} para semeadura da soja como cultura de verão.

Após 15 dias da semeadura da soja foi realizada uma segunda aplicação de 0,720 kg ha^{-1} de Glifosato em área total, para eliminação das plantas daninhas remanescentes e aplicação do inseticida Metamidofós na dose de 600 g ha^{-1} (i.a) para o controle de lagartas (*Anticarsia gemmatalis*). Para o controle preventivo da ferrugem da soja, foram aplicados 60 g ha^{-1} de picoxistrobina (i.a) + 24 g ha^{-1} de ciproconazol (i.a) no estádio reprodutivo R_1, com aplicações sequencias no intervalo de 25 a 30 dias. Algumas aplicações para controle de percevejos (*Euchistus heros* e *Nezara viridula*) foram realizadas nesse intervalo de tempo com o uso de 55 g de cipermetrina (i.a) + 27,5 g de tiametoxam (i.a). Todas as aplicações de defensivos mantiveram os mesmos padrões para ambos os anos agrícolas.

5.1.5 Máquinas e equipamentos

Para condução e instalação do projeto de pesquisa foram utilizados:

- Trator (4x2 TDA), com potência máxima de 91,9 kW (125 cv) no motor na rotação de 2.300 rpm e trabalhando na marcha L_2, utilizado para realizar a semeadura da soja. Com massa de 7.000 kg (40% dianteira e 60% traseira) calculada para operações médias, com relação de 56 kg/cv, pneus dianteiros de 14.9-24 R_1, com pressão de inflação de 18 psi (124 kPa), pneus traseiros de 18.4-34 R_1, com pressão de inflação de 22 psi (152 kPa) e com altura da barra de tração de 0,415 m;
- Trator (4x2), com potência máxima de 62,5 kW (85 cv) no motor, utilizado para aplicação de inseticidas e semeadura das forrageiras na entrelinha e nos estádio V_4;
- 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;
- Adubador de cobertura para plantio direto modelo CPD, com largura de chassi 2,30 m e 4 discos de corte duplos desencontrados de diâmetro (13" x 15") e 2 depósitos com capacidade de 220 L utilizado para semeadura das forrageiras;
- Trilhadora estacionária montada marca Nogueira modelo BC40II;
- Semeadora-adubadora de arrasto, com disco vertical pneumático de dosagem de sementes, distribuidor helicoidal de fertilizante, configurada para semeadura direta com disco de corte frontal de 18'', mensurado com fita graduada em centímetros,

sulcador do tipo haste trabalhando na profundidade determinada de 0,14 m e regulado para deposição do adubo a 0,08 m, discos duplos desencontrados de 15'' para deposição das sementes a 0,04 m de profundidade, e rodas compactadoras em "V", configurada para quatro linhas espaçadas por 0,90 m para semeadura do milho e sete linhas espaçadas por 0,45 m para semeadura da soja.

5.2 Métodos

5.2.1 Análise Estatística

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com nove tratamentos em esquema fatorial 2x4+1 com quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de oito linhas de milho espaçadas por 0,90 m e 14 linhas de soja espaçadas de 0,45 m, com 25 m de comprimento, carreadores de 15 m para manobras das máquinas e equipamentos e área útil correspondente às duas linhas centrais para cultura do milho e três linhas centrais para cultura soja, com cinco metros cada, descontando a bordadura de dez metros em cada extremidade.

Para os atributos físicos e químicos do solo a análise estatística foi realizada em esquema fatorial 2x5x3 (Quadro 2), sendo estes, respectivamente, forrageiras, modalidades de semeadura e épocas de semeadura; e as avaliações das caraterísticas agronômicas do milho, da soja, da cobertura do solo e do desempenho operacional em esquema fatorial 2x4 (Quadro 3), considerando forrageiras e modalidades de semeadura; e para comparar a testemunha com os demais tratamentos, utilizou-se o esquema fatorial 2x4+1 (Quadro 4). Os dados foram submetidos ao Teste F no programa Assistat Versão 7.6 beta e quando necessário foi aplicado o Teste de Tukey ($p<0,05$) para comparação das médias dos consórcios. Já para comparação do fatorial com a testemunha (milho exclusivo) utilizou-se o Teste de Dunnett ($p<0,05$). As análises de regressão polinomial para os dados de cobertura do solo proporcionados pelas forrageiras concorciadas com o milho foram calculadas no software Excel com a escolha da equação com maior coeficiente de determinação (r^2).

Os resultados se encontram apresentados em tabelas, com médias de cada Forrageira (F), Modalidades de semeadura (M) e Época de amostragem (E); sendo as diferença significativa, indicadas por diferentes letras minúsculas e/ou maiúsculas após as médias. No caso de interação entre os fatores F, M ou E, apresenta-se uma tabela com o desdobramento da interação significativa, sendo que médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Quadro 2. Análise de variância para o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial (2x5x3) para os atributos físicos e químicos do solo.

Causas de Variação	**G.L.**
Forrageiras (F)	1
Modalidade (M)	4
Época (E)	2
F x M	4
F x E	2
M x E	8
F x M x E	8
Blocos	3
Resíduo	87
Total	119

Quadro 3. Análise de variância para o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial (2x4) para as características agronômicas do milho, soja e desempenho operacional.

Causas de Variação	**G.L.**
Forrageiras (F)	1
Modalidade (M)	3
FxM	3
Blocos	3
Resíduo	21
Total	31

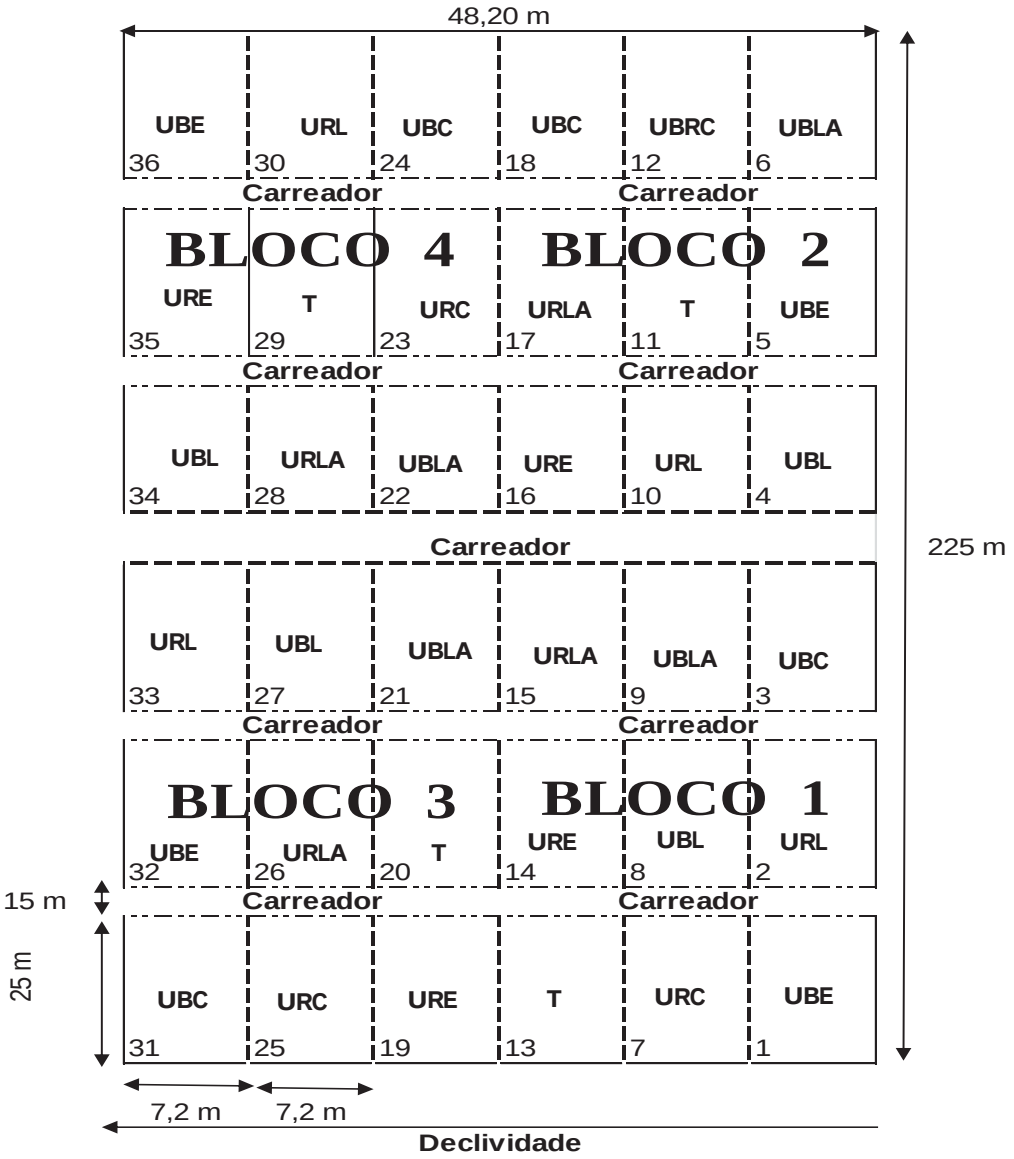
Quadro 4. Análise de variância para o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial com uma testemunha (2x4+1) para as características agronômicas do milho, soja e desempenho operacional.

Causas de Variação	**G.L.**
Forrageiras (F)	1
Modalidade (M)	3
FxM	3
Fatorial x Testemunha	1
Tratamentos	8
Resíduo	27
Total	35

5.2.2 Descrição dos tratamentos

5.2.2.1 Safra de Outono/Inverno

Na safra de outono/inverno, os tratamentos foram constituídos por duas espécies de *Urochloas*: (*Urochloa brizantha* e *Urochloa ruzizienses*) e quatro modalidades de consórcio das *Urochloas* com o milho + Testemunha (milho exclusivo): MFL- Milho com *Urochloa* na linha de semeadura, com a *Urochloa* misturada ao adubo de base do milho e depositada a 0,08 m e ao lado da semente de milho; MFE- Milho com *Urochloa* na entrelinha, semeada na entrelinha no mesmo dia da semeadura do milho, com a presença de uma linha de semeadura intermediária e depositada a 0,02 m com adubador de cobertura de plantio direto; MFC- Milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação de cobertura do milho, no estádio V_4, e depositada a 0,02 m com adubador de cobertura, misturada ao fertilizante (08-28-16), utilizado somente como veículo para distribuição das sementes; MFLA- Milho com *Urochloa* à lanço, semeada manualmente, na época de adubação de cobertura no estádio V_4 e TESTEMUNHA- (Milho exclusivo).



Legenda

UBL - *Urochloa brizanta* na linha
UBE - *Urochloa brizanta* entrelinha
UBC - *Urochloa brizanta* no cultivo (V_4)

URL - *Urochloa ruzizienses* na linha
URE - *Urochloa ruzizienses* entrelinha
URC - *Urochloa ruzizienses* no cultivo (V_4)

UBLA- *Urochloa brizanta* à lanço (V_4)
URLA- *Urochloa Ruzizienses* à lanço (V_4)
T- Testemunha

(carreador 1 m)

Figura 4. Croqui da área experimental



Figura 5. *Urochloa* semeada na linha



Figura 6. *Urochloa* semeada na entrelinha.



Figura 7. *Urochloa* semeada no cultivo V_4.



Figura 8. *Urochloa* semeada à lanço em V_4.



Figura 9. Colheita do milho.



Figura 10. Palhada de milho e *Urochloa.*

5.2.2.2 Safra de Verão

Na safra de verão, a cultura da soja foi semeada no espaçamento de 0,45m, com 14 linhas por parcela (157,5 m^2), constituidas por duas passadas de 7 linhas cada. A semeadura foi realizada sobre palhada dos nove tratamentos anteriores (consórcio de milho e *Urochoas*) no delineamento experimental de blocos ao acaso em esquema fatorial 2x4+1 com quatro repetições. A figura 11 representa a condição inicial para semeadura da soja na safra de verão no primeiro ano agrícola e a figura 12 demonstra a soja em pleno estádio reprodutivo.



Figura 11. Cobertura do solo pelo consórcio de milho com *Urochloas*.



Figura 12. Soja sobre palhada dos consórcios

5.2.3 Determinação dos atributos físicos e químicos do solo

Os atributos físicos do solo foram determinados com monólitos indeformados, coletados em anéis de volume conhecido, retirados com amostradores de Uhland adaptados, nas camadas de 0,0 - 0,10; 0,10 - 0,20 e 0,20 - 0,30 m, segundo metodologia da Embrapa (1997).

Para as determinações da densidade, macroporosidade, microporosidade utilizou-se o método da mesa de tensão, segundo Embrapa (1997), realizada no Laboratório de Solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - UNESP. A porosidade total foi calculada pela soma dos valores de macroporosidade e microporosidade do solo. As amostras químicas de solo também foram realizadas nas mesmas profundidades segundo metodologia descrita por Raij e Quaggio (1983).

Os atributos físicos e químicos do solo foram determinados antes da implantação do experimento, após a colheita do milho consorciado com as forrageiras e após a colheita da soja para os dois anos agrícolas. O mesmo ocorreu para resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) que foi obtida por meio de penetrômetro eletrônico, modelo PNT-Titan da DLG Automação Industrial Ltda, construído conforme a norma ASAE S313.3 (ASAE, 1999), observando-se 10 amostras por parcela nas profundidades de 0,0 – 0,10; 0,10 – 0,20 e 0,20 – 0,30 m.

O teor de água no solo foi determinado pelo método gravimétrico, de acordo com Embrapa (1979). As amostras de solo foram coletadas no mesmo dia da RMSP e nas mesmas camadas de solo. O solo foi coletado com uso de trado holandês, acondicionado em cápsulas de alumínio, vedadas com fita adesiva até a pesagem em balança digital de precisão de 0,01 g, e, em seguida, colocadas em estufa elétrica a 105^{o}C de temperatura até massa constante, determinando-se a porcentagem de água evaporável, e calculando, por fim, o teor de água.

5.2.4 Aquisição de dados

Para realizar a aquisição e armazenamento dos dados referentes à força de tração e potência na barra, velocidade de deslocamento e consumo de combustível, foi utilizado um sistema composto por Micrologger CR23X da Campbell Scientific (Figura 9). Os dados coletados foram de patinagem dos rodados do trator, força de tração na barra, velocidade instantânea e consumo de combustível. Utilizando-se estacas espaçadas por 25 m, os pontos de início e fim das parcelas foram demarcados e utilizados como ponto referencial para acionar e desligar o sistema de aquisição de dados.



Figura 13. Micrologger *CR23X* montado no trator.

5.2.5 Desempenho operacional do conjunto-trator-semeadora

5.2.5.1 Velocidade de deslocamento e capacidade de campo efetival e operacional

A velocidade real de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora, para semeadura da soja sobre palhada do sistema de ILP, foi mensurada por meio de um radar marca Dickey John, modelo RVS II, instalado na lateral direita do trator, disposto em ângulo de 45° com a horizontal, com precisão de 0,1 km h^{-1} e frequência de 1 Hz (Figura 10).



Figura 14. Unidade de radar montado no trator.

A capacidade de campo efetiva foi obtida em função da largura de trabalho da semeadora-adubadora e da velocidade de deslocamento, conforme Mialhe (1996).

$$CCe = LT_x \; V_x \; 0{,}36 \qquad (1)$$

em que,

CCe = capacidade de campo efetiva (ha h^{-1});
LT = largura útil de trabalho da semeadora-adubadora (m);
V = velocidade real de deslocamento (m s^{-1});
0,36 = fator de conversão de unidade.

A capacidade de campo operacional foi obtida pela mesma equação descrita anteriormente, considerando, entretanto, uma eficiência de 75% da capacidade de campo efetiva, segundo ASAE (1997).

5.2.5.2 Força e potência média na barra de tração

A força média requerida na barra de tração foi determinada por meio de célula de carga M. SHIMIZU modelo TF400, com capacidade para 100 kN e precisão de 10 N com suporte de sustentação (berço), instalada entre a barra de tração do trator e o cabeçalho da semeadora-adubadora. Determinou-se a média dos valores armazenados (em unidade kgf) e foram transformados para kN.



Figura 15. Célula de carga

O cálculo da demanda de potência média na barra de tração foi realizado de forma indireta, segundo a equação (2).

$$PB = FT_x V \quad (2)$$

em que,

PB = potência média na barra de tração (kW);

FT = força de tração média na barra (kN); e

V = velocidade de deslocamento (m s^{-1}).

5.2.5.3 Patinagem dos rodados do trator

Para determinar a patinagem dos rodados do trator utilizaram-se geradores de pulso de marca S&E Instrumentos de testes e medições, modelo GIDP-60-U-12V, os quais realizaram conversão de movimentos rotativos em pulsos elétricos, gerando 60 pulsos por volta dos rodados do trator.

Ao deslocar-se sem carga na barra de tração, obteve-se número determinado de pulsos em distância conhecida de 25 m; e ao tracionar a semeadora-adubadora durante a operação de semeadura, outra quantidade de pulsos foi fornecida para deslocar-se em mesma distância e, assim, utilizando-se a equação 3, obteve-se a patinagem média, como descrito em Grotta (2003):

$$P = \left(1 - \frac{NPS}{NPC}\right) x\ 100 \quad (3)$$

em que:

P = patinagem (%);

NPS = número de pulsos da roda, trator operando sem carga na barra de tração no solo da área experimental.

NPC = número de pulsos da roda, trator operando com carga na barra de tração no solo durante semeadura.

100 = fator de adequação.

5.2.5.4 Consumo horário e operacional de combustível

Para determinar o consumo de combustível foi utilizado um protótipo conforme descrito em Lopes et al. (2003); tal protótipo possui 2 medidores de fluxo marca “Flowmate” oval, modelo Oval M-III, com precisão de 0,01 mL instalados em série com 2 medidores de temperatura do tipo “termopar PT-100”, com precisão de 0,1^{o}C para monitorar o débito e o retorno da bomba injetora.

O consumo de combustível foi determinado em todas as parcelas experimentais em unidade de volume (mL), e pela diferença entre os volumes de combustíveldeterminados na entrada e no retorno da bomba injetora, obteve-se o volume realmente utilizado pelo trator durante o percurso.



Figura 16. Medidor de consumo de combustível

Para avaliar o consumo volumétrico de combustível utilizou-se a equação 4:

$$Cv = \frac{\mathrm{C\ x\ 3{,}6}}{t} \qquad (4)$$

em que:

Cv = consumo volumétrico (L h^{-1});

C = volume consumido (mL);

t = tempo de percurso na parcela (s);

3,6 = fator de adequação.

O consumo operacional de combustível (CO) foi calculado com base no consumo horário e na capacidade de campo operacional, sendo expresso em L ha^{-1} (equação 5).

$$Co = \frac{Cv}{CCo} \quad (5)$$

em que,

Co = consumo operacional de combustível (L ha^{-1});

Cv = consumo volumétrico (L h^{-1});

CCo = capacidade de campo operacional (ha h^{-1}).

5.2.6 Avaliações fitotécnicas e componentes de produção na cultura do milho

5.2.6.1 Número médio de dias para a emergência de plântulas de milho

Para a determinação do número médio de dias para emergência das plântulas de milho, foram feitas contagens diárias desde a primeira plântula emergida até a estabilização da contagem, na área útil de cada parcela experimental. Considerou-se como plântula emergida aquela que possibilitou visualização de qualquer de suas partes, independentemente do local de observação.

Efetuou-se o cálculo do número médio de dias para a emergência de plântulas de milho de acordo com a equação proposta por Edmond e Drapala (1958):

$$M = \frac{\left[\left(N_1 G_1\right) + \left(N_2 G_2\right) + \ldots + \left(N_n G_n\right)\right]}{\left(G_1 + G_2 + \ldots + G_n\right)} \quad (6)$$

em que,

M = Número médio de dias para emergência das plântulas de milho;

N_1 = Número de dias decorridos entre a semeadura e a primeira contagem de plântulas;

G_1 = Número de plantas emergidas na primeira contagem;

N_2 = Número de dias decorridos entre a semeadura e a segunda contagem;

G_2 = Número de plântulas emergidas entre a primeira e a segunda contagem;

N_n = Número de dias decorridos entre a semeadura e a última contagem de plântulas; e

G_n = Número de plântulas emergidas entre a penúltima e última contagem.

5.2.6.2 Distribuição longitudinal de plântulas de milho

A distribuição longitudinal na fileira de semeadura foi determinada logo após a estabilização da emergência, medindo-se a distância entre todas as plântulas de milho existentes na área útil de cada parcela experimental.

Os espaçamentos entre plântulas (X_i) foram avaliados conforme classificação adaptada de Kurachi et al. (1989), determinando-se o percentual de espaçamentos correspondentes às classes normais ($0,5 \cdot X_{ref} < X_i < 1,5 \cdot X_{ref}$), múltiplos ($X_i \leq 0,5 \cdot X_{ref}$) e falhos ($X_i \geq 1,5 \cdot X_{ref}$), baseado em espaçamento de referência (X_{ref}) de acordo com a regulagem da semeadora-adubadora. Considerando-se que a semeadora foi regulada para distribuir 5,4 sementes m^{-1}, esse é o espaçamento de referência, desta forma, foram considerados como normais os espaçamentos entre plântulas que estavam entre 0,027 e 0,093 m, múltiplos os valores inferiores a 0,027 e falhos os acima de 0,093 m.

5.2.6.3 População inicial e final de plantas

Para estas avaliações, foram contadas as plantas presentes na área útil da parcela. Os valores encontrados foram extrapolados para número de plantas ha^{-1}.

5.2.6.4 Altura de planta, altura de inserção de 1ª espiga e diâmetro do colmo

A altura média das plantas de milho foi determinada pela medição, com régua graduada em centímetros, medindo a distância entre o colo da planta até a inserção da folha bandeira. Foram tomadas medidas de dez plantas da área útil da parcela, quando o milho encontrava-se no estádio de florescimento. A altura de inserção de 1ª espiga foi determinada pela medição, com régua graduada em centímetros, medindo a distância entre o colo da planta até a base da primeira espiga avaliada nas mesmas plantas citadas anteriormente. Obteve-se por meio de paquímetro digital com precisão de 0,1 mm o diâmetro médio do colmo devido ao seu formato elíptico. Portanto, calculou-se a médio da medição do maior e menor diâmetro, no internódio situado acima do primeiro nó das raízes adventícias, tomando como base as mesmas dez plantas.

5.2.6.5 Número de fileiras de grãos por espiga e número de grãos por fileira

Para essas avaliações foram contados o número de fileiras e o número de grãos por fileira de cinco espigas de cada parcela, escolhidas aleatoriamente dentro da área útil.

5.2.6.6 Produção de grãos

Para esta avaliação, foram coletadas as espigas da área útil de cada parcela e as mesmas foram trilhadas com auxílio de trilhadora mecânica. Os grãos foram separados, pesados e os valores corrigidos para a base úmida de 13%, baseadas nas Regras de Análise de Sementes BRASIL (1992) pela equação 7:

$$P = I \times \frac{(100 - U)}{100 - 13} \qquad (7)$$

em que,

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

U = teor de água atual dos grãos, em %

I = massa inicial da amostra

Após transformar a massa dos grãos à base de 13%, a produção de grãos foi transformada em kg ha^{-1}.

5.2.6.7 Massa de mil grãos

Para determinação fez-se a contagem ao acaso de oito repetições de cem grãos (BRASIL, 1992), que tiveram suas massas determinadas e ajustadas para 13% de teor de água.

5.2.6.8 Produção de matéria seca da palhada do milho e da soja

Foram pesadas todas as plantas da área útil da parcela, após a trilha descontou-se o peso dos grãos obtendo-se assim o peso da massa de matéria verde da palhada. Foi retirada uma amostra e submetida à secagem em estufa com circulação forçada de ar, a 65 ºC até massa constante, determinando-se o teor de água, e, posteriormente, realizou-se o cálculo da produção de matéria seca de palhada por hectare.

5.2.7 Características agronômicas das *Urochloa*

5.2.7.1 Produção de matéria seca

Para determinação da matéria seca das *Urochloas* utilizou-se armação de ferro com área de 0,25 m^2, coletando-se quatro sub-amostras por parcela nos tratamentos, com a forrageira na entrelinha e à lanço, sendo que para as forrageiras semeadas na linha, coletou-se dois metros de duas linhas da área útil da parcela. O material foi pesado e uma amostra foi levada à estufa com circulação forçada de ar, por a 65ºC até massa constante, determinando-se a massa de matéria seca para o cálculo da produção (kg ha^{-1}), destacando-se que a matéria seca total de palhada foi obtida por meio da somatória da palhada de milho e forrageira, o que representou a condição inicial para semeadura nos anos agrícolas 2010/11 e 2011/12,

característica fundamental para interpretação dos resultados dos parâmentros operacionais.

5.2.7.2 Cobertura do solo

Para determinação da porcentagem de cobertura do solo utilizou-se fio de cobre encapado com seis metros, com marcações equidistantes por 0,15 m e duas estacas nas pontas para fixação do fio rente ao solo, resultando em 40 pontos de leitura. As leituras foram realizadas na diagonal da parcela, metodologia adaptada de Laflen et al. (1981) no intervalos de 7, 14, 21 e 28 dias após a semeadura da soja. Com as marcações no fio, foi possível identificar a porcentagem de cobertura do solo, sendo que cada marcação coincidente com o material vegetal sobre a superfície correspondeu a 2,5% de cobertura.

5.2.8 Avaliações fitotécnicas e componentes de produção na cultura da soja

5.2.8.1 Altura de planta e de inserção de 1ª vagem e número de vagens por planta

A altura média de planta de soja foi determinada pela medição, com régua graduada em centímetros, da distância entre o colo da planta até a extremidade apical. Para a altura média de inserção de primeira vagem foi adotada a distância entre o colo da planta e a inserção da primeira vagem. Foram tomadas medidas de dez plantas da área útil da parcela, na época da colheita. Nessas mesmas plantas foi determinado o número de vagens.

5.2.8.2 Produção de grãos

Para a produção de grãos de soja, as plantas contidas na área útil de cada parcela foram colhidas manualmente e submetidas à trilha mecânica. Após a debulha foram pesados os grãos e a massa de grãos foi corrigida para a base umida de 13%, conforme a equação (6) e posteriormente transformadas para kg ha^{-1}.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Primeiro ano agrícola

6.1.1 Atributos físicos do solo

Os valores de macroporosidade (Tabela 1) demosntram que para os tratamentos com forrageiras e modalidades de semeadura não apresentaram diferenças significativas nas três profundidades avaliadas, porém para época de amostragem houve efeito significativo ($p<0,05$).

Na camada de 0,0-0,10 m, houve aumento de 63% na macroporosidade quando comparada a amostragem inicial, diferindo significativamente ($p<0,05$), porém sendo igual ao valor da segunda época. Da mesma forma ocorreu para a profundidade de 0,20-0,30 m, o que evidência o efeito positivo das forrageiras no aumento da qualidade física do solo proporcionadas pela palhada e sistema radicular das forrageiras, o que permite a reagragação da estrutura do solo com aumento significativo no espaço poroso, o que pode ser fundamental para verticalização da produtividade das culturas. Os resultados encontrados nesse trabalho discordam de Pantano (2003) que, avaliando dois espaçamentos de milho consorciado com *Urochoa* em diferentes modalidades, não obteve diferença significativa para os valores de macroporosidade nas camadas de 0,0-0,30 m, porém ressalta-se que o autor realizou as avaliações imediatamente após a colheita do milho e as raízes das gramíneas ainda não estavam em decomposição.

Na camada de 0,10-0,20 m, os maiores valores também ocorreram na amostragem realizada após a colheita da soja, diferindo significativamente ($p<0,05$) dos valores observados antes da semeadura do milho, porém sendo iguais aos valores da segunda época de amostragem. Esses resultados corroboram com os encontrados por Chioderoli et al. (2012), que encontraram aumento da macroporosidade do solo, principalmente nas camadas superficiais, justificado pela decomposição do sistema radicular e da massa seca das forrageiras e do milho, por coincidir com a época de ocorrência de maiores temperaturas e precipitação, nos meses de novembro a março (Figura 2). Segundo Marchão (2007), a estabilidade de

agregados, a macroporosidade e a condutividade hidráulica podem aumentar rapidamente com a inclusão de pastagens na rotação com culturas devido à combinação de três efeitos principais: ausência de preparo durante o ciclo da pastagem, presença de um denso sistema radicular, que atua como agente agregante, e maior atividade da macrofauna do solo em pastagens.

Tabela 1. Valores médios de macroporosidade e microporosidade do solo, avaliados na camada de 0,0-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragens. Jaboticabal, 2010/11.

Causas de Variação		Profundidade (m)		
		0,0 - 0,10	0,10 - 0,20	0,20 – 0,30
		Macroporosidade (m^3 m^{-3})		
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	0,061	0,064	0,066
	U. ruzizienses	0,064	0,069	0,062
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	0,061	0,073	0,068
	Entrelinha	0,064	0,067	0,067
	Cobertura	0,060	0,056	0,060
	Lanço	0,065	0,067	0,063
	Testemunha	0,063	0,071	0,062
Época (E)	Antes Milho	0,046 b	0,056 b	0,046 b
	Após colheita Milho	0,066 a	0,069 ab	0,069 a
	Após colheita Soja	0,075 a	0,075 a	0,077 a
CV (%)		45,3	46,67	39,64
		Microporosidade (m^3 m^{-3})		
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	0,40	0,40	0,40
	U. ruzizienses	0,40	0,39	0,40
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	0,41	0,39	0,40
	Entrelinha	0,40	0,40	0,41
	Cobertura	0,40	0,40	0,40
	Lanço	0,40	0,39	0,40
	Testemunha	0,39	0,40	0,42
Época (E)	Antes Milho	0,43 a	0,41 a	0,42 a
	Após colheita Milho	0,40 b	0,40 a	0,41 b
	Após colheita Soja	0,38 c	0,38 b	0,37 c
CV (%)		7,70	7,03	6,02

Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5 % de probabilidade.

Para os valores de microporosidade do solo (Tabela 1), observa-se que houve comportamento semelhante em todas as camadas, ou seja, os menores valores foram observados na amostragem de solo realizada após a colheita da soja,

resultados coerentes, pois à medida que ocorre o aumento da macroporidade do solo observado nas três camadas avaliadas, a microporosidade apresentou redução, entretanto nem sempre esse comportamento deve ser levado em conta, pois em alguns casos pode ocorrer também o aumento da microporosidade, principalmente ao longo dos anos agrícolas, sendo que nesse caso, o decréscimo ocorre devido o aumento significativo da macroporidade, pois ambos estão inteiramente relacionados e formam juntos os valores de porosidade total do solo. Comportamento contrário foi observado por Pantano (2003) que em estudo do consórcio de milho com *Urochoas* na região de Ilha Solteira, verificou que as modalidades de semeadura, bem como as forrageiras não afetaram os valores de microporosidade do solo em todas as camadas avaliadas.

A porosidade total do solo é constituída pela somatória dos valores de macroporosidade e microporosidade, que juntos formam 50% do seu volume ocupado com poros, segundo Kiehl (1979). De acordo com a Tabela 2, os resultados demontram que nas camadas de 0,0-0,10 e 0,20-0,30 m, os valores de porosidade do solo foram menores após a colheita da soja, sendo diferentes estatisticamente ($p<0,05$) da amostragem inicial do solo. Na camada intermediária do solo, verifica-se que os valores da segunda época são diferentes estatisticamente dos valores observados após a colheita do milho, porém sendo iguais ($p<0,05$) aos valores iniciais. A dinâmica desses resultados refere-se ao decréscimo significativo da microporidade nessas camadas, o que afetou a redução da porosidade total do solo, pois esse atributo está inteiramente relacionado com a variação da macro e microporosidade do solo.

Para os valores de densidade do solo (Tabela 2), houve efeito significativo para modalidade de semeadura e época de amostragem na camada de 0,0-0,10 m, sendo que os menores valores foram observados para o milho com *Urochloa* na linha de semeadura, apresentando diferença significativa do milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura, porém sendo iguais aos demais tratamentos.

Tabela 2. Valores médios de porosidade total e densidade do solo, avaliados na camada de 0,0-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragens.

Causas de Variação		Profundidade (m)		
		0,0 - 0,10	0,10 - 0,20	0,20 – 0,30
		Porosidade Total (m^3 m^{-3})		
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	0,46	0,46	0,47
	U. ruzizienses	0,47	0,46	0,47
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	0,47	0,46	0,47
	Entrelinha	0,46	0,46	0,47
	Cobertura	0,46	0,46	0,46
	Lanço	0,46	0,46	0,46
	Testemunha	0,45	0,47	0,48
Época (E)	Antes Milho	0,47 a	0,46 ab	0,47 a
	Após colheita Milho	0,46 ab	0,47 a	0,48 a
	Após colheita Soja	0,45 b	0,45 b	0,46 b
CV (%)		5,10	6,63	5,15
		Densidade do solo (kg dm^{-3})		
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	1,48	1,48	1,45
	U. ruzizienses	1,47	1,48	1,48
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	1,45 b	1,46	1,44 b
	Entrelinha	1,49 ab	1,47	1,45 ab
	Cobertura	1,48 ab	1,51	1,49 a
	Lanço	1,50 a	1,50	1,48 ab
	Testemunha	1,48 ab	1,46	1,45 ab
Época (E)	Antes Milho	1,45 b	1,47	1,46
	Após colheita Milho	1,51 a	1,49	1,47
	Após colheita Soja	1,48 b	1,48	1,47
CV (%)		3,56	4,15	4,19

Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5 % de probabilidade.

As forrageiras semeadas na linha, junto ao fertilizante de base, competem por luz, água e nutrientes, e por esse motivo promove maior crescimento do sistema radicular, visando maior exploração do perfil do solo e por isso melhora as condições físicas comparadas ao tratamento do milho com Urochloa à lanço na época de adubação de cobertura, pois neste, o milho encontra-se em estádio avançado de desenvolvimento e a forrageira sofre interferência, não conseguindo desenvolver o sistema radicular de maneira efetiva. Resultados semelhantes ocorreram para a profundidade de 0,20-0,30 m, entretanto os maiores valores foram observados para o milho com Urochloa na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro, o

que também é uma modalidade de consórcio em que a forrageira sofre competição com a cultura do milho.

Para os valores de época de amostragem, verifica-se que os valores iniciais de densidade do solo são iguais aos observados após a colheita da soja, sendo ambos diferentes ($p<0,05$) da segunda época, demonstrando a manutenção das características iniciais para a camada de solo estudada. Na profundidade de 0,10-0,20 m não houve efeito significativo dos tratamentos para os valores de densidade do solo, concordando com Silveira et al. (2011), os quais verificaram que a o uso da tecnologia de integração lavoura-pecuária por período de três anos não causou alteração na densidade do solo nas camadas 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m.

Denardin et al. (2008) encontraram diferenças significativas na densidade do solo entre profundidades de 0,0-0,05 m e de 0,05-0,22 m, sendo que na profundidade de 0,05-0,22 m a densidade foi superior em 28% em relação a profundidade de 0,0-0,05 m, sob cultivo de milho consorciado com *Urochloa brizantha*. A disposição estratificada do perfil de solo é expressa na camada superficial pela concentração de nutrientes e, favorável condição física para o desenvolvimento de raízes (CAMARGO e ALLEONI, 2006). Diferentemente dos resultados encontrados, Crusciol et al. (2007) não verificaram diferenças de densidade do solo em cultivo de milho solteiro e consorciado, em estudo de curta duração. A interpretação desses resultados infere que o período da amostragem do solo para análise de atributos físicos tenha sido muito precoce em relação à manifestação dos efeitos benéficos esperados à estrutura do solo, resultantes do processo de mineralização das raízes, pois indubitavelmente a intensificação e diversificação de espécies implicam no aumento do aporte de material orgânico e na melhoria da estrutura do solo (CONCEIÇÃO et al., 2005).

Ademais, considerando que a densidade aparente para solos de textura argilosa ou muito argilosa situa-se entre 0,86 g a 1,21 g/cm3, e com porosidade total alta a muito alta (SANTOS et al., 2006), os valores observados encontram-se acima dos estabelecidos pelos autores, porém podendo afetar ou não de maneira significativa a produtividade das culturas, o que poderemos observar nos resultados que serão apresentados para a cultura do milho e da soja. A densidade do solo é o atributo que representa a alteração das características estruturais, que com o

aumento significativo pode implicar na ocorrência de compactação, condição indesejável para o desenvolvimento do sistema radicular das culturas, sendo que os limites recomendados pela literatura para solos argilosos, solo utilizado na presente pesquisa, encontra-se ao redor de 1,0 a 1,2 Mg m^{-3}, valores acima dos normais (Tabela 2). Deve ser ressaltado, ainda, que solos cultivados com culturas de grãos podem sofrer compactação em decorrência do trânsito de máquinas na semeadura, tratos fitossanitários e colheita (SPERA et al., 2006).

Na camada de 0,20-0,30 m, houve interação significativa entre época de amostragem e forrageiras para os valores de densidade do solo, e o desdobramento encontra-se na Tabela 3. Os valores demonstram que a *Urochloa brizantha* comparada com *Urochloa ruzizienses* após a colheita do milho, proporcionou menores valores de densidade do solo, evidenciando a eficiência do sistema radicular dessa forrageira principalmente nas camadas superficiais do solo, concordando com os resultados obtidos por Fidalski et al. (2009) e Spera et al. (2009).

Tabela 3. Valores médios obtidos do desdobramento de densidade do solo na profundidade de 0,20 -0,30 m, entre as espécies de forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem.

Causas de Variação		Época (E)		
		ASM	ACM	ACS
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	1,44 Aa	1,44 Ab	1,48 Aa
	U. ruzizienses	1,47 Aa	1,49 Aa	1,45 Aa
DMS	F	0,039		
	M	0,070		

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja. DMS- diferença mínima significativa.

Para os valores da forrageira dentro das épocas de amostragem, verifica-se que não houve diferença significativa ($p<0,05$) entre os tratamentos. É importante observar que em SPD, muitas vezes a camada superficial apresenta aumento da densidade devido ao tráfego de máquinas agrícolas, entretanto o aporte de palhada produzido anualmente pela tecnologia de ILP, pode melhorar à longo prazo as condições físicas do solo e afetar positivamente a produtividade das culturas, o que poderemos visualizar no segundo ano agrícola dessa pesquisa.

Bertol et al. (2004) observaram que em sistema 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 é argumentado por Sarmento et al. (2008), que verificaram maior densidade na camada superficial do solo. 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 0,0-0,05 m em área de *Urochoa* 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 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.

6.1.2 Atributos químicos do solo

A tabela 4 apresenta a análise de variância para os atributos químicos do solo avaliados nas profundidades de 0,0-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m, sendo que a significância dos tratamentos e as interações significativas ($p<0,05$) são apresentadas após a discussão de cada profundidade representada por meio de tabelas de desdobramentos.

Tabela 4. Teste F realizado para os atributos químicos do solo em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragem.

Profundidade (0,0-0,10 m)		P	MO	pH ($CaCl_2$)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V (%)
							$mmol_c\ dm^{-3}$				
Valor de F	F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	M	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	E	*	*	NS	*	NS	*	*	*	*	NS
	F x M	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	F x E	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*	NS	NS
	M x E	*	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	*	NS
	F x M x E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Profundidade (0,0-0,20 m)		P	MO	pH ($CaCl_2$)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V (%)
							$mmol_c\ dm^{-3}$				
Valor de F	F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	M	NS	NS	*	*	NS	NS	*	*	NS	*
	E	*	*	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS
	F x M	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	F x E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	M x E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	F x M x E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Profundidade (0,20-0,30 m)		P	MO	pH ($CaCl_2$)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V (%)
							$mmol_c\ dm^{-3}$				
Valor de F	F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	M	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	E	*	*	*	NS	*	*	*	*	*	*
	F x M	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	F x E	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	M x E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	F x M x E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^{NS} (p >0,05); * (p<0,05). Forrageira (F), Modalidade (M), Época (E). *UB- Urochloa brizantha; UR- Urochloa ruzizienses;* P (mg dm^{-3}); MO (g dm^{-3}).

Os valores dos atributos químicos do solo na camada de 0,0-0,10 m podem ser observados na Tabela 5. De acordo com resultados, verifica-se que a metade dos atributos químicos apresentaram interação significativa pelo teste de Tukey (p<0,05), exceto para os valores de matéria orgânica (MO), potencial hidrogeniônico (pH), cálcio (Ca), acidez potencial (H+Al) e saturação por base (V%). O coeficiente de variação do atributo fósforo encontra-se alto de acordo com Pimentel Gomes, (2000), atribuído principalmente a não mobilidade desse nutriente no solo, com valores elevados principalmente na linha de semeadura, local onde ocorre a deposição do fertilizante, e com baixos valores na entrelinha.

Para matéria orgânica no solo, houve efeito significativo para época de amostragem, sendo que os maiores valores foram encontrados após a colheita da soja, porém estatisticamente iguais aos valores observados após a colheita do milho. Os valores apresentam caráter ascendente, fato muito importante, pois a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo está inteiramente ligada à dinâmica da matéria orgânica, que segundo Assis e Lanças (2010) a influência da matéria orgânica na agregação do solo ocorre à medida que se adiciona material orgânico ao solo, intensificando a atividade microbiana, resultando na produção de exsudados que desempenham função na formação e na estabilização (agentes cimentantes) dos agregados.

Tabela 5. Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0,0 - 0,10 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragem.

Causas de Variação		P	MO	pH ($CaCl_2$)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V (%)
							$mmol_c\ dm^{-3}$				
Forrag. (F)	*UB*	41,0	25,7	5,7	4,2	47,6	19,2	22,2	71,0	93,1	74,9
	UR	40,5	24,9	5,6	4,1	44,8	18,6	23,4	67,0	90,4	72,9
Mod. (M)	MFL	40,1	25,4	5,6	4,6	46,2	18,5	23,4	69,3	92,7	73,5
	MFE	39,5	25,9	5,7	3,7	50,3	21,1	21,5	75,1	96,6	76,8
	MFC	41,0	26,3	5,6	4,1	45,0	18,2	23,7	67,3	90,9	72,4
	MFLA	39,2	22,9	5,6	4,3	42,9	17,1	22,0	64,3	86,3	73,4
	T	43,8	25,9	5,6	3,9	46,7	20,2	23,3	70,9	94,2	73,9
Época (E)	ASM	44,4	25,8 a	5,6	3,7	47,6	18,92	24,4 a	70,2	94,6	73,0
	ACM	31,0	22,9 b	5,6	4,6	41,4	17,4	21,5 b	63,4	85,0	73,0
	ACS	46,8	27,1 a	5,7	4,1	49,5	20,4	22,2 ab	74,0	96,2	75,9
CV (%)		55,2	18,9	4,9	35,8	27,3	30,6	22,0	26,4	16,2	12,3

Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. *UB- Urochloa brizantha; UR- Urochloa ruzizienses;* P ($mg\ dm^{-3}$); MO ($g\ dm^{-3}$); ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja. MFL- Milho com Urochoa na linha de semeadura do milho; MFE- Milho com Urochoa na entrelinha; MFC- Milho com Urochoa na entrelinha semeada junto ao adubo de cobertura do milho no estádio V_4; MFLA- Milho com Urochoa à Lanço no estádio V_4 do milho; T- Milho exclusivo.

A acidez potencial apresentou comportamento semelhante à matéria orgânica, com maiores valores antes da semeadura do milho, diferindo significativamente dos valores observados após a colheita do milho. Esse atributo está diretamente ligado aos valores de pH do solo, que oscilam de acordo com a dinâmica do íons H^+ e Al^{+3} na solução do solo, afetada pela adição de cargas negativas, provenientes da ação neutralizante dos corretivos, que contribui para a correção da acidez do solo em áreas sob sistema plantio direto já consolidadas

principalmente em solos com maior acúmulo de matéria orgânica (GATIBONI et al., 2003). A saturação por bases não apresentou diferença significativa em nenhum dos tratamentos utilizados, porém com valores acima de 70%.

No desdobramento das modalidades de semeadura dentro das épocas de amostragem (Tabela 6), constata-se que dentro da modalidade linha e entrelinha, houve aumento do teor de fósforo após a colheita da soja, significativamente ($p<0,05$) maiores aos valores encontrados após a colheita do milho. Esses resultados podem ocorrer devido às adubações contínuas na linha (CIOTTA et al., 2002; COSTA et al., 2009) e bioporos formado pelas raízes e fauna do solo (ADISCOTT, 1995), que promovem a redistribuição de P no perfil. Comparando as duas épocas, verifica-se que houve aumento de aproximadamente 50% e 41%, respectivamente, para modalidade de semeadura linha e entrelinha.

Comparando as modalidades dentro de cada época de amostragem, os resultados demonstram que apenas após a colheita do milho houve diferença significativa ($p<0,05$), com os maiores valores no tratamento testemunha diferindo do milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura, porém sendo iguais aos demais, o que comprova a grande exportação de fósforo nos tratamentos com milho consorciado.

Tabela 6. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de Fósforo, entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem.

Causas de Variação		Época (E)		
		ASM	ACM	ACS
Modalidade (M)	Linha	34,12 ABa	28,19 Bab	58,00 Aa
	Entrelinha	43,37 ABa	21,87 Bab	53,25 Aa
	Cultivo	48,12 Aa	35,75 Aab	39,12 Aa
	Lanço	52,62 Aa	16,25 Bb	48,87 Aa
	Testemunha	43,75 Aa	53,00 Aa	34,75 Aa
DMS	M	32,79		
	E	28,06		

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. P (mg dm^{-3}). ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja.

Em sistemas de ILP-SPD a dinâmica de potássio no solo é também alterada, quando comparado a sistemas convencionais de produção, devido ao aumento na matéria orgânica (SOUZA et al., 2009; SALTON, 2005). Isto promove aumento na

capacidade de troca de cátions (MIELNICZUK, 2005) e na reciclagem de K, via culturas de grãos e pelos animais. De acordo com Tabela 7, os resultados demonstram que para milho com *Urochloa* na linha de semeadura, os maiores valores foram encontrados após a colheita do milho, com diferença significativa ($p<0,05$) das demais épocas, provavelmente devido ao aumento no teor de matéria orgânica no solo e reciclagem desse nutriente pela cultura do milho em consórcio com as forrageiras.

Comparando as épocas de amostragem dentro das modalidades de semeadura, observa-se que os maiores valores de K foram encontradas no milho com *Urochloa* na linha de semeadura, diferindo significativamente do milho com *Urochloa* na entrelinha e milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura, sem diferir significativamente dos demais tratamentos. Esses resultados ocorreram devido a maior competição que a forrageira proporciona quando semeada na linha junto ao fertilizante de base do milho, promovendo maior capacidade competitiva do milho em relação às espécies forrageiras, tendo um maior desenvolvimento inicial e, consequentemente, melhor aproveitamento dos recursos em comum (SILVA et al., 2004), bem como maior reciclagem desse nutriente para as camadas superficiais.

Tabela 7. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de Potássio, entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem.

Causas de Variação		Época (E)		
		ASM	ACM	ACS
Modalidade (M)	Linha	3,84 Ba	6,20 Aa	3,75 Ba
	Entrelinha	3,16 Aa	4,15 Ab	3,90 Aa
	Cultivo	3,81 Aa	4,54 Aab	3,96 Aa
	Lanço	4,06 Aa	3,61 Ab	5,12 Aa
	Testemunha	3,67 Aa	4,37 Aab	3,82 Aa
DMS	M	2,04		
	E	1,55		

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. K ($mmol_c\ dm^{-3}$). ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja.

Para os valores de Mg (Tabela 8), houve aumento significativo após a colheita da soja diferindo das demais épocas para *U. ruziziense*s. Esses resultados demonstram o efeito positivo dessa forrageira no aumento dos cátions no solo,

melhorando o condicionamento químico que podem afetar positivamente a produtividade das culturas a curto e longo prazo. De acordo com Torres et al. (2008), as plantas de cobertura semeadas durante a entressafra, em sistema de plantio direto, apresentam capacidade de absorver nutrientes em camadas subsuperficiais e, posteriormente, liberá-los nas camadas superficiais por meio da decomposição e mineralização dos seus resíduos, o que pode contribuir para uso eficiente de fertilizantes nas culturas anuais em sucessão.

Tabela 8. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de magnésio, entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem.

Causas de Variação		Forrageiras (F)	
		U. brizantha	*U. ruzizienses*
Época (E)	ASM	20,35 Aa	17,12 Ab
	ACM	18,00 Aa	16,62 Ab
	ACS	19,15 Aa	21,94 Aa
DMS	F	3,23	
	E	3,81	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. Mg ($mmol_c\ dm^{-3}$). ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja.

Resultados semelhantes foram encontrados por Silveira et al. (2011), que trabalhando com avaliação dos atributos químicos sobre pastagem contínua e pastagem com culturas anuais em sucessão verificaram o aumento nos valores de K, Ca, Mg e Mn na camada superficial do solo, justificado pela alta capacidade de reciclagem de nutrientes realizada pela *Urochloa ruzizienses*.

No desdobramento de soma de bases (SB) entre épocas de amostragem e espécies forrageira, no tratamento com amostragem antes da semeadura do milho, a *Urochloa brizantha* apresentou maiores valores comparado com a *Urochloa ruzizienses* (Tabela 9), sendo esses resultados associados ao aumento dos teores de Ca, Mg e K, que afetam diretamente os valores de SB e T do solo. Em estudos sobre a fertilidade do solo em SPD, por longo tempo, em uma cronossequência, sob Latossolo no Paraná, Sá et al. (2009) também verificaram que o uso do SPD é uma estratégia útil para melhorar a fertilidade dos solos com carga variável.

Segundo Crusciol e Borghi (2007), o cultivo consorciado do milho com *Urochoa* beneficiou diretamente os teores de P, K, Ca e Mg, com reflexo direto no valor T e na saturação por bases (V%), comparado às áreas sob SPD com cultivo

exclusivo de milho no verão e pousio no período de outono/inverno/primavera, ou milho/aveia. Esses autores relataram que os resultados foram decorrentes do grande aporte de palhada somado ao grande volume de raízes em profundidade proporcionado pela *Urochloa* e, evidenciam o fato das espécies forrageiras serem mais eficientes no aproveitamento do P do solo do que as culturas anuais.

Tabela 9. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de soma de bases (SB), entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem.

Causas de Variação		Forrageiras (F)	
		U. brizantha	*U. ruzizienses*
Época (E)	ASM	76,31 Aa	64,46 Bb
	ACM	66,54 Aa	62,54 Ab
	ACS	70,13 Aa	78,85 Aa
DMS	F	11,59	
	E	12,03	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. SB ($mmol_c\ dm^{-3}$ ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja.

A *Urochloa brizantha* apresentou maiores valores de capacidade de troca catiônica (Tabela 10) em comparação com a *Urochloa ruzizienses* na amostragem antes da semeadura do milho, resultado que não está ligado às características das forrageiras, visto que nessa época ainda não estava instalado o consórcio. Avaliando as forrageiras dentro das épocas de amostragem, verifica-se diferença não significativa ($p<0,05$) para os valores de T em área de consórcio de milho com *Urochloa brizantha.* Já no tratamento com *Urochloa ruzizienses*, os resultados demonstram o aumento significativo da T do solo após a colheita da soja, diferindo ($p<0,05$) das demais épocas, relatando o efeito positivo dessa forrageira na capacidade de armazenamento de nutrientes no solo.

Tabela 10. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de capacidade de troca catiônica (T), entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem.

Causas de Variação		Forrageiras (F)	
		U. brizantha	*U. ruzizienses*
Época (E)	ASM	99,46 Aa	88,59 Bb
	ACM	87,74 Aa	81,54 b
	ACS	92,23 Ba	101,10 Aa
DMS	F	8,31	
	E	9,81	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. T ($mmol_c\ dm^{-3}$). ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja.

Nesse mesmo sentido, verifica-se que após a colheita da soja, a *Urochloa ruzzienses* apresentou também maiores valores quando comparada com *Urochloa brizantha*, reafirmando o efeito positivo na mineralização da palhada e reciclagem de nutrientes. Diante disso, os sistemas de manejo que favorecem o incremento dos teores de carbono resultam no aumento da capacidade de troca catiônica (T) do solo e da disponibilidade de nutrientes para as culturas (SIQUEIRA NETO et al., 2009).

O desdobramento das modalidades de semeadura dentro das épocas de amostragem para o atributo T mostra que após a colheita do milho os valores do milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura diferem significativamente da testemunha, porém semelhantes aos demais tratamentos (Tabela 11). Esses resultados estão associados aos menores valores encontrados para fósforo e potássio para esse mesmo tratamento, o que pode ser observado nas tabelas 6 e 7. Para comparação das épocas de amostragem dentro das modalidades, verifica-se que para o milho com *Urochloa* na entrelinha e milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura apresentaram menores valores após a colheita do milho, porém sendo iguais após a colheita da soja. Essa dinâmica de nutrientes está associada aos valores dos cátions do solo, como por exemplo, o fósforo que apresentou comportamento semelhante ao observado para esse atributo (Tabela 6).

De maneira geral, os maiores estoques de Ca, Mg e K proporcionados pelo sistema de ILP, permite verificar o grande potencial de uso agrícola dessa tecnologia nos sistemas de produção. E, este resultado, segundo Ferreira et al. (2011), indica que o sistema de ILP é sustentável, pois tem como premissa o manejo adequado do

solo, das plantas (forrageiras e culturas comerciais) e dos animais de forma que, ao mesmo tempo, não cause restrições ao ambiente radicular e produza quantidades de resíduos suficientes para a consolidação do sistema.

Tabela 11. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de capacidade de troca catiônica (T), entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem.

Causas de Variação		Época (E)		
		ASM	ACM	ACS
Modalidade (M)	Linha	92,09 Aa	88,82 Aab	97,37 Aa
	Entrelinha	102,04 Aa	84,52 Bab	103,15 Aa
	Cultivo	85,44 Aa	90,29 Aab	97,09 Aa
	Lanço	98,06 Aa	69,99 Bb	90,87 Aa
	Testemunha	96,42 Aa	97,62 Aa	88,57 Aa
DMS	M	20,90		
	E	15,50		

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. T ($mmol_c\ dm^{-3}$). ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja.

Os valores dos atributos químicos do solo na camada de 0,10-0,20 m estão apresentados na Tabela 12. De acordo com resultados, verifica-se que os valores dos atributos Ca, Mg e T não apresentaram diferença significativa pelo teste de Tukey ($p<0,05$). Os menores valores para o atributo fósforo (P) foi encontrado após a colheita do milho, diferindo significativamente dos valores antes da semeadura do milho e após a colheita da soja. Esse resultado explica que grande quantidade do fósforo é translocado para os grãos e exportados após a colheita, e que o retorno do mesmo ao solo depende do grande aporte de palhada produzido pelo milho associado ao consórcio com as forrageiras. Para o teor de matéria orgânica, houve efeito significativo para o tratamento época de amostragem, ou seja, os maiores valores de matéria orgânica ocorreram após a colheita da soja, diferindo estatisticamente das demais épocas. Esse resultado confirma novamente a importância do uso das forrageiras em consórcio com milho, que por apresentaram sistema radicular vigoroso e profundo, auxilia significativamente no aumento do teor de MO do solo e consequentemente no teor de nutrientes.

Tabela 12. Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0,10 – 0,20 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragem.

Causas de Variação		P	MO	pH ($CaCl_2$)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V (%)
					mmolc dm^{-3}						
Forrag. (F)	*UB*	28,6	20,2	5,3	3,5	29,2	12,8	28,8	45,5	74,3	60,1
	UR	28,5	20,1	5,3	3,4	28,9	12,9	28,3	45,3	73,6	59,8
Mod. (M)	MFL	31,4	20,4	5,3 ab	3,6 ab	28,0	12,3	29,1 ab	43,9 ab	73,0	59,6 ab
	MFE	23,4	20,0	5,3 ab	3,3 ab	28,5	12,6	29,0 ab	44,3 ab	73,3	59,6 ab
	MFC	30,1	20,3	5,2 b	3,1 b	27,3	12,0	29,2 a	42,5 ab	71,6	57,7 ab
	MFLA	30,6	20,5	5,5 a	4,0 a	34,4	15,7	24,8 b	54,1 a	78,8	66,2 a
	T	26,1	19,2	5,1 b	3,4 ab	25,3	10,6	33,1 a	39,2 b	72,3	53,8 b
Época (E)	ASM	31,4 a	20,0 b	5,2	3,3	28,9	12,4	30,1 a	44,6	74,7	58,7
	ACM	21,1 b	18,8 c	5,3	3,6	28,1	12,7	27,0 b	44,3	71,3	60,1
	ACS	32,4 a	21,6 a	5,3	3,6	30,3	12,4	28,6 ab	47,3	75,9	61,2
CV (%)		50,6	11,4	6,1	31,6	39,5	48,9	19,5	38,5	19,6	18,3

Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. *UB- Urochloa brizantha; UR- Urochloa ruziziense;* P (mg dm^{-3}); MO (g dm^{-3}); ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja. MFL- Milho com Urochoa na linha de semeadura do milho; MFE- Milho com Urochoa na entrelinha; MFC- Milho com Urochoa na entrelinha semeada junto ao adubo de cobertura do milho no estádio V_4; MFLA- Milho com Urochoa à Lanço no estádio V_4 do milho; T- Milho exclusivo.

Para os valores de pH no solo, houve efeito significativo para as modalidades de semeadura, apresentando maior potencial hidrogeniônico no tratamento Testemunha, diferindo significativamente do milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura, porém sendo iguais ($p<0,05$) aos demais tratamentos. De maneira geral, os valores de pH nos tratamentos com maior quantidade de palhada em comparação com a testemunha foram maiores, evidenciando o efeito positivo da cobertura vegetal na dinâmica dos íons H^+ no solo, mesmo em maiores profundidades. Para os valores de potássio (K), o milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura apresentou maiores valores quando comparado com o milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro, resultado semelhante ao observado para o valor de pH nessas mesmas modalidades, permitindo identificar a alta correlação desses atributos. Outra explicação seria a maior competição do milho com a forrageira no cultivo (MFC) comparada ao milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura, o que faz o milho exportar maior quantidade de cátions quando submetido ao consórcio de maior competitividade.

Os valores da acidez potencial do solo (H+Al) demonstram que para o efeito de modalidade de semeadura, os maiores valores foram nas áreas com o milho com

Urochloa na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro e com a testemunha, diferindo significativamente dos valores observados para milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura. Esses resultados estão em concordância com os obtidos para os valores de pH, que apresentaram maior potencial hidrogeniônico comparado aos demais tratamentos, ou seja, maior quantidade de íons H^+ nessa camada de solo. Para época de amostragem, os valores de (H+Al) apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos antes da semeadura do milho e após a colheita do milho, sendo maiores e menores, respectivamente. A amostragem de solo realizada após a colheita da soja não apresentou diferença em comparação as demais épocas, mostrando que para a camada de 0,10-0,20 m, a dinâmica da acidez potencial do solo não sofreu grandes variações de acordo com o tempo na condição que foi submetida.

De acordo com os valores de soma de base (SB) e saturação por bases (V%), verifica-se que houve efeito significativo pelo teste de Tukey ($p<0,05$) para o tratamento modalidade de semeadura, sendo que em ambos os atributos, os maiores valores foram observados no milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura, diferindo significativamente da T que apresentou menores valores. Esses resultados são formulados a partir dos valores de Ca, Mg, K e acidez potencial, concluindo que os maiores valores de SB e V% são diretamente proporcional aos valores de K e inversamente proporcional aos valores de acidez potencial (H+Al).

Entre as vantagens do consórcio de milho com forrageiras destacam-se os fatores que afetam diretamente na fertilidade do solo devido a grande produção de palhada, ao grande volume de raízes em profundidade que aumenta a reciclagem de nutrientes, contribuindo com a redução da acidez e ao aumento nos teores de matéria orgânica, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, com reflexos diretos na capacidade de troca de cátions e na saturação de bases (BROCH et al., 2008), além de contribuir para a melhoria da estrutura física do solo (ALVARENGA e NOCE, 2005).

Os valores dos atributos químicos do solo na camada de 0,20-0,30 m estão apresentados na Tabela 13.

Tabela 13. Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0,20 – 0,30 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragem.

Causas de Variação		P	MO	pH ($CaCl_2$)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V (%)
					mmolc dm-3						
Forrag. (F)	*UB*	26,4	19,6	5,3	3,2	30,9	12,9	27,2	47,0	74,2	61,4
	UR	25,1	18,9	5,3	3,2	30,1	13,6	26,9	46,9	73,8	62,0
Mod. (M)	MFL	30,0	19,1	5,3	3,5	30,1	12,8	28,7	46,4	75,1	60,2
	MFE	25,1	19,2	5,2	3,2	29,1	13,4	27,7	45,7	73,4	60,9
	MFC	25,8	20,2	5,3	3,1	29,0	12,9	27,7	45,1	72,8	59,9
	MFLA	24,3	18,8	5,4	3,1	32,1	13,4	24,8	48,7	73,5	64,6
	T	22,1	19,1	5,4	3,0	34,9	13,7	25,9	50,7	76,6	63,6
Época (E)	ASM	29,7 a	19,6 b	5,3 b	3,1	32,4 a	14,3 a	29,0 a	49,8 a	78,8 a	61,6 ab
	ACM	16,1 b	16,2 c	5,2 b	3,0	24,5 b	9,6 b	26,8 ab	37,1 b	64,0 b	56,8 b
	ACS	31,6 a	22,1 a	5,5 a	3,6	34,6 a	15,6 a	25,4 b	53,8 a	79,3 a	66,5 a
CV (%)		42,9	16,1	5,5	32,9	38,1	37,9	19,1	35,8	19,1	16,8

Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. *UB- Urochloa U. brizantha; UR- Urochloa ruzizienses;* P (mg dm^{-3}); MO (g dm^{-3}); ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja. MFL- Milho com Urochoa na linha de semeadura do milho; MFE- Milho com Urochoa na entrelinha; MFC- Milho com Urochoa na entrelinha semeada junto ao adubo de cobertura do milho no estádio V_4; MFLA- Milho com Urochoa à Lanço no estádio V_4 do milho; T- Milho exclusivo.

De acordo com resultados, verifica-se que todos os valores dos atributos apresentaram diferença significativa, pelo teste de Tukey ($p<0,05$), para época de amostragem do solo, bem como interação significativa de forrageira dentro de época para os teores de potássio no solo, sendo que o desdobramento encontra-se na Tabela 14.

Para os atributos P, Ca, Mg, SB, T e V%, apesar da diferença significativa da primeira época com a segunda, com exceção para V% que apresentou diferença significativa entre após a colheita do milho e após a colheita da soja, todos os demais tratamentos mostraram que para a camada de 0,20-0,30 m do solo, houve a manutenção das características iniciais, entretanto com resultados diferentes para os valores de MO, pH e (H+Al).

Portanto, os valores de pH e matéria orgânica do solo foram maiores após a colheita da soja, diferindo significativamente das amostragens iniciais, com efeito contrário observado para os valores de acidez potencial (H+Al), apresentando os menores valores para essa época de amostragem. Esses resultados mostram que mesmo em maiores profundidades, ocorre o aumento significativo de matéria orgânica que interfere positivamente na liberação de nutrientes para a solução do solo, bem como a liberação de cargas negativas OH^-, afetando diretamente a

dinâmica dos íons H^+ e Al^{+3}. Sendo assim, a decomposição dos resíduos vegetais promove a liberação de ácidos orgânicos de baixo peso molecular, que atuam como ligantes orgânicos, favorecendo o aumento de cálcio e magnésio e a diminuição do alumínio fitotóxico em profundidade (MIYAZAWA et al., 1993; FRANCHINI et al., 1999, 2000), melhorando o condicionamento químico do solo por meio do uso da ILP.

No desdobramento de potássio (K) entre as forrageiras e época de amostragem, observa-se que houve efeito significativo para forrageiras dentro da época após a colheita da soja, sendo que os maiores valores de K no solo podem ser observados em áreas com *Urochloa ruziziense*s, com valores 23% superiores a *Urochloa brizantha.* Comparando a *Urochloa ruziziense*s dentro das épocas de amostragem, verifica-se que essa forrageira também promoveu aumento significativo no teor de potássio no solo ao longo do experimento, realçando ainda mais sua eficiência no aumento dos nutrientes do solo, mesmo nas profundidades de 0,20-0,30 m.

Tabela 14. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de potássio, entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem.

Causas de Variação		Forrageiras (F)	
		U. brizantha	*U. ruziziense*s
Época (E)	ASM	3,23 Aa	2,96 Ab
	ACM	3,23 Aa	2,67 Ab
	ACS	3,15 Ba	4,10 Aa
DMS	F	0,65	
	E	0,78	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. K ($mmol_c\ dm^{-3}$). ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja.

De acordo com Mielniczuk (2005), mais de 80 % do K contido nos resíduos é liberado em menos de 30 dias. Sendo assim, conforme proposto por Goulding et al. (2008), uma melhor gestão dos nutrientes essenciais para as plantas é necessária, para promover a agricultura sustentável. Além disso, a utilização de plantas de cobertura, em consórcio ou na entresafra, permite o melhor aproveitamento da água e dos nutrientes não utilizados pelas culturas principais (ANDERSON et al., 2001;

PACHECO et al., 2011), o que evita que esses nutrientes estejam passíveis de lixiviação.

6.1.3 Teor de água no solo e resistência mecânica do solo à penetração

Os teores de água no solo obtidos em conjunto com a resistência mecânica do solo à penetração (RMSP), foram de 0,27, 0,37 e 0,14kg kg^{-1}, respectivamente, para as três épocas de amostragem. Essa variação no teor de água no perfil do solo, com maiores valores após a colheita do milho e com menor valor após a colheita da soja, responde os resultados obtidos para RMSP (Tabela 15)

Esses resultados ocorreram devido ao maior teor de água no solo após a colheita do milho, sendo que o aumento do teor de água permite menor exigência de força da haste para penetração, provavelmente devido à ação lubrificante da água tornando as forças de coesão menos expressivas. Resultados semelhantes foram encontrados por Roboredo et al. (2010), avaliando a resistência mecânica de um LATOSSOLO VERMELHO distrófico com a utilização de um penetrômetro de impacto e outro eletrônico portátil em área experimental com cultivo de arroz, soja, milho, sorgo e *U*. *brizantha*. Os autores observaram diminuição dos valores da RMSP com o aumento do teor de água do solo. Há de se considerar também que a palhada sobre a superfície do solo contribui com a retenção de água principalmente nas camadas superficiais.

Tabela 15. Valores médios de resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) avaliados na camada de 0,0 - 0,10, 0,10 -0,20 e 0,20 - 0,30 m em função das modalidades de semeadura, espécies forrageiras e das épocas de amostragens.

Causas de Variação		Profundidade (m)		
		0,0 - 0,10	0,10 - 0,20	0,20 - 0,30
		RMSP (MPa)		
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	1,16	2,59	3,32
	U. ruziziensis	1,08	2,42	3,28
Modalidade Semeadura (M)	Linha	1,04	2,45	3,34
	Entrelinha	1,14	2,57	3,27
	Lanço	1,20	2,58	3,11
	Cobertura	1,16	2,39	3,26
	Testemunha	1,07	2,64	3,77
Época (E)	Antes semeadura Milho	1,11 b	2,27 b	3,13 b
	Após colheita Milho	0,87 c	1,82 c	2,33 c
	Após colheita soja	1,40 a	3,45 a	4,45 a
CV (%)		25,22	16,65	21,49

Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade.

Resultados encontrados por Gamero e Benez, (2009), que trabalhando com valores médios dos teores de água no solo, a cada intervalo de 0,10 m até a profundidade de 0,50 m, no dia da realização do experimento, constatou-se que nos quatro blocos do experimento, os teores de água no solo mantiveram-se com grau de uniformidade, onde se observou que, sendo a capacidade de campo efetiva função direta da velocidade de deslocamento, ambas as variáveis tiveram o mesmo comportamento. Desse modo, observa-se que o desempenho operacional do conjunto, em uniformidade do teor de água, vai depender diretamente das forrageiras e das modalidades de semeadura.

6.1.4 Avaliações na cultura do milho

6.1.4.1 Distribuição longitudinal de plantas, número de dias para emergência e matéria seca inicial de palha

Para os valores de distribuição longitudinal de plantas, verifica-se que houve efeito significativo para o tratamento modalidade de semeadura para distribuição

normal e falha, conforme a Tabela 16. Para distribuição longitudinal normal, observa-se que nas modalidades do milho com *Urochloa* na linha de semeadura e do milho com *Urochloa* na entrelinha apresentaram maiores valores, diferindo significativamente da testemunha ($p<0,05$) que obteve os menores valores, resultados que demonstram que o mecanismo dosador de sementes não afetou a germinação das plântulas de milho. Em contrapartida, para a distribuição correspondente aos espaçamentos falhos, os resultados apresentaram efeito contrário, o que se mostra coerente, pois na presente pesquisa não houve a presença de espaçamentos duplos, e por esse motivo a representação total dos espaçamentos é calculada pela somatória dos espaçamentos normal e falhos. Esses resultados diferem significativamente devido provavelmente as condições iniciais do solo, sem interferência da velocidade de deslocamento da semeadora.

Tabela 16. Valores médios obtidos para distribuição longitudinal de plantas de milho, número de dias de emergência (NDE) e matéria seca inicial de palha no sistema de consorciação de *Urochoas* com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Distribuição Longitudinal (%)		NDE (dias)	Matéria Seca Inicial (kg ha^{-1})
		Normal	Falhos		
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	64,72	35,27	18,23	11.869
	U. ruzizienses	67,47	32,53	18,22	12.317
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	75,06 a	24,94 b	18,29	14.243 a
	Entrelinha	72,44 a	27,56 b	18,28	13.406 a
	Cobertura	61,92 ab	38,08 ab	18,14	8.394 b
	Lanço	54,98 b	45,02 a	18,17	12.331 ab
Valor de F	F	$0,46^{NS}$	$0,42^{NS}$	$0,001^{NS}$	$0,18^{NS}$
	M	5,37*	4,88*	$0,56^{NS}$	6,21*
	F*M	$1,88^{NS}$	$1,70^{NS}$	$2,43^{NS}$	$0,09^{NS}$
DMS	F	8,27	8,72	0,21	2.143
	M	15,57	16,47	0,40	4.049
CV (%)		17,14	35,62	1,60	24,02

Médias seguidas de mesma ou sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de *5 %* de probabilidade.

Para a população de milho estudada, o número de dias para emergência apresentou resultados elevados comparados aos da literatura, porém não apresentando diferença significativa ($p<0,05$), em relação à forrageira utilizada e ao tipo de modalidade, como mostra a Tabela 16. Em média, para essa cultura, o

número de dias para emergência é de 4 a 5, como observado por Furlani et al. (2001) e Cortez et al. (2010), que obtiveram valor médio de 4,2 dias. Essa diferença entre a média e os resultados observados nessa pesquisa deve-se ao fato de que, após a semeadura do milho, ocorreu um período de baixa temperatura (Figura 2), fator que afetou diretamente a velocidade de emergência das plântulas.

A determinação da matéria seca inicial é essencial para verificar as condições inciais do solo e poder acompahar a dinâmica do material orgânico na superfície. Os resultados demonstram que os maiores valores foram encontrados para o milho com *Urochloa* na linha de semeadura e para o milho com *Urochloa* na entrelinha, diferindo significativamente ($p<0,05$) do milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro que apresentou os menores valores. Esses resultados servirão para observar o que ocorreu com o aporte de palhada na superficíe de acordo com os tratamentos avaliados.

Conforme apresentado na Tabela 17, pode-se verificar que a distribuição longitudinal de plantas, número de dias para emergência e matéria seca inicial de palhada nos tratamentos com o consórcio não diferiram ($p<0,05$) dos resultados obtidos sobre milho exclusivo, inferindo, dessa forma, que a palhada presente na área experimental antes da implantação dos consóricos, encontrava-se, segundo teste de Dunnett ($p<0,05$), igual aos valores do milho solteiro.

Tabela 17. Valores médios obtidos para distribuição normal de plantas de milho – N, distribuição falha – F, número de dias para emergência de plantas de milho – NDE e matéria seca inicial de palha - MSI no sistema de consorciação de *Urochloas* com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Tratamentos		Distribuição Longitudinal (%)		NDE	MSI
Forrageiras	Modalidades	N	F		
U. brizantha	Linha	79,24	20,76	18,47	14.227
U. brizantha	Entrelinha	72,92	27,08	18,23	13.457
U. brizantha	Cobertura	53,00	47,01	18,21	8.125
U. brizantha	Lanço V_4	53,75	46,25	17,97	11.670
U. ruzizienses	Linha	70,88	29,12	18,12	14.259
U. ruzizienses	Entrelinha	71,96	28,04	18,32	13.354
U. ruzizienses	Cobertura	70,85	29,15	18,07	8.663
U. ruzizienses	Lanço V_4	56,21	43,79	18,37	12.991
Milho exclusivo		69,41	30,59	17,96	13,264
Valor F - Fatorial x Testemunha		$0,30^{NS}$	$0,27^{NS}$	$2,81^{NS}$	0.56^{NS}
DMS		22,86	24,16	0,59	5.938
CV (%)		17,14	35,62	1,60	24,02

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras não diferem deste pelo Teste de Dunnett ($p<0,05$).

6.1.4.2 População final de plantas, massa de mil grãos e produção de grãos

De acordo com a Tabela 18, observa-se que para população inicial e final de plantas os tratamentos não apresentaram diferença significativa ($p<0,05$), pelo teste de Tukey. Esses resultados corroboram os obtidos por Mello et al. (2007) , que trabalharam com consorciação de milho com *Urochloa* em dois espaçamentos e diferentes modalidades de semeadura, não observaram diferenças significativas nos valores de população de plantas de milho.

Tabela 18. Valores médios obtidos para população inicial e final de plantas, massa seca de mil grãos e produção de grãos de milho no sistema de consorciação de *Urochloas* com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Parâmetros Avaliados			
		População Inicial (plantas ha^{-1})	População Final (planta ha^{-1})	Massa de mil Grãos (kg)	Produção de Grãos (kg ha^{-1})
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	54.444	43.750	0,333	7.185
	*U. ruziziense*s	55.000	46.458	0,316	6.899
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	53.750	44.444	0,321	6.686 b
	Entrelinha	55.139	46.806	0,327	6.402 b
	Cobertura	55.417	43.889	0,317	8.043 a
	Lanço	54.583	45.278	0,331	7.037 ab
Valor de F	F	$0,06^{NS}$	$1,31^{NS}$	$2,50^{NS}$	$0,73^{NS}$
	M	$0,01^{NS}$	$0,29^{NS}$	$0,25^{NS}$	4,58*
	F*M	$1,06^{NS}$	$1,33^{NS}$	3,28*	$1,16^{NS}$
DMS	F	4.779	4.856	0,02	687
	M	9.001	9.145	0,04	1.293
CV (%)		12,08	14,88	9,65	13,41

* ($p<0,05$); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Para massa de mil grãos, houve interação significativa entre forrageira e modalidade de semeadura, e o desdobramento é apresentado na Tabela 19. Verfica-se que para o milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro, o tratamento com *U. brizantha* apresentou maiores valores comparados aos da *U. ruziziense*s, sendo essa modalidade a que obteve maiores valores de produção de grãos. Esses resultados discordam de Chioderoli et al. (2010), que consorciando milho com *U. brizantha, ruziziense*s e *decumbens* em diferentes modalidades de semeadura, obtiveram maior massa de mil grãos nos tratamentos com *Urochloa ruziziense*s. De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000), o potencial produtivo do milho é definido precocemente, ou seja, por ocasião da emissão da 4^a folha, podendo estender-se até a 6^a folha, principalmente em função da diferenciação da inflorescência masculina antes da inflorescência feminina.

A massa de mil grãos é um importante componente da produtividade de grãos, podendo ser afetada por qualquer tipo de estresse que a planta sofra após o florescimento. Contudo, é importante ressaltar que as características que estão

relacionadas com a produção de grãos podem ser afetadas por qualquer tipo de estresse da planta nessas fases.

Tabela 19. Valores médios obtidos do desdobramento para massa de mil grãos (kg), entre as espécies forrageiras dentro das diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Forrageiras (F)	
		U. brizantha	*U. ruzizienses*
Modalidades de Semeaduras (M)	Linha	0,322 Aa	0,320 Aa
	Entrelinha	0,315 Aa	0,340 Aa
	Cobertura	0,352 Aa	0,285 Ba
	Lanço	0,342 Aa	0,320 Aa
DMS	F	0,046	
	M	0,062	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade.

Para a produção de grãos, houve diferença significativa ($p<0,05$) entre as modalidades de semeadura, sendo que o tratamento de milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro apresentou maiores valores de produção, diferindo significativamente do milho com *Urochloa* na linha de semeadura e do milho com *Urochloa* na entrelinha. Esses resultados podem ser explicados pela maior competição das forrageiras por água, nutrientes, luz quando semeadas na linha e entrelinha do milho no mesmo dia da semeadura. Os mesmos resultados foram encontrados por Chioderoli et al. (2010).

No consórcio efetuado na época de cobertura, a competitividade é menor porque o milho ultrapassa o período crítico de prevenção à interferência (PCPI), que corresponde a um período de nove dias após emergência, ou seja, estádio fenológico V_2 (duas folhas expandidas), período em que a cultura pode conviver com as plantas daninhas sem que ocorra redução significativa em sua produtividade (KOZLOWSKI et al., 2009). Portanto, os resultados demonstram que a modalidade de consórcio na qual as forrageiras são semeadas no mesmo dia do milho, principalmente na linha e entrelinha, existe a competição com o milho no desenvolvimento inicial da cultura em virtude de estar dentro do PCPI, impedindo a cultura principal de manifestar todo seu potencial produtivo. Resultados encontrados por Borghi e Crusciol (2007) afirmam que a consorciação de milho com *Urochloa* promoveu, em média, menores produtividades de grãos de milho, concordando com

os resultados obtidos neste trabalho, que mostra a interferência exercida pelas forrageiras.

Na Tabela 20 encontra-se a comparação dos tratamentos com o milho exclusivo, e os resultados demonstram que houve diferença ($p<0,05$) com os demais tratamentos, o que mostra que o milho exclusivo (testemunha) apresentou os mesmos valores de produtividade que os tratamentos estudados, o que justifica mais uma vez a utilização gerenciada do consórcio de milho com forrageiras.

Tabela 20. Valores médios obtidos para população inicial - PI e população final - PF, massa de mil grãos - MG e produtividade de grãos – PG no sistema de consorciação de *Urochoas* com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Tratamentos		PI (n° plantas ha^{-1})	PF (n° plantas ha^{-1})	MG (g)	PG (Kg ha^{-1})
Forrageiras	Modalidades				
U. brizantha	Linha	51.944	43.056	0,323	6.995
U. brizantha	Entrelinha	55.833	43.889	0,317	6.062
U. brizantha	Cobertura	52.778	40.278	0,355	8.543
U. brizantha	Lanço V_4	57.222	47.778	0,342	7.139
*U. ruziziense*s	Linha	55.556	45.833	0,319	6.374
*U. ruziziense*s	Entrelinha	54.444	49.722	0,339	6.742
*U. ruziziense*s	Cobertura	58.056	47.500	0,285	7.543
*U. ruziziense*s	Lanço V_4	51.944	42.778	0,320	6.934
Milho exclusivo		52.778	43.889	0,328	7.142
Valor F – Fat. x Test.		$0,31^{NS}$	$0,12^{NS}$	$3,27^{NS}$	$0,04^{NS}$
DMS		13.211	13.424	0,068	1.898
CV (%)		12,08	14,88	9,32	13,41

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras não diferem deste pelo Teste de Dunnett ($p<0,05$).

Para Barducci et al. (2009), avaliando cinco sistemas de cultivo (milho sem consórcio, milho com *U. brizantha* cv. Marandu consorciada na semeadura e na adubação de cobertura, milho com *P. maximum* cv. Mombaça consorciado na semeadura e na adubação de cobertura) constataram que a produtividade de grãos de milho foi influenciada pelos sistemas de consórcios e, principalmente, pela espécie forrageira, uma vez que o consórcio do milho com *P. maximum* cv. Mombaça proporcionou as maiores variações, tendo a semeadura por ocasião da adubação de cobertura apresentado a maior produção de grãos e na consorciação realizada simultânea ao milho a menor produção, sendo que este consórcio, milho

com semeadura simultânea de *P. maximum*, comprometeu a produção de grãos, comparada com a produtividade do milho sem consórcio.

Em contrapartida, Leonel et al. (2009) testaram o consórcio de milho com *U. brizantha* em diferentes cultivos na linha e na entrelinha do milho e a *Urochoa* e o milho em cultivo exclusivo, com o objetivo de contrastar suas produtividades com as dos diferentes arranjos em consórcio. Os autores afirmaram que a produção do milho não foi afetada pelos consórcios com *Urochloa*, portanto, não diferindo do cultivo exclusivo de milho.

6.1.4.3 Altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira.

Com relação à altura de plantas de milho, observou-se que, para o tratamento com forrageira apresentou diferença significativa ($p<0,05$), com maior valor de altura para as plantas de milho consorciadas com *U*. *ruzizienses* diferindo do tratamento com *U. brizantha* (Tabela 21), com resultados semelhantes aos encontrados por Cortez et al. (2010), que, em sistema de plantio convencional, obteve média de 2,06 m de altura de plantas.

A diferença na altura de plantas relacionada ao tipo de forrageira utilizada pode ser explicada devido à melhoria nas condições físicas e, principalmente, químicas do solo, promovidas por essa forrageira. Dentre os componentes morfológicos, a altura de plantas não tem, geralmente, correlação com a produção. Cultivares atuais, com alto potencial produtivo, são em sua maioria, de porte baixo, mas também podem ser encontrados de porte alto com desempenhos semelhantes aos de menor porte (CRUZ et al., 2008). Vale ressaltar que, para uma mesma cultivar, plantas mais alta acumulam mais nutrientes, os quais podem ser translocados para as espigas na época de enchimento dos grãos, bem como, após a colheita, podem depositar maior quantidade de palhada no solo (PARIZ et al., 2011) e caso sejam destinados à silagem, podem gerar maior quantidade de matéria seca.

Tabela 21. Valores médios obtidos para altura de plantas, altura de inserção de primeira espiga e diâmetro de colmo nos sistemas de consorciação de *Urochoas* com diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Atributos Avaliados		
		Altura de Planta (m)	Altura de Inserção 1[a] Espiga (m)	Diâmetro de Colmo (mm)
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	2,09 b	1,33	2,72
	U. ruzizienses	2,16 a	1,34	2,67
Modalidades Semeadura (M)	Linha	2,04	1,28	2,63
	Entrelinha	2,16	1,37	2,57
	Cobertura	2,13	1,33	2,80
	Lanço	2,16	1,38	2,79
Valor de F	F	3,75*	0,09 NS	0,52 NS
	M	2,85 NS	3,70*	2,71 NS
	F x M	1,50 NS	3,18*	1,37 NS
DMS	F	0,07 NS	0,05	0,14
	M	0,13 NS	0,09	0,27
CV (%)		4,58	4,91	7,40

* ($p<0,05$); NS (não significativo). Médias seguidas de mesma letra ou sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Para os valores de altura de inserção de primeira espiga, os resultados demonstram que houve interação significativa ($p<0,05$) entre os tratamentos Forrageira e Modalidade de Semeadura. De acordo com o desdobramento (Tabela 22) o tratamento com *U. brizantha* promoveu maiores valores comparados a *U. ruzizienses*. Para altura de de inserção de primeira espiga no tratamento com *U. ruzizienses*, os menores valores foram encontrados para o milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro, diferindo significativamente do milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura, sendo que esses resultados estão relacionados a capacidade competitiva do milho nas diferentes modalidades.

Tabela 22. Valores médios obtidos do desdobramento para Altura de Inserção de primeira espiga (m) de plantas de milho, entre as espécies forrageiras dentro das diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Forrageiras (F)	
		U. brizantha	*U. ruzizienses*
Modalidades de Semeaduras (M)	Linha	1,27 Aa	1,28 Aab
	Entrelinha	1,34 Aa	1,40 Aab
	Cobertura	1,39 Aa	1,27 Bb
	Lanço	1,34 Aa	1,41 Aa
DMS	F	0,13	
	M	0,09	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade.

Para os valores de diâmetro do colmo (Tabela 21), não houve diferença significativa com relação às diferentes forrageiras e modalidades de semeadura utilizadas, bem como para a interação. Dentre os parâmetros apresentados, ou seja, altura de planta, altura de inserção de primeira espiga e diâmetro de colmo, nota-se que para todos os coeficientes de variação foram baixos, pois se encontram menores do que 10%, demonstrando a confiabilidade dos dados obtidos (PIMENTEL GOMES, 2000); fato que pode ser explicado devido às variáveis estarem fortemente relacionadas com características genéticas. Rosolem (1995) afirma que, em ambiente propício, à medida que a planta se aproxima do estádio reprodutivo a tendência é de que todas se igualem, pois a conformação final da planta é determinada geneticamente.

De acordo com a Tabela 23, os resultados demonstram a comparação dos tratamentos com o milho exclusivo, e pode-se afirmar que para todas as características agronômicas avaliadas não houve diferenças significativa com a testemunha, e também com valores de coeficiente de variação baixo.

Tabela 23. Valores médios obtidos para altura de planta - AP, altura de inserção de primeira espiga – AIE e diâmetro basal do colmo – DC no sistema de consorciação de *Urochoas* com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Tratamentos		AP (m)	AIE (m)	DC (mm)
Forrageiras	Modalidades			
U. brizantha	Linha	2,00	1,27	2,77
U. brizantha	Entrelinha	2,11	1,33	2,59
U. brizantha	Cobertura	2,16	1,39	2,77
U. brizantha	Lanço V_4	2,10	1,34	2,76
*U. ruziziense*s	Linha	2,08	1,28	2,48
*U. ruziziense*s	Entrelinha	2,22	1,40	2,56
*U. ruziziense*s	Cobertura	2,10	1,27	2,84
*U. ruziziense*s	Lanço V_4	2,22	1,41	2,81
Milho exclusivo		2,03	1,31	2,62
Valor F - Fatorial x Testemunha		3,16 ^{NS}	0,64 ^{NS}	0,56 ^{NS}
DMS		0,19	0,13	0,40
CV (%)		4,58	4,91	7,40

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras não diferem deste pelo Teste de Dunnett ($p<0,05$).

Os resultados referentes ao número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira, estão apresentados na Tabela 24, sendo que não houve diferença significativa ($p<0,05$) para nenhum dos tratamentos avaliados. Esses atributos também estão relacionados às características genéticas do híbrido, sendo que podem sofrer alterações se as condições edafoclimáticas não forem apropriadas. Nessa pesquisa, o manejo hídrico foi suplementado pelo sistema de irrigação por aspersão.

Tabela 24. Valores médios obtidos para número de fileiras e número grãos por fileira no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Atributos Avaliados	
		Número de Fileiras/Espiga	Número de Grãos/Fileira
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	14,97	33,71
	U. ruzizienses	15,00	33,94
Modalidades Semeadura (M)	Linha	14,85	33,50
	Entrelinha	14,90	32,30
	Cobertura	15,17	35,25
	Lanço	15,02	34,25
Valor de F	F	0,01^{NS}	0,06^{NS}
	M	0,48^{NS}	1,82^{NS}
	F x M	2,05^{NS}	1,89^{NS}
DMS	F	0,43	1,89
	M	0,81	3,56
CV (%)		3,91	7,72

* ($p<0,05$); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra ou sem letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

A comparação do milho exclusivo com os demais tratamentos para verficar a diferença do número de fileiras e número de grãos por fileira por espiga de milho estão apresentados na Tabela 25. Os resultados demonstram que para os valores de número de fileiras o milho exclusivo difere significativamente pelo teste de Dunnett ($p<0,05$) do milho com *U. brizantha* na linha e *U. ruzizienses* à lanço (MFLA), que apresentaram os menores valores, resultados que podem ser explicados pela alteração desse componente morfológico por fatores ambientais e antrópicos . Já para os demais tratamentos o milho exclusivo não apresenta diferença significativa. Para os valores de número de grãos por fileira, os resultados permitem verificar que não houve diferença da testemunha (milho exclusivo) com os demais tratamentos.

Os componentes de produção de grãos de milho são definidos durante o desenvolvimento da planta (HANWAY, 1966; NEL e SMITH, 1978). Assim, o número de fileiras por espiga é definido quando a planta apresenta de oito a doze folhas expandidas (aproximadamente um mês após a emergência da plântula) e o número de grãos por fileira é afetado pelo tamanho da espiga, o qual é definido a partir das

12 folhas até a fecundação. Em adição, a massa do grão é definida a partir da fecundação até a maturação fisiológica.

Tabela 25. Valores médios obtidos para número de fileiras – NF e número grãos por fileira – NGF no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Tratamentos		NF	NGF
Forrageiras	Modalidades		
U. brizantha	Linha	14,60 b	33,45
U. brizantha	Entrelinha	14,80 a	30,40
U. brizantha	Cobertura	15,05 a	35,75
U. brizantha	Lanço V_4	15,45 a	35,25
U. ruzizienses	Linha	15,10 a	33,55
U. ruzizienses	Entrelinha	15,00 a	34,20
U. ruzizienses	Cobertura	15,30 a	34,75
U. ruzizienses	Lanço V_4	14,60 b	33,25
Milho exclusivo		15,80 a	32,95
Valor F - Fatorial x Testemunha		6,74*	$0,40^{NS}$
DMS		1,19	5,23
CV (%)		3,91	7,72

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras não diferem deste pelo Teste de Dunnett (p<0,05).

6.1.4.4 Produção de matéria seca de palhada do milho, matéria seca da palhada de Urochoa e matéria seca total de palhada

A avaliação da quantidade de massa seca de palhada obtida no consórcio de milho, com as forrageiras, é fundamental para interpretar os resultados de desempenho operacional sobre essas palhadas, uma vez que a massa seca total de palhada é a variável mais importante a ser analisada, pois representa a condição inicial para semeadura da soja. De acordo com a Tabela 26, observa-se que para a variável matéria seca de palhada de milho não houve diferença significativa (p<0,05) para os tratamentos avaliados, ou seja, as forrageiras e as modalidades de semeadura não interferiram nessa variável, o que demonstra a alta adaptabilidade do milho no sistema Santa Fé.

Para os valores de matéria seca das *Urochloas* e matéria seca total de palhada, os resultados demonstram que houve diferença significativa para as

modalidades de semeadura. Os maiores valores de matéria seca das forrageiras foram proporcionados pelo milho com *Urochloa* na entrelinha e milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro, diferindo dos menores encontrados para o milho com *Urochloa* na linha de semeadura. Essa maior produção de matéria seca ocorre devido a menor competição proporcionada pelo milho quando comparada aos outros tratamentos, permitindo assim rápido desenvolvimento inicial da forrageira e maior eficiência fotossintética, convertendo em maior crescimento final, ou seja, acúmulo de massa seca. Os dados oriundos desse trabalho concordam com Jakelaitis et al. (2005), que observaram que sistemas de semeadura de *U. brizantha* solteira ou em linhas e a lanço em consórcio com o milho, influenciaram fortemente a produção de forragem.

Tabela 26. Valores médios obtidos para matéria seca de palhada do milho, matéria seca de *Urochoa* e matéria seca total de palhada no sistema de consorciação de *Urochoas* com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Parâmetros avaliados		
		Matéria seca do milho (kg ha^{-1})	Matéria seca *Urochloa* (kg ha^{-1})	Massa seca total de palhada (kg ha^{-1})
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	8.771	4.710	13.481
	U. ruzizienses	7.350	4.777	12.127
Modalidades Semeadura (M)	Linha	7.221	2.991 b	10.211 b
	Entrelinha	6.980	5.949 a	12.929 ab
	Cobertura	10.289	5.899 a	16.188 a
	Lanço	7.752	4.135 ab	11.887 ab
Valor de F	F	$1,70^{NS}$	$0,01^{NS}$	$1,23^{NS}$
	M	$1,94^{NS}$	6,88*	4,26*
	F*M	$1,84^{NS}$	$0,28^{NS}$	$1,94^{NS}$
DMS	F	2.252	1.128	2.519
	M	4.254	2.124	4.759
CV (%)		38,51	36,85	28,23

* ($p<0,05$); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra ou sem letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

A produtividade de matéria seca total de palhada (milho + forrageiras) não apresentou diferença significativa entre as espécies forrageiras (Tabela 26), porém, em relação às modalidades de semeadura, ocorreu diferença significativa ($p<0,05$), sendo que o consórcio do milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de

adubação do primeiro foi o que promoveu maior produtividade de massa seca total de palhada, quando comparado com valores obtidos no consórcio de milho com *Urochloa* na linha de semeadura. Esse resultado está relacionado ao maior valor de matéria seca da forrageira nessa modalidade, bem como o menor valor para a modalidade linha. De maneira geral, a quantidade acumulada de matéria seca de palhada, independentemente da espécie forrageira e da modalidade de consórcio, foi suficiente para suprir a quantidade de palhada que deve ser adicionada anualmente à superfície do solo. Essas condições são fundamentais para que a semeadura direta tenha plenas condições de manifestar seu potencial como sistema sustentável.

Conforme a Tabela 27, os resultados demonstram que para matéria seca do milho, o mesmo exclusivo não difere dos demais tratamentos ($p<0,01$), entretanto para matéria seca das forrageiras e matéria seca total de palhada houve diferença significativa. Para a comparação do milho exclusivo com os demais tratamentos dentro dos valores de matéria seca das forrageiras, verifica-se que somente o consórcio com *U. brizantha* e *U. ruzizenses* na linha de semeadura são iguais aos valores do milho sem consórcio (testemunha), o que mostra que pensando em formação de palhada, essas duas modalidades não devem ser recomendadas. Ressalta-se que não foi considerad a matéria seca da vegetação espontânea, visto que o controle das invasoras foi realizado quimicamente, não apresentando portanto, incremento significativo. Já para os valores de matéria seca total de palhada, a testemunha difere significativamente ($p<0,05$) dos tratamentos de *U. brizantha* e *U. ruzizenses* em cobertura, sendo essas duas modalidades as que proporcionaram os maiores aportes de palhada, característica fundamental para manutenção da sustentabilidade do sistema plantio direto e do aporte anual de palhada.

Esse aporte anual de resíduos, segundo Lovato et al. (2004) e Nicoloso et al. (2006), nas condições climáticas do Rio Grande do Sul, deve ser superior a 8 t ha^{-1} de massa seca de resíduos vegetais para que sejam mantidos estáveis os teores de matéria orgânica do solo. Portanto, para as regiões tropicais, com precipitações elevadas e altas temperaturas, o aporte anual de palhada deve ser maior que nas regiões com condições climáticas semelhantes às do Rio Grande do Sul,

preferencialmente com a utilização de culturas em sistema rotacionado (integração lavoura-pecuária) e que proporcione maior longevidade de cobertura do solo com a palhada, com os valores semelhantes aos obtidos neste trabalho. Conforme Bayer (1996) e Fiorin (1999), citados por Amado (2000), o aporte anual de palhada para o plantio direto, na região de cerrado, deve ser de 10 a 12 t ha^{-1}.

Tabela 27. Valores médios obtidos para matéria seca de palhada do milho – MSM, matéria seca de palhada das forrageiras – MSF e matéria seca total de palhada – MST no sistema de consorciação de *Urochoas* com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Tratamentos		MSM kg ha^{-1}	MSF kg ha^{-1}	MST kg ha^{-1}
Forrageiras	Modalidades			
U. brizantha	Linha	9.638	3.064 b	12.702 b
U. brizantha	Entrelinha	5.786	5.528 a	11.314 b
U. brizantha	Cobertura	11.237	5.845 a	17.083 a
U. brizantha	Lanço V_4	8.423	4.403 a	12.826 b
U. ruzizienses	Linha	4.803	2.917 b	7.720 b
U. ruzizienses	Entrelinha	8.174	6.370 a	14.544 b
U. ruzizienses	Cobertura	9.340	5.953 a	15.294 a
U. ruzizienses	Lanço V_4	7.081	3.868 a	10.950 b
Milho exclusivo		7.607	0 b	7.607 b
Valor F - Fatorial x Testemunha		0,08 ^{NS}	33,15*	8,06*
DMS		6.239	3.117	6.980
CV (%)		38,51	36,85	28,23

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras não diferem deste pelo Teste de Dunnett ($p<0,05$).

6.1.4.5 Cobertura do solo

Os valores porcentuais de cobertura do solo avaliadas após a semeadura da soja estão apresentados na Tabela 28. Os resultados mostram para 14, 21 e 28 dias após a semeadura da soja, em todas as épocas de avaliação as forrageiras apresentaram diferença significativa ($p<0,05$), com maiores valores proporcionados pela *U. ruzizienses,* confirmando a eficiência dessa forrageira na produção de palhada, o que pode ser justificado pelo crescimento cespitoso, rasteiro e ao melhor aproveitamento e ocupação do sistema radicular no perfil do solo.

Tabela 28. Valores médios obtidos para porcentagem de cobertura do solo após a semeadura da soja sobre palhadadas de milho consorciados com forrageiras.

Causas de Variação		Cobertura do solo (%)			
		7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	74,62	68,79 b	67,98 b	65,70 b
	*U. ruziziense*s	80,12	76,25 a	74,75 a	73,50 a
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	74,75	69,25	68,25	65,50
	Entrelinha	79,25	73,21	71,83	70,17
	Cobertura	81,25	76,50	75,00	73,12
	Lanço	74,25	71,12	70,37	69,62
Valor de F	F	5,60*	9,81*	7,68*	7,73*
	M	2,17NS	1,70 NS	1,35 NS	1,25 NS
	F*M	3,55*	2,83 NS	2,87 NS	1,91 NS
DMS	F	4,77	4,89	5,04	5,75
	M	8,99	9,20	9,52	10,83
CV (%)		8,56	9,31	9,70	11,39

* ($p<0,05$); NS (não significativo). Médias seguidas de mesma letra ou sem letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Os resultados de Machado et al. (2010), corroboram com os da presente pesquisa, pois concluíram que as forrageiras *Urochloa ruziziensis* e *Uruchloa decumbens*, por manterem-se em crescimento durante toda a estação seca e pela facilidade de dessecação, podem ser mais bem aproveitadas com o propósito de cobertura do solo.

Com relação aos valores referente à avaliação de 7 dias, houve interação significativa entre os tratamentos, e o desdobramento está apresentado na Tabela 29. Para o milho com *Urochloa* na linha de semeadura e o milho com *Urochloa* na entrelinha, constata-se que em ambas as modalidades a *U. ruzizienses* proporcionou maiores valores de cobertura comparadas à *U. brizantha.* Avaliando a cobertura do solo no tratamento com *U. brizantha* dentro das modalidades de semeadura, verifica-se que a maior porcentagem de cobertura é encontrada para o milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro, diferindo do menores valores do milho com *Urochloa* na linha de semeadura.

Esses resultados estão associados a maior produtividade de matéria seca no milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro, como apresentado nas tabelas 26 e 27, o que confirma que esse tratamento,

pensando em maior aporte de palhada e longevidade da palhada sobre a superfície do solo, é o que proporciona esses objetivos, além da maior conservação do solo.

Tabela 29. Valores médios obtidos do desdobramento de porcentagem de cobertura aos 7 dias após semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com forrageiras.

Causas de Variação		Forrageira (F)	
		U. brizantha	*U. ruziziense*s
Modalidade (M)	Linha	69,00 Bb	80,50 Aa
	Entrelinha	72,50 Bab	86,00 Aa
	Cultivo	84,00 Aa	78,50 Aa
	Lanço	73,00 Aab	75,50 Aa
DMS	M	12,71	
	F	9,54	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade.

Avaliando o milho exclusivo com os demais tratamentos (Tabela 30), verifica-se que somente para a avaliação aos 7 dias houve diferença significativa dos tratamentos ($p<0,05$). O milho exclusivo difere apenas do milho consorciado com *U. ruzizenses* na entrelinha, que foi o tratamento com maior porcentagem de cobertura, entretanto os demais tratamentos são iguais a testemunha (milho exclusivo).

Tabela 30. Valores médios obtidos para porcentagem de cobertura do solo após a semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com *Urochoas* avaliados sob os tratamentos de consórcio de milho com forrageiras e no milho exclusivo.

Tratamentos		Cobertura do solo (%)			
Forrageiras	Modalidades	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
U. brizantha	Linha	69,00 b	65,50	63,50	62,00
U. brizantha	Entrelinha	72,50 b	64,41	64,67	61,33
U. brizantha	Cobertura	84,00 b	77,50	77,50	73,75
U. brizantha	Lanço V_4	73,00 b	67,75	66,25	65,75
U. ruzizienses	Linha	80,50 b	73,00	73,00	69,00
U. ruzizienses	Entrelinha	86,00 a	82,00	79,00	79,00
U. ruzizienses	Cobertura	78,50 b	75,50	72,50	72,50
U. ruzizienses	Lanço V_4	75,50 b	74,50	74,50	73,50
Milho exclusivo		72,50 b	70,75	70,25	69,50
Valor F - Fatorial x Testemunha		$1,95^{*}$	$0,24^{NS}$	$0,09^{NS}$	$0,006^{NS}$
DMS		13,19	13,51	13,97	15,90
CV (%)		8,56	9,31	9,70	11,39

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras não diferem deste pelo Teste de Dunnett ($p<0,05$).

De acordo com a Figura 18, o gráfico a) representa o comportamento da cobertura do solo pelas forrageiras semeadas na linha do milho. Com isso, pode-se verificar maior cobertura do solo proporcionada pela *U*. *ruziziensis* com ajuste para equação logarítmica, com r^2=0,92, iniciando com 80% de cobertura e após 28 dias, mantendo ainda 70%. Já a *U*. *brizantha* com r^2=0,99, iniciou com 70% e aos 28 dias apresentou apenas 60% de cobertura. O valor de r^2 alto apresentado pela *U*. *brizantha* demonstra a confiabilidade dos dados, pois se observa a proximidade dos pontos à curva de regressão.

A cobertura do solo proveniente do consórcio de milho com *Urochloa* na entrelinha está apresentada no gráfico b), sendo que a maior porcentagem de matéria seca residual foi encontrada no tratamento com *U. ruziziensis* com ajuste logarítimo para as duas forrageiras, sendo que para *U. ruzizienses* e *U. brizantha* apresentaram coeficientes de determinação altos (r^2). Essa modalidade comparada com o milho com *Urochloa* na linha de semeadura, mostrou ser superior para as duas forrageiras, sendo maior a diferença com relação à *U. ruziziensis*, na linha com 70% de matéria seca residual e na entrelinha 80%. Para o milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura ocorreu maiores valores de porcentagem de cobertura também para a *U. ruzizienses*, de acordo com o gráfico d). Esses resultados permitem concluir que a *U. ruziziensis* na linha, entrelinha e à lanço promovem maior cobertura do solo ao longo do tempo, provavelmente devido a maior quantidade de palhada produzida por essa forrageira.

Portanto, o uso de plantas de cobertura com hábito perene, capazes de suportar o estresse hídrico e altas temperaturas durante o inverno e a primavera no Cerrado, como as *Urochloas* (*Urochloa brizantha* e *U. ruziziensis*), podem proporcionar significativo acúmulo de fitomassa e retardar o início de sua decomposição em relação ao milheto (PACHECO et al., 2008), além de promover longevidade na cobertura do solo. Na porcentagem de cobertura da massa seca residual de milho com *Urochoa* em $V_{4,}$ conforme gráfico c), houve maior porcentagem de cobertura proporcionada pelo consórcio com a *U*. *brizantha*, além de apresentar maior cobertura, a forrageira apresentou maior estabilidade, com variação de apenas 5% aproximadamente, comparando-se com as modalidades anteriores (linha e entrelinha). A *U. ruziziensis*, apresentou comportamento contrário ao observado nas

modalidades de semeadura linha e entrelinha. Esses resultados podem ser explicados pela melhor adaptabilidade, rusticidade e crescimento rápido da *U. brizantha* para essa modalidade, visto que o milho encontra-se em pleno desenvolvimento quando a mesma é semeada na entrelinha, porém com valores muito próximos a *U. ruziziensis*.

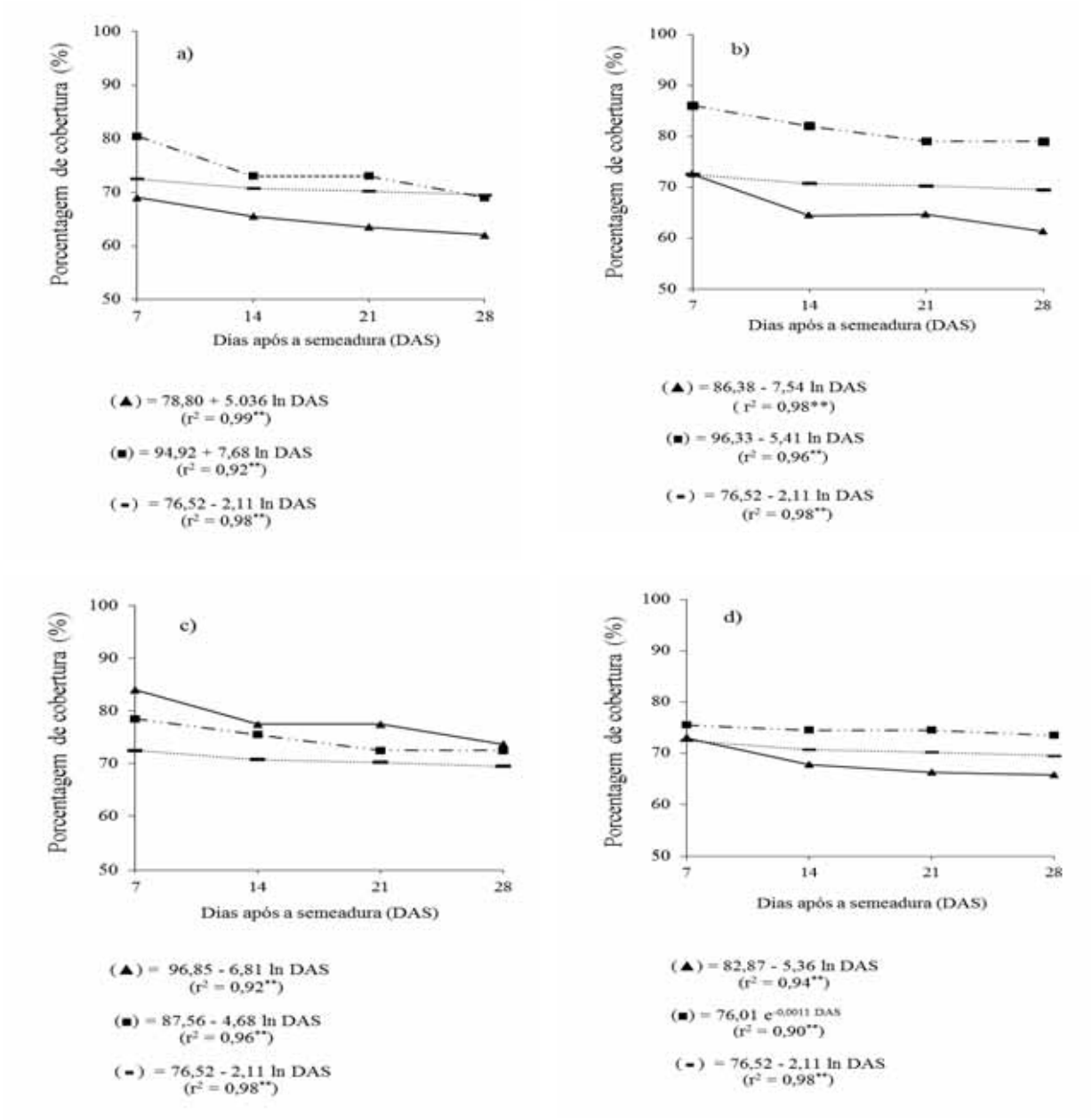


Figura 17. Porcentagem de cobertura do Solo após semeadura de soja sobre palhada de milho consorciado com *Urochoas* em diferentes modalidades de semeadura. a) Porcentagem de cobertura de MFL; b) Porcentagem de cobertura de MFE; c) Porcentagem de cobertura de MFC; d) Porcentagem de cobertura de MFLA. (▲) *U. brizantha;* (■) *U. Ruziziense*s e (-) Testemunha.

De maneira geral, os valores de massa seca residual para testemunha em todos os gráficos da Figura 18, seguem dependentemente dos valores de matéria seca total de palhada presente na área, de acordo com a Tabela 27. Diante disso, os valores de cobertura do solo para testemunha, são maiores para milho com *Urochloa* na linha de semeadura, milho com *Urochloa* na entrelinha e milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura consorciados com *U. brizantha*, porém muito próximos, ao redor de 73%, demonstrando que apenas o aporte de palhada produzido pelo milho promove boa cobertura do solo ao longo do tempo, principalmente devido a alta relação C/N, teores de celulose, hemicelulose e lignina presente nessa palhada. De acordo com Pacheco et al. (2011), concluíram que as espécies *Urochloa brizantha, U. ruziziensis* e o consórcio *U. ruziziensis* + Cajanus cajan apresentaram elevado acúmulo de fitomassa e nutrientes no final da entressafra.

Sendo assim, é possível identificar de acordo com os resultados do ano agrícola 2010/11 que a espécie forrageira que apresentou melhor comportamento na cobertura do solo (%) foi a *U. ruziziensis,* corroborando com os resultados de Machado et al. (2010).

6.1.5 Avaliações na cultura da Soja

6.1.5.1 População final, produção de grãos e matéria seca de palhada de soja

Na Tabela 31 estão contidos os valores de população, produção de grãos e matéria seca de palhada da soja. Observa-se que a população final e a produção de grãos de soja não apresentaram diferenças significativas ($p<0,05$) dentro dos tratamentos avaliados, ou seja, a palhada do consórcio de milho com *Urochloa,* apesar de proporcionar diferentes quantidades (Tabelas 26 e 27), não afetaram significativamente os componentes agronômicos da soja.

As variações ocasionadas pelas diferentes coberturas do solo proporcionadas pela palhada das forrageiras com milho podem ter sido menores que a de outros fatores relacionados ao solo, à semeadura e as condições ambientais no experimento. Em vários estudos, as vantagens das forrageiras como plantas de

cobertura são demonstradas, no que diz respeito à química e à física do solo e às variáveis de ordem sanitária (MACHADO e ASSIS, 2010). Porém, esses benefícios parecem não se refletir na produtividade de grãos (GUIMARÃES et al., 2003; CARVALHO et al, 2004; MURAISHI et al., 2005). Esses resultados demonstram a importância no período mais longo de avaliação de experimentos desta natureza.

Tabela 31. Valores médios de população final, produção de grãos e de massa seca de palhada de soja sobre palhada de milho consorciado com três espécies de forrageiras semeadas em diferentes modalidades.

Causas de Variação		Parâmetros Avaliados		
		População final (Plantas ha^{-1})	Produção de grãos (kg ha^{-1})	Matéria Seca de palhada da Soja (kg ha^{-1})
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	207.776	3.126	3.756 a
	U. ruzizienses	219.164	3.197	3.159 b
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	213.331	3.140	3.616
	Entrelinha	209.442	3.029	3.145
	Cobertura	213.887	3.228	3.971
	Lanço	217.220	3.249	3.098
Valor de F	F	1,06 ^{NS}	0,50 ^{NS}	5,39*
	M	0,08 ^{NS}	0,99 ^{NS}	2,61 ^{NS}
	F x M	2,22 ^{NS}	1,57 ^{NS}	0,74 ^{NS}
DMS	F	22.741	206	527
	M	42.954	387	993
CV (%)		14,79	8,97	20,68

* ($p<0,05$); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

O aspecto mais importante para semear com sucesso sobre uma camada de restos culturais deixados na superfície do solo é cortar a palhada e colocar a semente e o fertilizante em contato com o solo (ABREU et al., 2004). De forma geral a produção de grãos atingiu valores acima da média regional para lavoura de alta tecnologia, com média geral de 3155 kg ha^{-1}, considerada alta quando comparada com as médias de produção de soja consorciada com *Urochloas* (KLUTHCOUSKI et al., 2000; PORTELA e COBUCCI, 2003). Na produção de matéria seca de palhada de soja houve diferença significativa para o tratamento forrageira, sendo que os maiores valores de palhada foram observados nos tratamentos com *U. brizantha*, apresentando valores superiores em 0,5 t ha^{-1} de palhada sobre o solo.

Na avaliação do milho exclusivo comparado aos demais tratamentos (Tabela 32) para os resultados de população final de plantas, produção de grãos e matéria seca de palhada não apresentaram diferença significativa ($p<0,05$), demonstrando que a soja semeada sobre a palhada produzida nos nove tratamentos avaliados, não apresentaram mudanças significativas no que se diz respeito a matéria seca de palhada.

Tabela 32. Valores médios obtidos para população final de milho - PF, produção de grãos – PG e matéria seca de palhada da soja – MSS no sistema de consorciação de *Urochoas* com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Tratamentos		PF	PG	MSS
Forrageiras	Modalidades	n° plantas ha^{-1}	kg ha^{-1}	kg ha^{-1}
U. brizantha	Linha	183.887	3.054	3.714
U. brizantha	Entrelinha	207.776	2.844	3.483
U. brizantha	Cobertura	213.887	3.325	4.135
U. brizantha	Lanço V_4	225.553	3.281	3.691
*U. ruziziense*s	Linha	242.775	3.226	3.518
*U. ruziziense*s	Entrelinha	211.109	3.215	2.807
*U. ruziziense*s	Cobertura	213.887	3.131	3.808
*U. ruziziense*s	Lanço V_4	208.887	3.216	2.505
Milho exclusivo		188.381	3.123	3.952
Valor F - Fatorial x Testemunha		$2,31^{NS}$	$0,07^{NS}$	$1,64^{NS}$
DMS		62.998	568	1.458
CV (%)		14,79	8,97	20,68

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras não diferem deste pelo Teste de Dunnett ($p<0,05$).

6.1.5.2 Altura de planta, altura de inserção de 1ª vagem e número de vagens por planta

Para as avaliações de altura de planta, altura de inserção de primeira vagem e número de vagens por planta, os resultados não apresentaram diferenças significativas ($p<0,05$) entre os tratamentos (Tabela 33). De acordo com os valores de altura de plantas e número de vagens por planta, esses são fatores imprescindíveis para afirmar que a cultura da soja foi conduzida em boas condições de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, principalmente no que diz respeito ao

número de vagens, tendo contribuído positivamente para a produtividade observada (Tabela 31).

Os valores de altura de inserção da primeira vagem estão próximos ao limite mínimo ideal para colheita mecânica, que, segundo Mello (1988), é de 13 cm. Entretanto, Peixoto e Souza (2002) consideram ideal a altura de inserção da primeira vagem na soja em torno de 15 a 20 cm, o que não seria empecilho à colheita mecanizada da soja. Já Barros et al. (2003), considera a altura de planta de soja ideal na colheita mecanizada, nas condições de cerrado acima de 50 cm, fato não observado na presente pesquisa. De acordo com Guimarães et al. (2008), a altura de planta é característica fundamental na determinação da cultivar a ser introduzido em uma região, uma vez que se relaciona com a produtividade de grãos, o controle de plantas daninhas e as perdas durante a colheita mecanizada.

Tabela 33. Valores médios obtidos para altura de planta, altura de inserção de primeira vagem, número de vagens por planta no sistema de consorciação de *Urochoas* com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Atributos Avaliados		
		Altura de planta (m)	Altura de inserção 1ª vagem (m)	Número de vagens/planta
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	0,83	0,14	58,38
	U. ruzizienses	0,79	0,13	54,11
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	0,81	0,14	51,27
	Entrelinha	0,76	0,13	54,27
	Cobertura	0,81	0,14	59,05
	Lanço	0,85	0,14	60,40
Valor de F	F	2,11 ^{NS}	2,31 ^{NS}	0,87 ^{NS}
	M	1,60 ^{NS}	2,33 ^{NS}	0,85 ^{NS}
	F x M	1,65 ^{NS}	0,489 ^{NS}	0,06 ^{NS}
DMS	F	0,06	0,009	9,49
	M	0,11	0,018	17,93
CV (%)		9,88	9,38	22,81

* ($p<0,05$); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Segundo Gavotti et al. (2003), comparando o sistema de preparo convencional do solo com o sistema plantio direto, ambos com e sem palhada residual, também não verificaram diferenças entre os tratamentos para a altura de inserção da primeira vagem, tendo obtido altura média de 14 cm, semelhantes ao

obtido nesse trabalho. As possíveis variações desses componentes de produção podem sofrer alterações de acordo com as características genéticas da planta e a interação genótipo-ambiente. Para comparação do milho exclusivo (Tabela 34) com os demais tratamentos, avaliando as características agronômicas da soja, não apresentaram diferença significativa (p<0,01) dentro de todos os tratamentos avaliados.

Tabela 34. Valores médios obtidos para altura de plantas – AP, altura de inserção de primeira vagem – AIV e número de vagens por planta – NV no sistema de consorciação de *Urochoas* com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Tratamentos		AP (m)	AIV (m)	NV
Forrageiras	Modalidades			
U. brizantha	Linha	0,82	0,14	52,65
U. brizantha	Entrelinha	0,76	0,14	58,14
U. brizantha	Cobertura	0,82	0,14	60,90
U. brizantha	Lanço V_4	0,93	0,15	61,85
U. ruzizienses	Linha	0,81	0,14	49,90
U. ruzizienses	Entrelinha	0,77	0,12	50,40
U. ruzizienses	Cobertura	0,80	0,13	57,20
U. ruzizienses	Lanço V_4	0,78	0,13	58,95
Milho exclusivo		0,80	0,13	63,00
Valor F - Fatorial x Testemunha		$0,07^{NS}$	$0,23^{NS}$	$0,96^{NS}$
DMS		0,16	0,03	26,29
CV (%)		9,88	9,38	22,81

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras não diferem deste pelo Teste de Dunnett (p<0,05).

6.1.6 Desempenho operacional: Semeadura de soja sobre palhada do sistema de consórcio de milho com *Urochloa*

Os resultados demonstram que a operação de semeadura da soja sobre as palhadas do consórcio de milho com *Urochloa* apresentaram diferença significativa (p<0,05) para os valores de força e potência média na barra de tração para o tratamento modalidade (Tabela 35). Para os valores de velocidade de deslocamento não houve efeito significativo entre os tratamentos, resultado justificado pela utilização da mesma marcha de trabalho e rotação no motor.

A força e a potência média na barra avaliada com os rodados trafegando sobre a linha de milho consorciado com as forrageiras, apresentaram menores

valores no tratamento milho com *Urochloa* na linha de semeadura, quando comparados ao milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação de cobetura. Esses resultados permitem concluir que nas áreas com maiores quantidades de palhada, ou seja com valores de 16.188 kg ha^{-1}, a demanda energética do conjunto trator-semeadora foi maior. Resultados contrários foram encontrados por Cepik et al. (2010), que trabalhando com doses de resíduos de 0 - 6 Mg ha^{-1}, não observaram diferença significativa nos valores de força demandada nas hastes nas diferentes doses na operação com cinco linhas de semeadura, caso em que se pode afirmar que não houve influência da quantidade de resíduos sobre a demanda de potência pelo sulcador.

De acordo com Silveira et al. (2011), trabalhando com sistema de semeadura direta da cultura do milho, em razão da velocidade de deslocamento, obtiveram força média variando de 2,42 a 2,61 kN considerando área de 0,007 m^2 de solo mobilizado, valores abaixo dos encontrados na presente pesquisa, entretanto superiores a faixa de força requerida por linha de acordo com ASAE (1996), que são de 1,1 kN a 2,0 kN.

Conte et al. (2007) avaliaram, em área de integração lavoura-pecuária, o esforço de tração demandado por hastes sulcadoras na operação de semeadura direta da soja em áreas com diferentes intensidades de pastejo e concluiu que as maiores demandas de tração ocorreram nos tratamentos mais pastejados, provavelmente devido a maior compactação do solo em áreas com menores quantidades de palhada, entretanto nessa pesquisa os valores de RMSP são considerados normais, o que confirma a maior demanda energética nas áreas com maior cobertura do solo. Kamimura et al. (2009), trabalhando com semeadora adubadora com atuação do sulcador de adubo em duas profundidades (0,06 m e 0,12 m), observaram que a força de tração não foi influenciada pelas doses de resíduos vegetais (0 - 6 Mg ha^{-1}).

Tabela 35. Valores médios obtidos para velocidade de semeadura de soja, patinagem das rodas dianteiras e rodas traseiras, força de tração média e potência média na barra de tração na operação de semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com *Urochoas*.

Causas de Variação		Velocidade (km h^{-1})	Patinagem (%)		FT média (kN)	PB média (kW)
			PRD	PRT		
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	3,52	14,26	22,15	23,92	23,38
	U. ruzizienses	3,51	16,38	20,67	22,37	21,91
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	3,59	15,05	21,59	20,20 b	20,26 b
	Entrelinha	3,51	15,68	19,00	23,45 ab	22,82 ab
	Cobertura	3,53	20,33	24,18	25,88 a	25,44 a
	Lanço	3,43	14,24	20,85	23,04 ab	22,07 ab
Valor de F	F	$0,04^{NS}$	$0,047^{NS}$	$0,51^{NS}$	$1,05^{NS}$	$0,97^{NS}$
	M	$1,79^{NS}$	$2,32^{NS}$	$1,08^{NS}$	2,35*	2,07*
	F*M	$0,89^{NS}$	$0,546^{NS}$	$0,25^{NS}$	$0,26^{NS}$	$0,22^{NS}$
DMS	F	0,09	3,68	4,23	3,13	3,08
	M	0,18	6,93	7,96	5,15	4,85
CV (%)		3,83	32,58	26,88	18,73	18,90

* ($p<0,05$); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Com relação aos valores de patinagem, verificou-se que a PRD apresentou diferença significativa ($p<0,05$) na comparação do milho exclusivo com os demais tratamentos (Tabela 36). Os maiores valores de patinagem foram encontrados no milho com *Urochloa brizantha* e *ruzizienses* semeados no estádio V_4, o que coincide com maiores valores de matéria seca total sobre o solo (Tabela 27), valores esses que representam a condição inicial do solo para semeadura da soja. Esses resultados podem ser explicados pela grande quantidade de palhada produzida pelo milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro quando comparada ao milho solteiro, sendo que o comportamento da PRD está relacionado à quantidade de palhada produzida no sistema (Tabela 27), onde áreas com maior quantidade de matéria seca promoveu menor aderência dos rodados dianteiros. Outra possível explicação para esses resultados é a distribuição dinâmica de peso do trator (40% RD e 60% RT), que é determinada em função da carga estática sobre o eixo, altura da barra de tração, distância entre eixo e força máxima na barra. Essa configuração associada ao tipo de pneu pode alterar o avanço das rodas dianteiras, favorecendo o aumento da patinagem.

Tabela 36. Valores médios obtidos para velocidade de semeadura de soja – V, patinagem em porcentagem dos rodados dianteiro (PRD) e traseiro (PRT), força de tração média – FT e potência média na barra de tração – PB no sistema de consorciação de *Urochoas* com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Tratamentos		V	PRD	PRT	FT	PB
Forrageiras	Modalidades	(km h^{-1})	(%)	(%)	(KN)	(kW)
U. brizantha	Linha	3,63	16,68 b	22,08	21,61	21,79
U. brizantha	Entrelinha	3,53	16,67 b	21,10	23,13	22,66
U. brizantha	Cobertura	3,47	19,65 a	23,81	27,08	26,13
U. brizantha	Lanço V_4	3,45	12,25 b	21,59	23,85	22,94
U. ruzizienses	Linha	3,55	13,43 b	21,10	18,79	18,72
U. ruzizienses	Entrelinha	3,48	14,70 b	16,90	23,77	22,97
U. ruzizienses	Cobertura	3,59	21,18 a	24,55	24,67	24,75
U. ruzizienses	Lanço V_4	3,42	16,23 b	20,11	22,23	21,20
Milho exclusivo		3,50	9,40 b	23,81	20,88	19,92
Valor F – Fat. x Test.		0,02 ^{NS}	6,63*	0,60 ^{NS}	0,99 ^{NS}	1,48 ^{NS}
DMS		0,27	10,17	11,69	8,67	8,54
CV (%)		3,83	32,58	26,88	18,73	18,90

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras não diferem deste pelo Teste de Dunnett ($p<0,05$).

Os valores encontrados nessa pesquisa estão bem acima dos valores sugeridos pela ASABE (2006) que recomenda, para obtenção de máxima eficiência de tração, patinagem de 8 a 10% em solos não mobilizados, e de 11 a 13% em solos mobilizados. Os valores de patinagem estão dentro dos limites aceitáveis apenas no tratamento com menor quantidade de palhada, ou seja, no milho exclusivo. De acordo com Cepik et al. (2010), a patinagem aumenta à medida que aumenta a quantidade de resíduos sobre o solo, efeito que pode ser atribuído ao contato deficiente do pneu com o solo e pela palhada ser composta de fragmentos não ancorados, passíveis de fácil remoção pelo pneu, concordando em partes com os resultados da presente pesquisa, pois nas áreas com maior massa de resíduos houve maior patinagem dos rodados. A patinagem dos rodados traseiros não apresentou diferença significativa em nenhum dos tratamentos avaliados, o que pode ser atribuída pela movimentação da palhada pelos rodados dianteiros, afastando-as da área central e permitindo maior contato dos pneus com o solo, melhorando a aderência e o coeficiente de tração, além da distribuição dinâmica de peso descrita anteriormente.

Para os valores de consumo horário, por área, consumo de energia, capacidade de campo efetiva e capacidade de campo operacional, não apresentaram diferenças significativas (p<0,05) entre os tratamentos, provavelmente devido à utilização da mesma marcha de trabalho e rotação no motor (Tabela 37).

Tabela 37. Valores médios obtidos para consumo de combustível horário, consumo por área, consumo de energia, capacidade de campo efetiva e capacidade de campo operacional na operação de semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com *Urochoas*.

Causas de Variação		Consumo (L h^{-1})	Consumo (L ha^{-1})	Consumo Energia (kW h ha^{-1})	CCe (ha h^{-1})	CCo (ha h^{-1})
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	15,02	18,04	28,12	1,11	0,83
	U. ruzizienses	15,03	18,15	26,41	1,11	0,83
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	14,73	17,38	23,98	1,13	0,85
	Entrelinha	15,15	18,32	27,57	1,10	0,83
	Cobertura	14,57	17,46	30,43	1,11	0,84
	Lanço	15,65	19,31	27,09	1,08	0,81
Valor de F	F	0,01 ^{NS}	0,01 ^{NS}	0,91 ^{NS}	0,04 ^{NS}	0,04 ^{NS}
	M	1,02 ^{NS}	2,35 ^{NS}	2,16 ^{NS}	1,79 ^{NS}	1,79 ^{NS}
	F*M	0,42 ^{NS}	0,69 ^{NS}	0,22 ^{NS}	0,89 ^{NS}	0,89 ^{NS}
DMS	F	0,99	1,22	3,70	0,03	0,02
	M	1,87	2,30	6,99	0,06	0,04
CV (%)		9,02	9,18	18,85	3,83	3,83

* (p<0,05); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

Esses resultados demonstram que os diferentes aportes de palhada produzido pelo consórcio de milho com forrageiras na superfície do solo não afetaram os parâmetros operacionais, o que é extremamente importante, pois a alteração desses parâmetros podem afetar diretamente os custos operacionais. Filho et al. (2010), avaliando o desempenho de trator agrícola em desenvolver força de tração em três superfícies de solo (solo firme sem cobertura vegetal; solo com superfície coberta com palhada de milho e *Urochoa*; e solo com superfície mobilizada), observaram que, no solo firme e sem cobertura vegetal, o desempenho do trator foi melhor, seguido pelo solo com a superfície coberta com palhada de milho e *Urochoa* e, por último, o solo com a superfície mobilizada, evidenciando melhor desempenho operacional no SPD do que no cultivo convencional.

Para os resultados do milho exclusivo comparados aos demais tratamentos (Tabela 38), constata-se que para todos os parâmetros operacionais avaliados, não apresentaram diferença significativa pelo teste de Dunnett ($p<0,05$). Esses resultados mostram a importância da presença de palhada na superfície, pois independente da finalidade da integração lavoura-pecuária, seja ela para produção de palhada para manutenção do aporte anual exigido pelo SPD ou para pastejo animal, mesmo exigindo maior demanda energética do conjunto trator-semeadora, as vantagens dessa palhada na superfície pode proporcionar o aumento direto na produtividade de grãos das culturas e até mesmo manter o custo operacional, o que foi comprovado nessa pesquisa pelo aumento da produção de grãos de milho consorciado com a forrageira no cultivo no estádio V_4 (Tabela 18), tratamento que produziu maior quantidade de matéria seca residual.

Tabela 38. Valores médios obtidos para consumo de combustível horário – CH, consumo por área – CHA, consumo de energia – CE, capacidade de campo efetiva – CCE e capacidade de campo operacional avaliados sob os tratamentos de consórcio de milho com forrageiras e no milho exclusivo.

Tratamentos		Consumo ($L\ h^{-1}$)	Consumo ($L\ ha^{-1}$)	Consumo Energia ($kW\ h\ ha^{-1}$)	CCe ($ha\ h^{-1}$)	CCo ($ha\ h^{-1}$)
Forrageiras	Modalidades					
U. brizantha	Linha	14,53	16,95	25,41	1,14	0,86
U. brizantha	Entrelinha	14,89	17,84	27,19	1,11	0,83
U. brizantha	Cobertura	14,59	17,78	31,84	1,09	0,82
U. brizantha	Lanço V_4	16,08	19,77	28,05	1,08	0,81
U. ruzizienses	Linha	14,93	17,81	22,55	1,12	0,84
U. ruzizienses	Entrelinha	15,40	18,78	27,94	1,10	0,82
U. ruzizienses	Cobertura	14,55	17,14	29,01	1,13	0,85
U. ruzizienses	Lanço V_4	15,22	18,86	26,14	1,08	0,81
Milho exclusivo		15,31	18,49	23,99	1,10	0,83
Valor F – Fat. x Test.		$0,16^{NS}$	$0,18^{NS}$	$1,48^{NS}$	$0,02^{NS}$	$0,02^{NS}$
DMS		2,75	3,37	10,26	0,09	0,06
CV (%)		9,02	9,18	18,85	3,83	3,83

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras não diferem deste pelo Teste de Dunnett ($p<0,05$).

6.2 Segundo ano agrícola

6.2.1 Atributos físicos do solo

Os valores de macroporosidade (Tabela 39) avaliados no segundo ano agrícola demonstram que para o tratamento modalidade de semeadura, o efeito significativo ($p<0,05$) ocorreu na camada de 0,10-0,20. Já para o tratamento época, houve efeito significativo ($p<0,05$) para todas as camadas analisadas, e em todas elas, tanto após a colheita do milho quanto após a colheita da soja, observa-se aumento nos resultados gerados em relacão a amostragem realizada antes da semeadura do milho. Os maiores valores de macroporosidade na camada de 0,10-0,20 m foram encontrados nas parcelas de milho exclusivo (testemunha), porém iguais aos valores de milho com *Urochloa* na linha de semeadura, milho com *Urochloa* na entrelinha, milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro, diferindo apenas dos menores valores de milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura. Esses resultados demonstram que comparados ao primeiro ano agrícola (Tabela 1) para o tratamento modalidade, houve um acréscimo de 27% na macroporosidade do solo para essa camada de solo analisada, o que mostra que a alteração no cronograma de rotação de culturas, com incremento significativo de material orgânico no solo infere nas mudanças na dinâmica da estrutura física do solo ao longo do tempo. Schäffer et al. (2007) e Tarawally et al. (2004) verificaram reduções na macroporosidade em função do tráfego de máquinas, sendo que a microporosidade não foi alterada e/ou houve até pequeno incremento.

Tabela 39. Valores médios de macroporosidade e microporosidade do solo, avaliados na camada de 0,0 - 0,10, 0,10 -0,20 e 0,20 - 0,30 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragens.

Causas de Variação		Profundidade (m)		
		0,0 - 0,10	0,10 - 0,20	0,20 – 0,30
		Macroporosidade (m^3 m^{-3})		
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	0,091	0,090	0,087
	U. ruzizienses	0,094	0,094	0,098
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	0,093	0,089 ab	0,097
	Entrelinha	0,095	0,095 ab	0,093
	Cobertura	0,099	0,087 ab	0,089
	Lanço	0,087	0,082 b	0,084
	Testemunha	0,087	0,107 a	0,100
Época (E)	Antes Milho	0,075 b	0,075 b	0,078 b
	Após colheita Milho	0,107 a	0,094 a	0,101 a
	Após colheita Soja	0,094 a	0,107 a	0,100 a
CV (%)		27,72	29,98	24,87
		Microporosidade (m^3 m^{-3})		
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	0,393	0,392	0,392
	U. ruzizienses	0,395	0,391	0,390
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	0,393	0,388	0,391
	Entrelinha	0,398	0,387	0,391
	Cobertura	0,387	0,402	0,392
	Lanço	0,400	0,393	0,395
	Testemunha	0,389	0,385	0,385
Época (E)	Antes Milho	0,378 b	0,380 b	0,378 b
	Após colheita Milho	0,398 a	0,401 a	0,394 a
	Após colheita Soja	0,404 a	0,394 ab	0,400 a
CV (%)		5,14	7,42	4,29

Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5 % de probabilidade.

A importância básica de avaliar a compactação do solo prende-se ao fato de a mesma oferecer resistência ao esforço tratório e ao perfeito desenvolvimento das culturas (ANDREOLLA e GABRIEL FILHO, 2006), o que poderá ser observado mais adiante. Para os valores de macroporosidade avaliados dentro de épocas, constata-se que na camada de 0,0-0,10 m, houve aumento de 20% na macroporosidade comparado a amostragem inicial, da mesma forma ocorreu para a profundidade de 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m, com aumentos de 30 e 22%, respectivamentes. O aumento médio do ano 1 para o ano agrícola 2 foi de aproximadamente 40% no volume de macroporos no solo, mostrando a capacidade que as forrageiras associadas ao

planejamento agrícola de rotação de culturas podem melhorar a qualidade física do solo, até mesmo em, camadas mais profundas. Essa característica temporal é fundamentada por Sá et al. (2004), que ressaltam a importância do tempo de adoção do sistema plantio direto para que as alateracoes tais como acumulo de matéria orgânica, agregação do solo e reciclagem de nutrientes se processem.

Para os valores de microporosidade do solo (Tabela 39), observa-se que houve comportamento semelhante em todas as camadas, com efeito significativo observado apenas para as diferentes épocas de amostragem, sendo que, em todas as profundidades, assim como observado para os valores de macroporosidade, as épocas de amostragem após a colheita do milho e após a colheita da soja, foram superiores às amostras retiradas antes da semeadura do milho, havendo um aumento de 5% na microporosidade quando comparada a amostragem inicial. A microporosidade do solo dificilmente aumenta em um mesmo ano agrícola de acordo com os tratamentos utilizados, entretanto de acordo com os resultados observados no ano agrícola 1 (Tabela 1), os valores de microporosidade diminuíram com o aumento da macroporosidade, o que no segundo ano agrícola houve o aumento da macroporosidade do solo associado aos maiores valores de microporos, que neste caso, a porosidade total do solo terá incrementos significativos.

Na camada de 0,20-0,30 m, houve interação significativa entre modalidades de semeadura e forrageira para o atributo macroporosidade do solo e o desdobramento encontra-se na Tabela 40. Comparando as forrageiras dentro da modalidade milho com *Urochloa* na entrelinha, os tratamentos com *U. ruzizienses* proporcionou maiores valores de macroporosidade comparados a *U. brizantha*, o que demosntra a eficiência dessa forrageiras como opção viável no processo de ILP, além de ser uma forrageira de fácil manejo dentro do sistema plantio direto. Os processos físicos, químicos e biológicos, que interagem entre si e com a cobertura vegetal (palhada) sobre o solo, passam a ser influenciados pelo manejo das forrageiras e da lavoura, sendo este um dos principais fatores de controle do sistema de integração lavoura-pecuaria em sistema plantio direto (TOWNSEND et al., 2009).

Tabela 40. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de macroporosidade do solo na profundidade de 0,20 -0,30 m, entre as espécies de forrageiras dentro das diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Modalidade de Semeadura				
		MFL	MFE	MFC	MFLA	MS
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	0,089 Aa	0,079 Ab	0,083 Aa	0,084 Aa	0,100 Aa
	U. ruzizienses	0,106 Aa	0,108 Aa	0,096 Aa	0,083 Aa	0,100 Aa
DMS						

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 41, os resultados demonstram que para as forrageiras analisadas houve diferença significativa ($p<0,05$) em relação à porosidade total do solo na profundidade de 0,20-0,30 m, sendo a *U. ruzizienses* a que proporcionou maior valor. Ainda com relação à porosidade total do solo, os valores, em todas as camadas, foram menores na primeira época de amostragem, ou seja, antes da semeadura do milho, sendo diferentes estatisticamente ($p<0,05$) da amostragem após as colheitas, tanto do milho quanto a soja. Isso comprova o que foi relatado anteriormente para os valores de macro e microporosidade do solo, ou seja, a adição de ambos atributos irão representar os valores de porosidade total do solo. De acordo com Mello (2001), a medida que ocorre a decomposição das raízes das plantas dessecadas os valores de densidade e resistência à penetração do solo tendem a diminuir e os de porosidade, a aumentar, propiciando melhoria no condicionamento físico do solo, fato constatado na presente pesquisa.

Os valores de densidade do solo (Tabela 41) demonstram que para o tratamento forrageira, houve efeito significativo ($p<0,05$) apenas para a camada 0,20-0,30. Esse resultado é explicado pelo aumento da porosidade total do solo na mesma camada e pela forrageira, ou seja, houve aumento do volume de poros no solo e por esse motivo, os valores de densidade foram menores, pois a densidade é calculada pela divisão da massa do solo pelo volume. Essa dependência entre esses dois atributos também é descrita por Bertol et al. (2004), que constataram, em plantio direto, a densidade de solo é maior na camada superficial e decresce nas maiores profundidades e que a porosidade total se comporta de modo inverso.

Tabela 41. Valores médios de porosidade total e densidade do solo, avaliados na camada de 0,0 - 0,10, 0,10 -0,20 e 0,20 - 0,30 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragens.

Causas de Variação		Profundidade (m)		
		0,0 - 0,10	0,10 - 0,20	0,20 – 0,30
		Porosidade Total (m^3 m^{-3})		
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	0,484	0,483	0,479 b
	U. ruzizienses	0,490	0,482	0,489 a
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	0,486	0,476	0,488
	Entrelinha	0,493	0,482	0,484
	Cobertura	0,486	0,489	0,481
	Lanço	0,487	0,476	0,479
	Testemunha	0,476	0,492	0,485
Época (E)	Antes Milho	0,453 b	0,455 b	0,456 b
	Após colheita Milho	0,505 a	0,494 a	0,495 a
	Após colheita Soja	0,500 a	0,501 a	0,500 a
CV (%)		4,18	5,54	3,80
		Densidade do solo (kg dm^{-3})		
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	1,43	1,43	1,43 a
	U. ruzizienses	1,42	1,42	1,39 b
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	1,42	1,44 ab	1,40
	Entrelinha	1,42	1,42 ab	1,43
	Cobertura	1,41	1,43 ab	1,41
	Lanço	1,44	1,45 a	1,43
	Testemunha	1,43	1,38 b	1,39
Época (E)	Antes Milho	1,48 a	1,48 a	1,47 a
	Após colheita Milho	1,38 b	1,40 b	1,38 b
	Após colheita Soja	1,41 b	1,41 b	1,39 b
CV (%)		3,94	5,20	4,82

Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5 % de probabilidade.

Spera et al. (2009), trabalhando com sistema de integração lavoura–pecuária, implantado há 10 anos, obtiveram resultados semelhantes aos deste trabalho, e Spera et al. (2004), afirmaram que todos os sistemas apresentaram melhorias do ponto de vista agronômico em relação aos valores verificados dois anos antes, quando o experimento já contava com oito anos de duração.

Para o tratamento modalidades de semeaduras, o efeito significativo ($p<0,05$) ocorreu na camada de 0,10-0,20, sendo que o milho exclusivo (testemunha) diferiu apenas ($p<0,05$) do milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura. Já para o tratamento épocas, houve efeito significativo ($p<0,05$) para

todas as camadas analisadas, e em todas elas, tanto após a colheita do milho como após a colheita da soja, observou-se o decréscimo nos resultados gerados em relacão a época antes da semeadura do milho. Os valores de desidade do solo foram reduzidos devido ao aumento da porosidade total, representando uma queda de aproximadamente 5%, resultado significativo ($p<0,05$) e extremamente importante do ponto de vista do manejo e conservação do solo, e com valores ideais de acordo com (REICHERT et al., 2003).

De maneira geral pode-se concluir que a utilização do consórcio de milho com forrageiras proporcionou aumento significativo na macroporosidade do solo, porosidade total e diminuição na densidade de acordo com os dois anos agrícolas avaliados, o que mostra a importância da utilização das forrageiras no sistena de rotação/consorciação de culturas, além da melhoria da fertilidade so solo, manejo da erosão e controle de pragas e doença, pois de acordo com Rezaei et al. (2006), a manutenção da qualidade física do solo é necessária para manter elevada a produtividade das culturas.

6.2.2 Atributos químicos do solo

A tabela 42 apresenta os resultados da análise de variância para os atributos químicos do solo avaliados nas profundidades de 0,0-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m, sendo que a significância dos tratamentos e as interações significativas ($p<0,05$) são apresentadas após a discussão de cada profundidade, representada por meio de tabelas de desdobramentos.

Tabela 42. Análise de variância para os atributos químicos do solo em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragem.

Profundidade (0,0-0,10 m)		P	MO	pH ($CaCl_2$)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V (%)
						$mmol_c\ dm^{-3}$					
Valor de F	F	*	NS	*	*	*	*	*	*	NS	*
	M	*	*	*	NS	*	*	NS	*	*	*
	E	*	*	*	*	*	NS	*	NS	*	*
	F x M	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	F x E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS
	M x E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	F x M x E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Profundidade (0,10-0,20 m)		P	MO	pH ($CaCl_2$)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V (%)
						$mmol_c\ dm^{-3}$					
Valor de F	F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	M	*	NS	*	NS	*	*	*	*	NS	*
	E	*	*	*	*	NS	*	*	NS	*	*
	F x M	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*	NS	*
	F x E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	M x E	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*
	F x M x E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Profundidade (0,20-0,30 m)		P	MO	pH ($CaCl_2$)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V (%)
						$mmol_c\ dm^{-3}$					
Valor de F	F	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	M	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	E	NS	*	*	NS	*	*	*	*	NS	*
	F x M	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	F x E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
	M x E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*
	F x M x E	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

^{NS} ($p > 0,05$); * ($p<0,05$). Forrageira (F), Modalidade (M), Época (E). *UB- Urochloa brizantha; UR- Urochloa ruzizienses;* P ($mg\ dm^{-3}$); MO ($g\ dm^{-3}$).

Na tabela 43 pode-se observar que, para o atributo fósforo, houve diferença significativa entre as forrageiras, sendo que o consórcio de milho com *Urochloa ruzizienses* proporcionou o aumento desse atributo comparado a *Urochloa brizantha.* Resultado que coloca a *U. ruzizienses* como uma ótima opção de ser utilizadas no sistema de rotação de culturas, pois tem grande particpação na reciclagem de nutrientes e melhoria das condições químicas do solo.

Ainda para este atributo, pode-se observar que houve diferença significativa entre as épocas de amostragem analisadas, sendo que após a colheita do milho os valores de fósforo foram maiores comparados com a amostragem após a colheita da

soja, o que representa o elevado efeito dreno que o milho promove para com esse atributo, bem como a reciclagem desse nutriente de camadas mais profundas com aumento significativa nas camadas superciais.

Para o atributo Matéria Orgânica, houve diferenças significativa para as diferentes modalidades de semeadura avaliadas, com o milho com *Urochloa* na entrelinha apresentando maiores resultados, diferindo significativamente do milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura, devido principalmente a menor quantidade de matéria seca produzida por essa modalidade. Para época de amostragem, os resultados demostram o aumento significativo da matéria orgânica do solo, o que, segundo Stone et al. (2005), constataram que a utilização de *Urochloas* no sistema de produção tem a capacidade de aumentar o teor de matéria orgânica do solo, melhorar as condições dos atributos físicos e disponibilizar nutrientes no perfil do solo de acordo com processo de decomposição do material orgânica em superfície.

Tabela 43. Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0,0 - 0,10 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragem.

Causas de Variação		P	MO	pH ($CaCl_2$)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V (%)
					$mmol_c\ dm^{-3}$						
Forrag. (F)	*UB*	44,8 b	28,9	5,5 b	4,4	44,7	18,9	28,3	68,0	96,4	69,6
	UR	51,5 a	29,1	5,7 a	4,7	47,3	20,6	25,6	72,6	98,3	72,9
Mod. (M)	MBL	55,4	28,8 ab	5,6	4,8	47,8 ab	20,6 ab	24,7	73,3 ab	98,0 ab	74,2 ab
	MBE	55,4	31,4 a	5,8	4,7	54,3 a	22,8 a	24,4	81,8 a	106,2 a	76,3 a
	MBC	46,5	29,5 ab	5,5	4,2	43,6 b	18,7 b	28,0	66,6 b	94,6 b	69,0 ab
	MBLA	50,0	27,3 b	5,6	4,7	42,9 b	18,6 b	26,6	66,2 b	92,9 b	70,3 ab
	T	33,6	28,1 ab	5,5	4,1	41,5 b	18,1 b	31,3	63,7 b	95,0 b	66,6 b
Época (E)	ASM	48,1 ab	27,1 b	5,7 a	4,1 b	49,5	20,4	22,4 b	73,0	95,4 b	75,2 a
	ACM	57,8 a	27,3 b	5,5 ab	4,7 ab	42,8	19,7	26,1 b	67,1	93,3 b	69,8 ab
	ACS	43,4 b	32,7 a	5,5 b	4,8 a	46,4	20,0	32,4 a	70,8	103,2 a	68,6 b
CV (%)		39,71	13,76	5,94	26,95	26,29	24,21	31,81	24,05	12,34	15,15

Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. *UB- Urochloa brizantha; UR- Urochloa ruzizienses;* P ($mg\ dm^{-3}$); MO ($g\ dm^{-3}$); ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja. MFL- Milho com Urochoa na linha de semeadura do milho; MFE- Milho com Urochoa na entrelinha; MFC- Milho com Urochoa na entrelinha semeada junto ao adubo de cobertura do milho no estádio V_4; MFLA- Milho com Urochoa à Lanço no estádio V_4 do milho; T- Milho exclusivo.

Os valores do atributo químico pH, assim como o resultado para o atributo fósforo, a *Urochloa ruzizienses* promoveu maiores valores em relação à forrageira *U. brizantha*, ou seja, os tratamentos com a primeira forrageira tornou pH do solo mais

básico, o que consequentemente acarreta o aumento de cargas negativas no solo, com maior disponibilidade de cátions trocáveis. Ainda para esse atributo, diferenças significativas em seus valores são encontradas quando se faz a comparação entre as épocas de amostragem, com sua diminuição conforme a sequência das épocas, o que é imprescindível o acompanhamento anual, principalmente com o cultivo de culturas dessa conotação para que não haja queda de produtividade.

O tratamento modalidade de semeadura, para os atributos químicos do solo Ca, Mg, SB, T e V%, apresentou diferenças significativas ($p<0,05$) com comportamento semelhante, apresentando maiores valores no milho com *Urochloa* na entrelinha e os menores valores encontrados na testemunha. O aumento nessa modalidade ocorre devido a maior produtividade de matéria seca produzida (Tabela 67), o que faz as forrageiras, por meio de um sistema radicular agressivo, reciclar grandes quantidades de nutrientes, o que afetam positivamente a dinâmica desses nutrientes na T do solo. Já o tratamento época, as diferenças significativas ($p<0,05$) com comportamento semelhante foram encontradas nos atributos K, H+Al e T, onde os maiores valores podem ser observados após a colheita da soja e os menores antes da semeadura do milho. Para potássio, esse incremento positivo ocorre devido à liberação desse nutriente por meio de exudatos, principalmente pela decomposição dos colmos do milho, que servem como dreno desse nutriente. O aumento na T do solo implica na redução da saturação por bases como observado (Tabela 43), sendo que esse aumento é considerado positivo, pois o solo terá maior capacidade de armazenamento de cátions para disponibilização as plantas. A princípio, a redução da saturação por bases ocorre pela ampla relação com a T solo, ou seja, a mesma é calculada pela divisão da soma de base pela T, entretanto os valores encontrados ainda são considerados altos e ainda refletem em bom desenvolvimento das culturas.

No desdobramento das forrageiras dentro das modalidades de semeadura (Tabela 44) para o atributo fósforo, constata-se que os tratamentos com *Urochloa ruziziense* proporcionou maiores teores comparados a *U. brizantha* na modalide milho com *Urochloa* na entrelinha, o que continua sendo comprovado a maior eficiência dessa forrageira no consórcio. Comparando-se as modalidades, observa-se que na *U. brizantha* os maiores valores são encontrados no milho com *Urochloa* à

lanço na época de adubação de cobertura e menor na testemunha, porém iguais aos demais tratamentos (p<0,05). Para *U. ruzizienses*, os maiores teores de fósforo são encontrados para o milho com *Urochloa* na linha de semeadura e o milho com *Urochloa* na entrelinha, e o menor valor, assim como a *U. brizantha*, na testemunha, o que justifica a importância do uso das forrageiras, pois independente da modalide são maiores que a testemunha (milho exclusivo).

Tabela 44. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de fósforo na profundidade de 0,0-0,10 m, entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem.

Causas de Variação		Forrageira (F)	
		U. brizantha	*U. ruzizienses*
Modalidade (M)	Linha	48,05 Aab	62,72 Aa
	Entrelinha	46,22 Bab	64,50 Aa
	Cultivo	40,17 Aab	52,86 Aab
	Lanço	56,00 Aa	43,92 Aab
	Testemunha	33,58 Ab	33,58 Ab
DMS	F	15,40	
	M	21,60	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. P (mg dm^{-3})

O desdobramento de época dentro das modalidades de semeadura para os valores de acidez potencial (Tabela 45) demonstraram que, para as modalidades, as épocas de amostragem não diferem significativamente entre elas pelo teste de Tukey (p<0,05), exceto para amostragem após a colheita da soja, que apresentou maior valor de H+Al na testemunha em relação às demais modalidades. Aliado a isso, o valor da acidez potencial entre as épocas apresenta diferença significativa também apenas para a testemunha, com maior valor encotrado após a colheita da soja e as demais modalidades, não apresentaram diferença significativa. Os maiores valores de acidez potencial no tratamento exclusivo (testemunha) esta relacionada às menores quantidades de palhada produzida nessa modalidade (Tabela 68), bem como o aumento do pH no solo conforme os resultados descritos anteriormente. Portanto, não ocorre de maneira significativa à liberação de íons OH^- que servem para contrabalancear os ions H^+ e manter os níveis de fertilidade adequados. Os resultados após a colheita da soja dentro das modalidades de semeadura avaliadas, revelam que os maiores valores de H+Al são encontrados também na testemunha, o

que também esta relacionado com o aporte de palhada e os valores de pH, conforme descrito anteriormente.

Tabela 45. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de acidez potencial (H+Al) na profundidade de 0,0-0,10 m, entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem.

Causas de Variação		Época (E)		
		ASM	ACM	ACS
Modalidade (M)	Linha	21,37 Aa	23,00 Aa	29,67 Ab
	Entrelinha	21,12 Aa	24,83 Aa	27,17 Ab
	Cultivo	22,75 Aa	31,54 Aa	29,75 Ab
	Lanço	22,25 Aa	27,41 Aa	30,17 Ab
	Testemunha	24,50 Ba	24,00 Ba	45,33 Aa
DMS	M	12,85		
	E	11,00		

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja. H+Al $mmol_c\,dm^{-3}$

A tabela 46 apresenta os valores dos tratamentos em relação aos atributos químicos do solo, na profundidade de 0,10-0,20 m. Pode-se observar que não houve diferença significativa pelo teste de Tukey ($p<0,05$) para o fator Forrageira. Já o tratamento modalidade de semeadura, as diferenças significativas são observadas para os atributos químicos do solo pH e Ca, em ambos, milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura apresentou o maior valor e milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro o menor; entretanto, para o atributo H+Al, milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura foi o que apresentou menor acidez potencial, diferindo estatisticamente, pelo teste de Tukey ($p<0,05$), das demais modalidades. Os maiores valores de pH no milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura proporcionou o aumento de cálcio e decréscimo da acidez potencial, provavelmente devido a maior quantidade de cargas negativas do solo devido ao pH mais básico, com diminuição dos ions H+ nesse tratamento.

Com relação ao tratamento época, houve diferença significativa ($p<0,05$) para matéria orgânica, sendo que após a colheita do milho os valores foram maiores comparados com a amostragem antes da semeadura do milho, porém evidenciando a manutenção desse atributo ao longo do tempo. Em relação ao pH e Mg, os valores foram menores após a colheita da soja, diferindo significativamente ($p<0,05$) das

amostragens iniciais. Em contrapartida, para os valores de potássio, acidez potencial e capacidade de troca catiônica, os valores foram maiores após a colheita da soja, o que demonstra relação inversamente proporcional nos valores de pH e Mg com H+Al e T, respectivamente. Os valores de potássio foram maiores após a colheita da soja, o que é justificado pela liberação desse nutriente pela palhada à medida que ocorre o processo de desomposição, além do aumento significativo do primeiro ano agrícola para o segundo, representado por um acréscimo aproximado de 7%, com teores altos de potássio para essa camada de solo. Embora a quantidade de K absorvida pelas plantas seja grande, a quantidade removida pelos grãos de maneira geral é pequena, sendo o seu restante retornado ao solo via ciclagem biogeoquímica. Dessa maneira, o aumento do aporte de palhada pelas forrageiras e pelas culturas, pelo melhoramento da fertilidade e pelo bom uso do solo, intensifica a ciclagem de K (SANTI et al., 2003; ROSSATO, 2004), com saldo positivo no sistema, o que aconteceu para as camadas de 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m dessa pesquisa.

Tabela 46. Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0,10 - 0,20 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragem.

Causas de Variação		P	MO	pH ($CaCl_2$)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V (%)
							$mmol_c\,dm^{-3}$				
Forrag. (F)	*UB*	37,8	22,5	5,2	4,0	30,3	13,6	31,9	48,0	79,9	59,4
	UR	39,3	22,2	5,2	3,9	29,1	13,4	31,8	46,5	78,2	58,4
Mod. (M)	MBL	37,6	21,8	5,2 ab	3,9	28,3 ab	12,5	33,2 a	44,8	78,0	57,3
	MBE	46,8	22,6	5,3 ab	4,0	30,8 ab	13,7	32,2 a	48,5	80,7	59,6
	MBC	35,1	21,8	5,0 b	3,7	25,2 b	11,4	34,8 a	40,3	75,1	52,7
	MBLA	45,0	23,4	5,4 a	4,4	34,6 a	15,9	26,8 b	54,9	81,7	66,3
	T	28,5	22,3	5,2 ab	3,9	30,2 ab	14,7	32,9 a	48,8	81,6	58,6
Época (E)	ASM	32,4	21,6 b	5,3 a	3,6 b	29,8	13,2 ab	29,1 b	46,6	75,7 b	61,2
	ACM	40,3	23,4 a	5,3 a	3,9 ab	31,1	15,1 a	30,0 b	50,1	80,1 ab	60,0
	ACS	43,1	22,2 ab	5,1 b	4,4 a	28,6	12,7 b	36,8 a	45,7	82,4 a	55,7
CV (%)		39,30	11,19	5,29	26,71	28,13	25,64	19,52	24,85	11,10	16,86

Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. *UB- Urochloa brizantha; UR- Urochloa ruzizienses;* P ($mg\,dm^{-3}$); MO ($g\,dm^{-3}$); ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja. MFL- Milho com Urochoa na linha de semeadura do milho; MFE- Milho com Urochoa na entrelinha; MFC- Milho com Urochoa na entrelinha semeada junto ao adubo de cobertura do milho no estádio V_4; MFLA- Milho com Urochoa à Lanço no estádio V_4 do milho; T- Milho exclusivo.

No desdobramento das épocas dentro das modalidades de semeadura (Tabela 47) para o atributo químico fósforo, constata-se que nas modalidades milho com *Urochloa* na entrelinha e milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de

cobertura houve aumento significativo (p<0,05) após as épocas de amostragem, com maior valor observado após a colheita da soja. Esse resultado justifica a utilização do consórcio, pois devido ao efeito sinérgico do sistema radícular das forrageiras associado à decomposição da palhada, promove maior reciclagem de nutrientes, até mesmo em camadas mais profundas de solo, sendo que a homogeneidade dos resíduos sobre a superfície são condições ideias para essa ocorrência.

Comparando-se as modalidades, antes da semeadura do milho não apresentou diferença significativa; entretanto, após a colheita do milho e após a colheita da soja observa-se que o milho consorciado com as forrageiras na entrelinha e a lanço foram os que obtiveram os maiores valores, enquanto que, para ambas as épocas, o menor valor foi na testemunha (milho exclusivo). As alterações na qualidade química do solo estão ligadas as modificações na vegetação (raízes) que interferem nas propriedades químicas do solo, em especial na acidez e disponibilidade de nutrientes para as plantas presentes no sistema de produção agrícola (MOREIRA e SIQUEIRA, 2006).

Tabela 47. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de fósforo na camada de 0,10-0,20 m, entre as modalidades de semeadura dentro das diferentes épocas de amostragem.

Causas de Variação		Época (E)		
		ASM	ACM	ACS
Modalidade (M)	Linha	37,37 Aa	30,83 Ab	44,50 Aab
	Entrelinha	27,12 Ba	59,83 Aa	53,33 Aa
	Cultivo	29,12 Aa	43,00 Aab	33,33 Aab
	Lanço	35,87 Ba	40,00 ABab	59,17 Aa
	Testemunha	32,75 Aa	27,67 Ab	25,00 Ab
DMS	M	26,33		
	E	22,54		

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja. P (mg dm^{-3})

Na tabela 48 estão apresentados os valores do desdobramento das espécies forrageiras dentro das diferentes modalidades de semeadura para o teor de magnésio. Comparando-se as forrageiras, observa-se que houve diferença significativa pelo teste de Tukey (p<0,05) apenas na modalidade de semeadura à lanço, na qual a *U. brizantha* apresentou maior teor de magnésio em relação a *U.*

ruzizienses, o que mostra que para essa modalidade, a *U. brizantha* é uma opção viável. Entre as modalidades de semeadura, houve diferenças significativas apenas para a forrageira *U. brizantha,* onde o milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura foi superior às demais, não diferindo estatisticamente, da testemunha.

Tabela 48. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de magnésio, entre as espécies forrageiras dentro das diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Forrageira (F)	
		U. brizantha	*U. ruzizienses*
Modalidade (M)	Linha	11,39 Ab	13,61 Aa
	Entrelinha	12,89 Ab	14,53 Aa
	Cultivo	11,67 Ab	11,14 Aa
	Lanço	17,50 Aa	14,36 Ba
	Testemunha	14,67 Aab	14,67 Aa
DMS	M	3,95	
	F	2,82	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. Mg (mmolc dm^{-3})

No desdobramento de soma de bases (SB) entre forrageiras dentro das modalidades de semeadura (Tabela 49), pode-se observar que a *U. brizantha* foi estatisticamente superior a *U. ruzizienses* em milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura, modalidade esta que apresentou o maior valor de SB para a mesma forrageira, quando comparada com as demais. Esses resultados são semelhantes aos encontrados na Tabela 48, onde ocorreu o aumento de Mg nessa mesma modalidade, bem como a superioridade da *U. brizantha* comparada a *U. ruziziense,* o que confirma que a soma de bases é dependente dos atributos Ca, Mg e K, sendo o Mg o atributo responsável por esse sinergismo.

Tabela 49. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de soma de bases (SB), entre as espécies forrageiras dentro das diferentes épocas de amostragem.

Causas de Variação		Forrageira (F)	
		U. brizantha	*U. ruziziense*s
Modalidade (M)	Linha	41,40 Ab	48,19 Aa
	Entrelinha	46,00 Ab	51,00 Aa
	Cultivo	42,97 Ab	37,58 Aa
	Lanço	60,76 Aa	49,10 Ba
	Testemunha	48,78 Aab	48,78 Aa
DMS	M	9,64	
	E	13,51	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. SB (mg dm^{-3}).

Ainda para os resultados de SB, a Tabela 50 apresenta o desdobramento entre as modalidades de semeadura dentro das diferentes épocas de amostragem. Com relação às épocas, tem-se que apenas a modalidade testemunha apresentou diferenças significativas ($p<0,05$), mantendo, entretanto, o padrão de valores quando comparados o ínicio e o final das épocas de amostragem, com aumento apenas após a colheita do milho. Para essa época, verifica-se que os menores valores de SB ocorrem no milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro, diferindo significativamente dos demais tratamentos, porém valores considerados adequados, pois existe de acordo com a análise (Tabela 46) o balanço de cálcio, magnésio e potássio na T do solo, que é considerado ideal valores porcentuais de 50%, 15% e 5%, respectivamente.

Tabela 50. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de soma de bases (SB), entre as modalidades de semeadura dentro das diferentes épocas de amostragem.

Causas de Variação		Época (E)		
		ASM	ACM	ACS
Modalidade (M)	Linha	43,21 Aa	48,05 Aab	43,11 Aa
	Entrelinha	49,57 Aa	49,55 Aab	46,38 Aa
	Cultivo	46,02 Aa	38,87 Ab	40,94 Aa
	Lanço	54,02 Aa	56,98 Aa	53,78 Aa
	Testemunha	40,07 Ba	62,17 Aa	44,10 Ba
DMS	M	16,55		
	E	14,16		

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja. SB (mg dm^{-3}).

No desdobramento entre as espécies forrageiras dentro das diferentes modalidades de semeadura, observa-se que a *U. brizantha* consorciada com o milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura, apresentou valor superior de saturação por bases (V%) quando comparada com a *U. ruzizienses*. O desdobramento ainda demonstra que a referida modalidade de semeadura apresentou maior valor de V% em relação às demais modalidades, em *U. brizantha*. Já em *U. ruzizienses* as modalidades diferiram significativamente, sendo as de maior valor o milho com *Urochloa* na entrelinha e milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura, e a de menor valor o milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro. Esses resultados estão relacionados aos maiores valores de soma de base encontrados na Tabela 50, que segundo Crusciol e Borghi (2007), avaliando o cultivo consorciado de milho com *Urochloas* verificaram o aumento nos teores de P, K, Ca e Mg, com reflexos diretos nos valores de SB, T e V(%), o que segundo os autores esse aumento foi devido ao incremento de palhada na superfície do solo somado ao grande volume de raízes em profundidade proporcionado pelas *Urochloas,* evidenciando o melhor aproveirtamento dpos nutrientes pelas forrageiras do que as culturas anuais.

Tabela 51. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de saturação por bases (V%), entre as espécies forrageiras dentro das diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Forrageira (F)	
		U. brizantha	*U. ruzizienses*
Modalidade (M)	Linha	55,56 Ab	59,04 Aab
	Entrelinha	55,70 Ab	63,55 Aa
	Cultivo	55,83 Ab	49,59 Ab
	Lanço	71,09 Aa	61,57 Ba
	Testemunha	58,65 Ab	58,65 Aab
DMS	M	7,85	
	E	11,00	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade.

Para os atributos químicos do solo, na camada de 0,20-0,30 m, em função dos tratamentos avaliados, observa-se que para o tratamento época, houve diferença significativa ($p<0,05$) para os atributos matéria orgânica, pH, cálcio, magnésio e H+Al (Tabela 52) De maneira geral verifica-se que após a colheita da

soja os valores dos atributos matéria orgânica, cálcio e magnésio foram menores comparado a primeira época (ASM), com comportamento inverso para os valores de pH e H+Al. Essa alteração na disponibilidade de cátions no solo em camadas mais profundas (0,20-0,30 m) deve ser levada em conta, para que quando seja necessário, realizar calagem ou até mesmo a aplicação de gesso como condicionador de sub-superfície, pois, segundo Caíres et al. (1999), estudando a aplicação de diferentes doses de calcário em superfície em sistema plantio direto promoveu a correção da acidez tanto na camada de 0,0-0,20 m como na de 0,20-0,40 m.

Outra forma é continuar adotando o consórcio de forrageiras com a cultura principal, visando aumentar a quantidade palhada na superfície, pois os compostos hidrossolúveis provenientes da decomposição da palhada podem interagir com a fase sólida do solo e ocupar sítios de absorção de nutrientes, competindo diretamente com eles e aumentando sua disponibilidade no solo (PAVINTO e ROSOLEM, 2008).

Tabela 52. Valores médios dos parâmetros químicos do solo, avaliados na camada de 0,20 - 0,30 m em função da modalidade de semeadura, espécie forrageira e das épocas de amostragem.

Causas de Variação		P	MO	pH ($CaCl_2$)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V (%)
							$mmol_c\ dm^{-3}$				
Forrag. (F)	*UB*	35,5	21,2	5,1	3,5	26,5	11,9	34,8	41,9	76,7	53,6
	UR	36,3	21,0	5,2	3,9	26,5	13,2	32,9	43,7	76,6	56,2
Mod. (M)	MBL	35,0	21,3	5,2	4,0	28,0	12,4	33,4	44,3	77,8	55,9
	MBE	41,7	21,3	5,1	3,8	26,3	12,7	36,4	42,8	79,2	54,0
	MBC	35,1	21,5	5,0	3,9	24,5	11,7	35,9	40,1	75,9	51,1
	MBLA	36,0	20,5	5,2	3,3	27,3	13,4	30,5	44,0	74,5	58,4
	T	27,8	20,4	5,1	3,4	26,5	12,0	33,4	41,9	75,3	54,0
Época (E)	ASM	31,6	22,1 a	5,5 a	3,6	34,6 a	15,6 a	25,4 c	53,8	79,3	66,5
	ACM	40,8	22,0 a	5,2 b	3,9	25,7 ab	13,1 b	32,2 b	42,8	75,0	55,8
	ACS	35,2	19,2 b	4,8 c	3,7	19,2 b	8,6 c	44,4 a	31,5	75,8	42,1
CV (%)		58,35	17,10	5,37	27,76	34,51	33,61	25,26	31,66	16,24	17,89

Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. *UB- Urochloa brizantha; UR- Urochloa ruzizienses;* P ($mg\ dm^{-3}$); MO ($g\ dm^{-3}$); ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja. MFL- Milho com Urochoa na linha de semeadura do milho; MFE- Milho com Urochoa na entrelinha; MFC- Milho com Urochoa na entrelinha semeada junto ao adubo de cobertura do milho no estádio V_4; MFLA- Milho com Urochoa à Lanço no estádio V_4 do milho; T- Milho exclusivo.

Na tabela 53 estão apresentados os valores de desdobramento de soma de bases entre as modalidades de semeadura dentro das diferentes épocas de

amostragem, na qual observa-se que entre as modalidades não houve diferença significativa. Entretanto, para a interação das épocas com as modalidades só não houve variação significativa (p<0,05) em milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura. Os resultados demontram que ocorreu o decréscimo nos valores da saturação por bases após a colheita da soja, justificada pelos menores valores de Ca, Mg encontrados e discutido anteriormente na Tabela 52.

Tabela 53. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de soma de bases (SB), entre as modalidades de semeadura dentro das diferentes épocas de amostragem.

Causas de Variação		Época (E)		
		ASM	ACM	ACS
Modalidade (M)	Linha	48,57 Aa	53,35 Aa	31,08 Ba
	Entrelinha	54,41 Aa	46,18 Aa	27,83 Ba
	Cultivo	56,99 Aa	35,90 Ba	27,36 Ba
	Lanço	52,25 Aa	38,75 Aa	41,11 Aa
	Testemunha	60,20 Aa	37,00 Ba	28,53 Ba
DMS	M	19,41		
	E	14,09		

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja. SB (mg dm^{-3}).

No desdobramento de saturação por bases (V%) entre as modalidades de semeadura dentro das diferentes épocas de amostragem, pode-se observar, na tabela 56, que apenas após a colheita da soja apresentou diferença significativa (p<0,05) entre as modalidades, com o maior valor encontrado para milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura e os menores valores para o milho com *Urochloa* na entrelinha e milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro.

Tabela 54. Valores médios obtidos do desdobramento dos teores de saturação por bases (V%), entre as modalidades de semeadura dentro das diferentes épocas de amostragem.

Causas de Variação		Época (E)		
		ASM	ACM	ACS
Modalidade (M)	Linha	63,57 Aa	62,39 Aa	41,78 Bab
	Entrelinha	66,54 Aa	58,96 Aa	36,50 Bb
	Cultivo	66,76 Aa	48,84 Ba	37,80 Bb
	Lanço	67,19 Aa	54,88 Ba	53,28 Ba
	Testemunha	70,15 Aa	52,24 Ba	39,61 Cab
DMS	M	13,70		
	E	11,72		

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade. ASM- antes da semeadura do milho; ACM- após a colheita do milho e ACS-após a colheita da soja.

Comparando as modalidades dentro das épocas, constata-se de maneira geral que houve redução nos valores de saturação por base, com maior expressão para o tratamento testemunha, o que infere mais uma vez a importância da palhada no sistema plantio direto.

6.2.3. Teor de água no solo e resistência mecânica do solo à penetração

Os teores de água no solo obtidos em conjunto com a resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) no segundo ano agrícola, foram de 0,16, 0,38 e 0,29 kg kg^{-1}, respectivamente, para as três épocas de amostragem. Esses valores servem como parâmetros para interpretar os resultados de resistência mecânica do solo a penetração (RMSP), parâmetro diretamente relacionado com o teor de água e textura do solo.

Tabela 55. Valores médios de resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) avaliados na camada de 0,0 - 0,10, 0,10 -0,20 e 0,20 - 0,30 m em função das modalidadse de semeadura, espécies forrageiras e das épocas de amostragens.

Causas de Variação		Profundidade (m)		
		0,0 - 0,10	0,10 - 0,20	0,20 - 0,30
		RMSP (Mpa)		
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	1,64	3,16	3,72
	U. ruziziensis	1,58	3,00	3,69
Modalidade Semeadura (M)	Linha	1,41	2,87	3,56
	Entrelinha	1,58	3,21	3,59
	Lanço	1,85	3,35	3,73
	Cobertura	1,57	2,91	3,58
	Testemunha	1,64	3,03	4,05
Época (E)	Antes semeadura Milho	1,98 a	3,38 a	4,52 a
	Após colheita Milho	1,39 b	2,70 b	3,07 c
	Após colheita soja	1,46 b	3, 15 a	3,52 b
CV (%)		41,45	15,35	17,81

Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade.

Os valores de resistência mecânica do solo à penetração, apesar do todas as profundidades apresentarem diferenças significativas com relação à época de amostragem, na camada de 0,0-0,10 m, a maior resistência foi encontrada antes da semeadura do milho, não havendo diferença significativa com a amostragem após a colheita do milho e após a colheita da soja.

Para a camada intermediária, 0,10-0,20 m, antes da semeadura do milho não difiriu estatisticamente de após a colheita da soja, entretanto, com diferença significativa com após a colheita do milho, que apresentou o menor valor. Já para a camada de 0,20-0,30 m, houve diferença significativa para todas as épocas de amostragem avaliadas, apresentando o maior valor antes da semeadura do milho, seguida de após a colheita da soja e após a colheita do milho com o menor valor para resistência mecânica à penetração do solo.

Esses resultados demonstram a forte dependência desse atributo com o teor de água, resultado que corroboram com os encontrados por Magalhães et al. (2005), que encontraram que a resistência do solo a penetração aumento de acordo com o decréscimo no teor de água. Esses resultados estão em consonância com os encontrados por Roboredo et al. (2010) e também com os resultados do primeiro

ano agrícola. A resistência mecânica do solo segundo alguns trabalhos científicos aumenta e diminui de maneira exponencial, respectivamente, com a redução do teor de água no solo e incremento da densidade (IMHOFF et al., 2002; LEÃO et al, 2002).

6.2.4 Avaliações na cultura do milho

6.2.4.1 Distribuição longitudinal de plântula, número de dias para emergência e massa seca inicial de palhada.

Para a população do milho estudada, a distribuição longitudinal das plântulas e o número de dias para emergência no sistema de consorciação de forrageiras, não apresentaram diferença significativa, pelo teste de Tukey ($p<0,05$) em relação à forrageira utilizada e ao tipo de modalidade de semeadura (Tabela 56). É importante verificar que o número de dias para emergência da cultura foi bem menor que no primeiro ano agrícola, estando ainda acima dos relatados por Furlani et al. (2001) e Cortez et al. (2010). Essa maior rapidez na emergência de plântulas tem forte relação com as condições climáticas da época, que segundo a Figura 2 apresentava elevada precipitação associada a temperaturas regulares, que por esse motivo não acelerou ainda mais o processo.

Tabela 56. Valores médios obtidos para distribuição longitudinal de plântulas de milho e número de dias para emergência no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Distribuição Longitudinal (%)		NDE (dias)
		Normal	Falhos	
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	79,63	20,37	7,85
	U. ruzizienses	80,88	19,12	7,77
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	78,33	21,67	7,81
	Entrelinha	83,49	16,51	7,74
	Cobertura	82,00	18,00	7,80
	Lanço	77,20	22,80	7,88
Valor de F	F	$0,09^{NS}$	$0,09^{NS}$	$1,31^{NS}$
	M	$0,50^{NS}$	$0,56^{NS}$	$0,64^{NS}$
	F*M	$0,85^{NS}$	$0,94^{NS}$	$0,48^{NS}$
DMS	F	8,65	8,17	0,15
	M	16,35	15,38	0,28
CV (%)		14,58	60,22	2,62

Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 10 % de probabilidade.

Para os valores de distribuição longitudinal de plântulas, apesar de não apresentarem diferença significativa, os resultados de espaçamento normal corroboram com os encontrados por Teixeira et al. (2009), sendo que para a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes recomendado para dosador do tipo disco horizontal, é de 60%, de acordo com Coelho (1996).

A tabela 57 demonstra a comparação do milho exclusivo (testemunha) com os valores de distribuição longitudinal das plantas e o número de dias para emergência no sistema de consorciação de forrageiras em diferentes modalidades de semeadura, pelo teste de Dunnett ($p<0,05$). Os resultados explicam que o tratamento com o milho exclusivo não difere dos demais, revelando que as forrageiras em consórcio e os diferentes aportes de palhada produzidos no ano anterior não afetaram os parâmetros fitotécnicos avaliados, o que infere que mesmo com diferentes quantidades de matéria seca de palhada na superfície houve a homogeneidade dos padrões de qualidade operacional da semeadura.

Tabela 57. Valores médios obtidos para distribuição normal de plântulas de milho – N, distribuição falha – F e número de dias para emergência de plantas de milho – NDE no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Tratamentos		Distribuição Longitudinal		NDE (dias)
Forrageiras	Modalidades	N (%)	F (%)	
U. brizantha	Linha	72,65	27,35	7,90
U. brizantha	Entrelinha	86,96	13,04	7,75
U. brizantha	Cobertura	80,82	19,18	7,88
U. brizantha	Lanço V_4	78,08	21,91	7,87
U. ruzizienses	Linha	84,00	16,00	7,73
U. ruzizienses	Entrelinha	80,03	19,98	7,73
U. ruzizienses	Cobertura	83,16	16,84	7,71
U. ruzizienses	Lanço V_4	76,32	23,68	7,89
Milho exclusivo		89,78	10,23	7,68
Valor F - Fatorial x Testemunha		2,29 ^{NS}	2,54 ^{NS}	1,38 ^{NS}
DMS		23,97	22,58	0,41
CV (%)		14,58	60,22	2,62

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras nas colunas não diferem deste pelo Teste de Dunnett (p<0,05).

6.2.4.2 População final de plantas, massa de 1000 grãos e produção de grãos

De acordo com a Tabela 58, observa-se que para população inicial e final de plantas, massa seca de mil grãos e produção de grãos de milho no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura, os tratamentos não promoveram efeito significativo (p<0,05) pelo teste de Tukey, exceto para o parâmetro fitotécnico massa de mil grãos, parâmetro que associado ao número de fileiras e número de grãos por fileira na espiga, pode afetar diretamente a produção de grãos, fato que não ocorreu nessa pesquisa. Os maiores valores de massa de mil grãos foram encontrados no tratamento com *U. ruzizienses*, o que demontra a relação sinérgica dessa forrageira para com o milho, provavelmente devido a menor competição, e dessa maneira o milho reage positivamente, não alterando a conformidade genética do híbrido, concordando com os resultados encontrados por Chioderoli et al. (2010).

Tabela 58. Valores médios obtidos para população inicial e final de plantas, massa de mil grãos e produção de grãos de milho no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Parâmetros Avaliados			
		População inicial (Plantas ha^{-1})	População final (Plantas ha^{-1})	Massa de mil grãos (kg)	Produção de grãos (kg ha^{-1})
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	56.667	50.278	0,237 b	5.052
	U. ruzizienses	55.139	51.042	0,251 a	5.403
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	56.389	51.389	0,246	5.102
	Entrelinha	56.667	50.556	0,240	5.265
	Cobertura	55.694	50.139	0,251	4.752
	Lanço	54.861	50.556	0,239	5.790
Valor de F	F	3,89^{NS}	0,37^{NS}	5,29*****	0,85^{NS}
	M	1,08^{NS}	0,17^{NS}	0,86^{NS}	1,29^{NS}
	F*M	2,16^{NS}	0,39^{NS}	0,41^{NS}	0,17^{NS}
DMS	F	1.588	2.567	0,013	780
	M	2.992	4.834	0.025	1.469
CV (%)		3,92	7,00	6,79	20,45

* ($p<0,05$); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Mello et al. (2007), em trabalho de consorciação de milho com *U. brizantha*, em dois espaçamentos (0,45 m e 0,90 m), e diferentes modalidades de semeadura, também não obtiveram diferenças significativas nos valores de população de plantas de milho. A menor produção de grãos no segundo ano agrícola, mesmo com maior população final de plantas, é explicada pelo déficit hídrico na época de enchimento de grãos (Figura 3), valores que não foram supridos totalmente pela irrigação, pois a lâmina mensal aplicada foi de 90 mm, sendo que a cultura nessa fase a cultura apresentou exigência ao redor de 100 a 110 mm.

Efeitos não significativos também podem ser observados na tabela 59, na qual se compara os valores para população inicial e final de plantas, massa de mil grãos e produção de grãos de milho do milho exclusivo (testemunha) com as diferentes modalidades de semeadura, pelo teste de Dunnett ($p<0,05$). A produção de grãos encontrada no segundo ano agrícola não apresentou diferença significativa ($p<0,05$), discordando dos resultados encontrados por Barducci et al. (2009) e corroborando com os resultados de Leonel et al. (2009), porém com médias menores que o ano anterior, o que é explicado pelas condições climáticas menos favoráveis para o segundo ano agrícola.

Tabela 59. Valores médios obtidos para população inicial - PI e população final - PF (n° de plantas ha^{-1}), massa de cem grãos (MG) e produtividade de grãos – PG no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Tratamentos		PI	PF	MG (g)	PG (kg ha^{-1})
Forrageiras	Modalidades				
U. brizantha	Linha	56.111	51.667	0,243	5.025
U. brizantha	Entrelinha	58.611	50.833	0,232	4.940
U. brizantha	Cobertura	57.222	48.889	0,249	4.747
U. brizantha	Lanço V_4	54.722	49.722	0,227	5.496
*U. ruziziense*s	Linha	56.667	51.111	0,249	5.179
*U. ruziziense*s	Entrelinha	54.722	50.278	0,248	5.590
*U. ruziziense*s	Cobertura	54.167	51.389	0,253	4.757
*U. ruziziense*s	Lanço V_4	55.000	51.389	0,251	6.085
Milho exclusivo		55.278	49.167	0,248	5459
Valor F - Fatorial x Testemunha		0,29 ^{NS}	0,63 ^{NS}	0,24 ^{NS}	0,16 ^{NS}
DMS		4.392	7.096	0,033	2.156
CV (%)		3,92	7,00	6,79	20,45

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras nas colunas não diferem deste pelo Teste de Dunnett (p<0,05).

6.2.4.3 Altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro de colmo, número de espigas, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira

Na Tabela 60, observa-se que para altura de plantas, altura de inserção de primeira espiga e diâmetro de colmo no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura, os tratamentos não promoveram efeito significativo (p<0,05) pelo teste de Tukey. Esses parâmetros fitotécnicos em sua maior parte estão relacionados com as características genéticas do híbrido, sendo que podem sofrer alterações de acordo com as condições de cultivo que são proporcionados.

Tabela 60. Valores médios obtidos para altura de plantas, altura de inserção de primeira espiga e diâmetro de colmo nos sistemas de consorciação de forrageiras com diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Parâmetros Avaliados		
		Altura de planta (m)	Altura de inserção 1ª espiga (m)	Diâmetro de colmo (mm)
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	2,13	1,17	25,3
	U. ruzizienses	2,14	1,18	26,5
Modalidades Semeadura (M)	Linha	2,10	1,17	26,9
	Entrelinha	2,15	1,18	25,7
	Cobertura	2,17	1,19	25,6
	Lanço	2,12	1,17	25,5
Valor de F	F	0,05 ^{NS}	0,56 ^{NS}	2,87 ^{NS}
	M	0,42 ^{NS}	0,26 ^{NS}	0,91 ^{NS}
	F x M	0,19 ^{NS}	0,20 ^{NS}	0,11 ^{NS}
DMS	F	0,11	0,03	1,39
	M	0,20	0,05	2,61
CV (%)		6,88	3,25	7,42

* ($p<0,05$); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Os valores de altura de planta são semelhantes aos encontrados no perimeiro ano agrícola, sendo que atualmente, a menor altura de planta, uma das modificações verificadas na arquitetura das plantas de milho (ALMEIDA et al., 2000), tem sido um caractere desejável entre os produtores de milho por permitir cultivos em maiores densidades (MUNDSTOCK, 1978) e maior eficiência na colheita mecânica, ao mesmo tempo em que reduz problemas relacionados ao acamamento e quebramento de plantas antes do ponto de colheita, comumente evidenciado com plantas de porte elevado. Além disso, segundo Kappes (2010), a menor altura de planta tem permitido maior penetração de luz no dossel (mesmo com alto índice de área foliar) e diminuição de competição intraespecífica por recursos naturais sob altas populações de plantas.

A tabela 61 demonstra a comparação pelo teste de Dunnett ($p<0,05$), do milho exclusivo (testemunha) com os valores de altura de plantas, altura de inserção de primeira espiga e diâmetro de colmo no consórcio de milho com forrageiras em diferentes modalidades, na qual pode-se observar que os valores não diferem significativamente entre si, o que mostra que o milho exclusivo apresenta padrões de resultados semelhantes ao milho consorciado.

Tabela 61. Valores médios obtidos para altura de planta - AP, altura de inserção de primeira espiga – AIE e diâmetro basal do colmo – DC no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Tratamentos		AP (m)	AIE (m)	DC (mm)
Forrageiras	Modalidades			
U. brizantha	Linha	2,11	1,16	26,5
U. brizantha	Entrelinha	2,11	1,17	25,2
U. brizantha	Cobertura	2,17	1,18	24,7
U. brizantha	Lanço V_4	2,11	1,17	24,9
U. ruzizienses	Linha	2,10	1,18	27,3
U. ruzizienses	Entrelinha	2,19	1,19	26,1
U. ruzizienses	Cobertura	2,17	1,19	26,5
U. ruzizienses	Lanço V_4	2,12	1,17	26,1
Milho exclusivo		2,17	1,21	24,7
Valor F - Fatorial x Testemunha		0,21 ^{NS}	2,89 ^{NS}	1,57 ^{NS}
DMS		0,29	0,08	3,84
CV (%)		6,88	3,25	7,42

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras nas colunas não diferem deste pelo Teste de Dunnett ($p<0,05$).

Com relação número de espigas de milho, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura, pode-se observar, na tabela 62, que os tratamentos não promoveram efeito significativo ($p<0,05$) pelo teste de Tukey.

De acordo com Brachtvogel (2008), Furtado (2005), Pinotti (2003) e Lenzi (1992), esses parâmetros fitotécnicos são afetados à medida que se eleva a população de plantas, o que acarreta na diminuição do número de fileiras de grãos. Entretanto, Marchão et al. (2005) obtiveram resultados diferentes, pois os autores chegaram à conclusão que o número de fileiras de grãos por espiga não foi influenciado pelo aumento na densidade populacional. Os referidos autores relacionaram tal resultado ao fato de que o potencial de produção é definido no primeiro estádio de desenvolvimento, quando ocorre o início do processo de diferenciação floral e a formação dos primórdios da espiga, não havendo ainda uma influência significativa da competição por plantas no ambiente, o que provavelmente ocorreu nessa pesquisa.

Tabela 62. Valores médios de número de espigas de milho, número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira nos sistemas de consorciação de forrageiras com diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Atributos Avaliados	
		Número de fileiras/espiga	Número de grãos/fileira
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	16,6	27,1
	U. ruzizienses	16,4	26,8
Modalidades Semeadura (M)	Linha	16,5	27,9 a
	Entrelinha	17,3	26,7 ab
	Cobertura	16,1	25,5 b
	Lanço	16,2	27,5 ab
Valor de F	F	0,11 ^{NS}	0,14 ^{NS}
	M	2,02 ^{NS}	4,04*
	F x M	0,86 ^{NS}	0,35 ^{NS}
DMS	F	0,77	1,56
	M	1,44	2,94
CV (%)		6,38	7,96

* ($p<0,05$); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

O mesmo ocorreu para a comparação do milho exclusivo (testemunha) com os valores obtidos no sistema de consorciação de forrageiras em diferentes modalidades de semeadura, pelo teste de Dunnett ($p<0,05$), conforme a tabela 63. Esses resultados comprovam a teoria descrita anteriormente, ou seja, a consorciação do milho não proporcionou condições adversas que podiam alterar o do número de fileiras, bem como o número de grãos por fileira do híbrido em estudo.

Tabela 63. Valores médios obtidos para número de fileiras – NF e número grãos por fileira – NGF no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Tratamentos		NF	NGF
Forrageiras	Modalidades		
U. brizantha	Linha	16,7	28,1
U. brizantha	Entrelinha	17,7	26,6
U. brizantha	Cobertura	15,8	26,3
U. brizantha	Lanço V_4	16,0	27,3
U. ruzizienses	Linha	16,2	27,7
U. ruzizienses	Entrelinha	16,8	26,8
U. ruzizienses	Cobertura	16,4	24,7
U. ruzizienses	Lanço V_4	16,3	27,8
Milho exclusivo		17,2	27,7
Valor F - Fatorial x Testemunha		$1,62^{NS}$	$0,48^{NS}$
DMS		2,12	4,31
CV (%)		6,38	7,96

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras nas colunas não diferem deste pelo Teste de Dunnett ($p<0,05$).

6.2.4.4 Produção de matéria seca de palhada do milho, matéria seca da palhada de forrageira e matéria seca total de palhada

Para a variável matéria seca de palhada de milho, os resultados demonstram que houve diferença significativa, pelo teste de Tukey ($p<0,05$) para o tratamento forrageira (Tabela 67), proporcionando ao milho maior produção de matéria seca nas áreas com *U. ruzizienses* em relação à *U. brizantha*. Já para a variável matéria seca de palhada de forrageira, houve diferença significativa entre as diferentes modalidades de semeadura, sendo que o milho com *Urochloa* na entrelinha apresentou os maiores valores, diferindo significativamente dos menores valores encontrados no milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro e milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura. Esses resultados demonstram semelhantes aos encontrados no primeiro ano agrícola (Tabela 26), porém a modalidade entrelinha no segundo ano agrícola teve melhores resultados comparado as demais modalidades, provavelmente devido as condições climáticas favoráveis, pois o milho, bem como as forrageiras tiveram maior velocidade de emergência comparado ao ano anterior, permitindo que ambos desenvolvessem suas características originais.

A variável matéria seca total de palhada, que consiste na condição incial para semeadura da soja e avaliação do desempenho operacional, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos, o que é uma característica muito importante para interpretação dos parâmetros operacionais do conjunto trator-semeadora. Os valores de matéria seca tota de palhada encontra-se acima do recomendado por Lovato et al. (2004) e Nicoloso et al. (2006), e próximo ao ideal conforme Amado (2000), fazendo com que a utilização de forrageiras no sistema de produção agrícola por meio da integração lavoura-pecuária, permita que alcance os padrões necessários para que o SPD tenha condição suficiente para tornar-se estável e sustentável.

Tabela 64. Valores médios obtidos para matéria seca de palhada do milho, matéria seca de forrageira e matéria seca total de palhada no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Causas de Variação		Parâmetros Avaliados		
		Matéria Seca do Milho (kg ha^{-1})	Matéria Seca *Urochloa* (kg ha^{-1})	Massa Seca Total de Palhada (kg ha^{-1})
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	7.222 b	3.954	11.177
	U. ruzizienses	8.015 a	3.856	11.871
Modalidades Semeadura (M)	Linha	7.941	3.919 ab	11.860
	Entrelinha	6.912	5.408 a	12.320
	Cobertura	7.870	3.525 b	11.395
	Lanço	7.751	2.769 b	10.519
Valor de F	F	5,82*****	0,05 ^{NS}	0,99^{NS}
	M	2,11^{NS}	5,57*	1,22 ^{NS}
	F*M	1,90 ^{NS}	0,80	0,60 ^{NS}
DMS	F	678	965	1.430
	M	1.280	1.818	2.693
CV (%)		12,05	38,31	17,62

* ($p<0,05$); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Na comparação do milho exclusivo (testemunha) pelo teste de Dunnett ($p<0,05$), com as demais modalidades de semeadura, conforme a Tabela 65, para os valores de matéria seca de palhada do milho, matéria seca de palhada das forrageiras e matéria seca total de palhada, houve efeito significativo para os dois últimos. Em MSF, a comparação do milho sem consórcio proporcionou valores iguais

ao tratamento com *U. ruzizienses* semeada à lanço no estádio V_4 do milho, sendo que as demais modalidades apresentaram resultados significativamente superiores.

Já para MST, para a *U. brizantha* o maior valor de matéria seca foi proporcionado no consórcio do milho com *Urochloa* na entrelinha; entretanto, para a *U. ruzizienses,* o maior valor foi no milho com *Urochloa* na linha de semeadura, diferindo estatisticamente das demais modalidades para essa forrageira. Esses resultados explicam como ocorre a competição das forrageiras quando submetidas às diferentes modalidades, porém com resultados positivos no que se refere a cobertura do solo, discordando de Torres et al. (2008), que cultivaram plantas de cobertura antes da safra e na safrinha, no Cerrado, e observaram que, com exceção do milheto (*Pennisetum glaucum*), as demais espécies não atingiram acúmulo satisfatório de palhada.

Tabela 65. Valores médios obtidos para matéria seca de palhada do milho – MSM, matéria seca de palhada das forrageiras – MSF e matéria seca total de palhada – MS no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Tratamentos		MSM (kg ha^{-1})	MSF (kg ha^{-1})	MST (kg ha^{-1})
Forrageiras	Modalidades			
U. brizantha	Linha	7.209	3.553 a	10.732 b
U. brizantha	Entrelinha	6.713	5.669 a	12.382 a
U. brizantha	Cobertura	8.020	3.330 a	11.349 b
U. brizantha	Lanço V_4	6.948	3.296 a	10.244 b
U. ruzizienses	Linha	8.673	4.315 a	12.988 a
U. ruzizienses	Entrelinha	7.112	5.147 a	12.559 b
U. ruzizienses	Cobertura	7.721	3.720 a	11.441 b
U. ruzizienses	Lanço V_4	8.554	2.240 b	10.794 b
Milho exclusivo		8.408	0 b	8.408 b
Valor F - Fatorial x Testemunha		$2,57^{NS}$	30,67*	8,90*
DMS		1.878	2.668	3.953
CV (%)		12,05	38,31	17,62

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras nas colunas não diferem deste pelo Teste de Dunnett ($p<0,05$).

6.2.4.5 Cobertura do solo

Na tabela 66 encontran-se os resultados da estatística comparando os valores médios obtidos para porcentagem de cobertura do solo após a semeadura

da soja sobre palhadas de milho consorciados com forrageiras. Os resultados demonstram que aos 7, 14, e 21 dias não apresentaram diferenças significativas (p<0,05), mantendo alta porcentagem de cobertura do solo mesmo após 21 dias, concordando com Machado et al. (2010) e com os resultados semelhantes aos encontrados no primeiro ano agrícola. Para os resultados avaliados aos 28 dias, houve interação significativa dos tratamentos forrageiras e modalidades de semeadura.

Tabela 66. Valores médios obtidos para os valores de porcentagem de cobertura do solo após a semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com forrageiras.

Causas de Variação		Cobertura do solo (%)			
		7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	65,34	71,97	71,40	77,27
	U. ruzizienses	67,42	67,04	64,01	71,78
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	66,67	69,70	69,32	74,62
	Entrelinha	62,50	73,11	70,45	73,48
	Cobertura	70,45	72,35	70,83	81,06
	Lanço	65,90	62,88	60,23	68,93
Valor de F	F	0,15^{NS}	1,00^{NS}	2,18^{NS}	2,43^{NS}
	M	0,37^{NS}	0,89^{NS}	1,00^{NS}	2,01^{NS}
	F*M	2,08^{NS}	2,03^{NS}	2,81^{NS}	3,44*
DMS	F	11,00	10,16	10,33	7,24
	M	20,77	19,18	19,52	13,63
CV (%)		22,77	19,89	21,08	13,41

* (p<0,05); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,05).

No desdobramento de porcentagem de cobertura aos 28 dias após semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com forrageiras pode-se observar, de acordo com a tabela 67, que para o milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura, a semeadura da soja sobre palhada de *U. brizantha* comparada a *U. ruzizienses* nessa modalidade, proporcionou maior manutenção da cobertura do solo, mesmo aos 28 dias após a semeadura da soja. Avaliando a *U. ruzizienses* dentro das modalidades de semeadura, constata-se que o milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro foi o que promoveu maior porcentagem de cobertura do solo, diferindo

significativamente do milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura, com menor cobertura.

Tabela 67. Valores médios obtidos do desdobramento de porcentagem de cobertura aos 28 dias após semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com forrageiras.

Causas de Variação		Forrageira (F) %	
		U. brizantha	*U. ruzizienses*
Modalidade (M)	Linha	75,00 Aa	74,24 Aab
	Entrelinha	75,01 Aa	71,97 Aab
	Cultivo	78,03 Aa	84,09 Aa
	Lanço	81,06 Aa	56,82 Bb
DMS	M	14,47	
	F	19,27	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre sim pelo teste de Tukey para um nível de 5% de probabilidade.

A tabela 68 demonstra a comparação do milho exclusivo (testemunha) com os valores obtidos para porcentagem de cobertura do solo após a semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com forrageiras, na qual pode-se observar que os valores não diferem significativamente entre si ($p<0,05$), o que revela que o milho exclusivo apresenta condições de cobertura satisfatórias, porém quantidade de matéria seca total diferente de alguns tratamentos, conforme relatado na Tabela 65. A porcentagem de cobertura por si só, não pode ser considerada um parâmetro de melhoria das condições físicas e químicas do solo, mas demonstra a homogeneidade de distribuição da palhada sobre o solo.

Podemos observar que mesmo aos 28 dias após a semeadura da soja, o solo manteve em média 75% de cobertura, o que demontra a longevidade da palhada produzida devido à alta relação C/N das forrageiras e do milho associadas ao altor teor de celulose e hemicelulose, o que afeta diretamente a velocidade de decomposição da palhada pelos microorganismos do solo.

Tabela 68. Valores médios obtidos para porcentagem de cobertura do solo após a semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com forrageiras avaliados sob os tratamentos de consórcio de milho com forrageiras e no milho exclusivo.

Tratamentos		Cobertura do solo (%)			
Forrageiras	Modalidades	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias
U. brizantha	Linha	67,42	73,48	73,48	75,00
U. brizantha	Entrelinha	55,30	75,00	75,00	75,01
U. brizantha	Cobertura	63,63	65,91	63,64	78,03
U. brizantha	Lanço V_4	75,00	73,48	73,48	81,10
U. ruzizienses	Linha	65,90	65,90	65,15	74,24
U. ruzizienses	Entrelinha	69,70	71,21	65,91	71,97
U. ruzizienses	Cobertura	77,27	78,79	78,03	84,10
U. ruzizienses	Lanço V_4	56,81	52,27	46,97	56,80
Milho exclusivo		64,39	73,48	62,88	72,73
Valor F – Fat. x Test.		0,06 ^{NS}	0,29 ^{NS}	0,43 ^{NS}	0,11 ^{NS}
DMS		30,46	28,14	28,63	20,00
CV (%)		22,77	19,89	21,08	13,41

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras nas colunas não diferem deste pelo Teste de Dunnett (p<0,05).

De acordo com a Figura 20, o gráfico a) representa o comportamento da cobertura do solo pelas forrageiras semeadas na linha do milho. Pode-se verificar maior cobertura do solo proporcionada pela *U*. *brizantha* com ajuste para equação exponencial, com coeficiente de determinação r^2=0,87, iniciando com 75% de cobertura e após 28 dias, mantendo ainda 70%. Já a *U*. *ruzizienses* com r^2=0,9 e ajuste de equação logaritima, foi a forrageira que dentro dessa modalidade de semeadura promoveu menor cobertura do solo, iniciando com 75% e aos 28 dias apresentou 65% de cobertura, aproximadamente. Esse resultado demonstra que para o milho com *Urochloa* na linha de semeadura a *U. ruzizienses* não se adapta de maneira significativa.

A cobertura do solo proveniente do consórcio de milho com *Urochloa* na entrelinha está apresentada no gráfico b), sendo que a maior porcentagem de matéria seca residual foi encontrada no tratamento com *U. ruziziensis* com ajuste linear e com r^2=0,60. Esse resultado explica que nessa modalidade de semeadura a *U. ruzizienses* desenvolve facilmente seu potencial, com valores inciais de 80% de cobertura terminando aos 28 dias com 80%, o que mostra a longevidade da proteção do solo. Os valores da *U. brizantha* ficaram semelhantes aos da

testemunha, com ajuste exponencial para ambos e com com coeficientes de determinação de 0,88 e 0,89, respectivamente.

Para o milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação de cobertura no estádio V_4, os resultados apresentados no gráfico c) demonstram que a *U. brizantha* proporcionou maiores valores comparados a *U. ruzizienses*, sendo ambas maiores que os valores encontrados para testemunha. As duas forrageiras apresentaram ajustes logarítimos para equação do gráfico com coeficiente de determinação de 0,88 e 0,92. Já para o milho com *Urochloa* à lanço na época de adubação de cobertura ocorreu maiores valores de porcentagem de cobertura para a *U. brizantha*, muito próximo do tratamento testemunha de acordo com o gráfico d), sendo que a *U. ruzizienses* foi a que proporcionou menor cobertura do solo, começando com 55% e terminando com aproximadamente 45%, com ajuste logarítimo para *U. brizantha* e exponencial para *U. ruzizienses.*

Os resultados demostram que a produção de matéria seca residual é influenciada de acordo com a modalidade de consórcio que as forrageiras são submetidas, porém independentemente da modalidade, todos os tratamentos proporcionaram pequeno decréscimo comparado aos valores iniciais, o que comprova a longevidade da palhada produzida por essas forrageiras. De maneira geral, as forrageiras acumulam maior quantidade de carbono que as culturas agrícolas, cuja fitomassa se mostra, muitas vezes, insuficiente para a manutenção da cobertura do solo (CARVALHO, 2007; EMBRAPA 2009; MACEDO, 2009), o que justifica a utilização do consórcio com as culturas de interesse agrícola para que além de aumentar a fitomassa, aumenta a longevidade sobre o solo. As plantas de cobertura, principalmente as gramíneas, integradas de forma planejada no sistema de rotação de culturas, proporcionam alto potencial de produção de fitomassa, de elevada relação C/N, garantindo a cobertura do solo por um período mais longo (BORGHI, CRUSCIOL e COSTA, 2006).

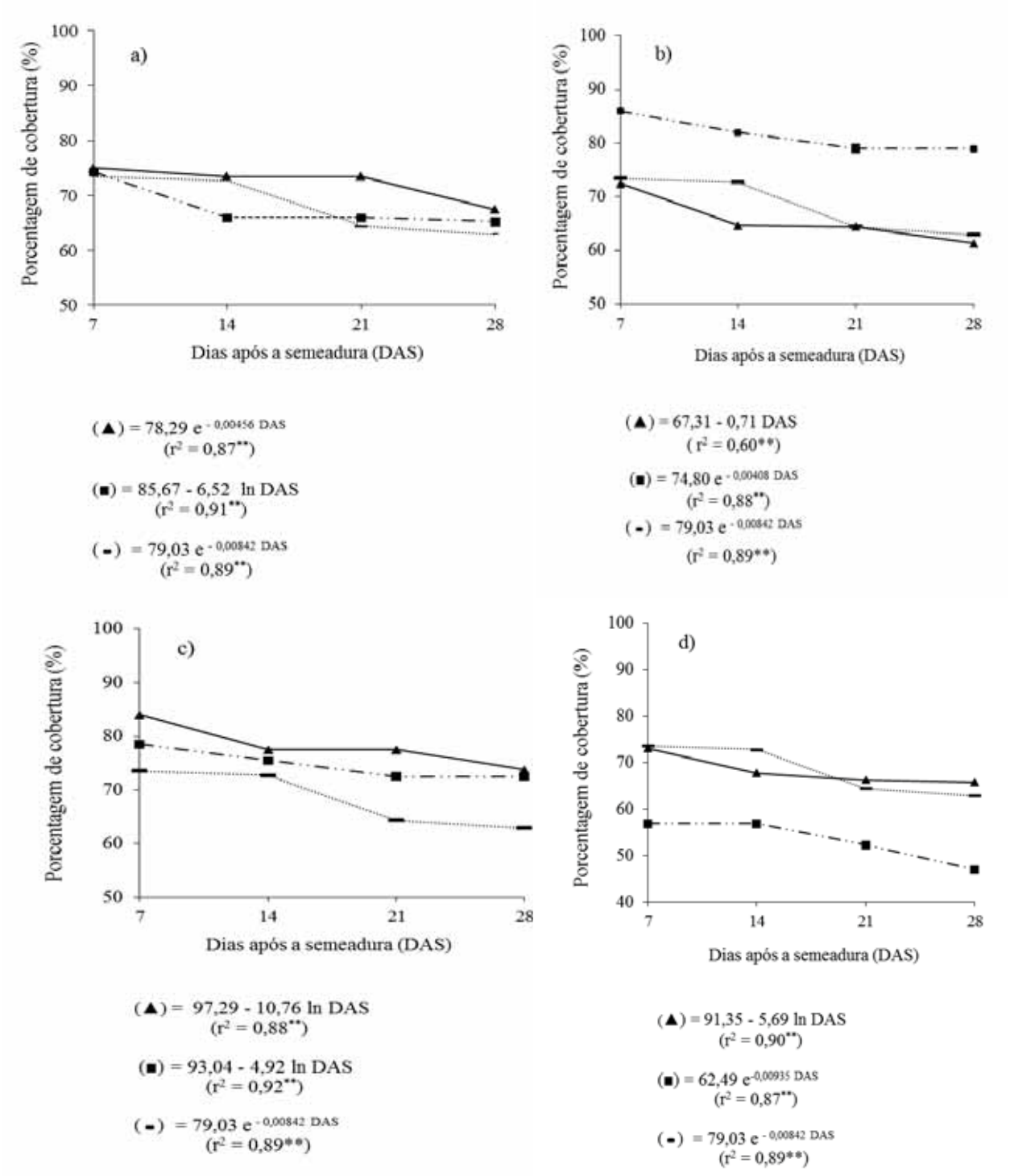


Figura 18. Porcentagem de cobertura do Solo após semeadura de soja sobre palhada de milho consorciado com *Urochoas* em diferentes modalidades de semeadura. a) Massa seca residual de MFL; b) Massa seca residual de MFE; c) Massa seca residual de MFC; d) Massa seca residual de MFLA. (▲) *U. brizantha;* (■) *U. Ruzizienses* e (-) Testemunha.

6.2.5 Avaliações na cultura da Soja

6.2.5.1 População final, produção de grãos e matéria seca de palhada da soja

A Tabela 69 demonstra os resultados de população final de plantas, produção de grãos e de matéria seca de palhada da soja semeada sobre palhada de milho consorciado com forrageiras semeadas em diferentes modalidades. Dentre os parâmetros avaliados, pode-se observar que houve diferença significativa ($p<0,05$) apenas para a população final de plantas, dentro das modalidades avaliadas, sendo que a palhada produzida pelo milho com *Urochloa* na entrelinha proporcionou maior população final de plantas, diferindo significativamente dos menores valores encontrados milho com *Urochloa* na linha de semeadura.

Tabela 69. Valores médios de população final, produção de grãos e de massa seca de palhada de soja sobre palhada de milho consorciado com forrageiras semeadas em diferentes modalidades.

Causas de Variação		Parâmetros Avaliados		
		População final (Plantas ha^{-1})	Produção de grãos (kg ha^{-1})	Matéria Seca de palhada da Soja (kg ha^{-1})
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	131.778	4.557	4.142
	U. ruzizienses	148.889	4.327	4.002
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	123.111 b	4.408	3.859
	Entrelinha	157.333 a	4.813	4.455
	Cobertura	148.889 ab	4.386	4.100
	Lanço	132.000 ab	4.160	3.874
Valor de F	F	$3,86^{NS}$	$1,42^{NS}$	$0,48^{NS}$
	M	$3,20^{*}$	$1,99^{NS}$	$1,93^{NS}$
	F x M	$0,63^{NS}$	$0,31^{NS}$	$1,45^{NS}$
DMS	F	17.878	397	413
	M	33.673	749	780
CV (%)		17,35	12,30	14,0

* ($p<0,05$); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

A possível explicação é o maior aporte de palhada produzido no MFE (Tabela 64), o que favorece o desenvolvimento inicial das plântulas, e permite maior longevidade das mesmas até o final do ciclo da cultura, provavelmente pelo controle da amplitute térmica no solo, retenção de maior teor de água, controle de plantas

invasoras e maior liberação de nutrientes pelos compostos biogeoquímicos produzidos pela decomposição da palhada.

De forma geral os valores de população de plantas estão abaixo dos pré-estabelecidos, que foram de aproximadamente 267 mil plantas, representando uma porcentagem de sobrevivência média de 55%, o que não é considerada adequada do ponto de agronômico. Silva et al. (2010), trabalhando com densidade populacional de 288 mil plantas e com 155 mil plantas para cultivar valiosa, obtiveram maior produção para a primeira população, sendo que mesmo assim foram inferiores aos encontrados nessa pesquisa. Diante disso, verifica-se que a produção de grãos foi superior aos valores encontrados na média regional para lavoura de alta tecnologia segundo (KLUTHCOUSKI et al., 2000; PORTELA e COBUCCI, 2003), além de serem superiores aos resultados encontrados no primeiro ano agrícola, fato justificado pela capacidade que essa cultivar de soja apresenta quando sujeita a variação no arranjo espacial de plantas, variando o número de ramificações, de vagens e grãos por planta e o diâmetro do caule, de forma inversamente proporcional à variação na população de plantas.

De acordo com Silva et al. (2010), as cultivares de porte alto e de ciclo longo requer populações menores e a altura de planta, o fechamento das entrelinhas e o acamamento das plantas, são influenciados pelos fatores que condicionam o crescimento das plantas, ou seja, local (clima), ano, época de semeadura, cultivar e fertilidade do solo. Portanto, estes são os fatores que definem a resposta da soja à variação na população de plantas, apresentado valores de matéria seca de palhada 15% superiores aos dos primeiro ano agrícola, o que demosntra a alta adaptabilidade desta cultivar quando sujeita a condições incomuns.

De acordo com Lima (2001), avaliando a soja em função da cobertura vegetal e da calagem superficial ressaltou que, pela análise de variância, o número de plantas de soja formadoras do estande final não foi influenciado significativamente pela cobertura vegetal e calagem superficial, entretanto, pelo teste de comparação de médias houve diferenças significativas entre as coberturas vegetais, destacando-se o milheto responsável pela maior população final e o painço pelo menor, concordando com o presente trabalho, que dentre as forrageiras utilizadas nos

consórcios com milho, apresentaram diferença significativa para os valores de população final deplantas de soja semeadas em sucessão.

A comparação do milho exclusivo (testemunha) com os valores obtidos para população final de plantas, produção de grãos e matéria seca de palhada de soja não apresentaram diferenças significativas pelo teste de Dunnett (p<0,05), como pode ser observado na Tabela 73.

Tabela 70. Valores médios obtidos para população final de milho - PF, produtividade de grãos – PG e matéria seca de palhada da soja – MSS no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Tratamentos		PF (n° plantas ha^{-1})	PG (kg ha^{-1})	MSS (kg ha^{-1})
Forrageiras	Modalidades			
U. brizantha	Linha	110.222	4.377	3.706
U. brizantha	Entrelinha	159.111	4.993	4.671
U. brizantha	Cobertura	136.889	4.486	3.984
U. brizantha	Lanço V_4	120.889	4.371	4.204
U. ruzizienses	Linha	136.000	4.438	4.013
U. ruzizienses	Entrelinha	155.556	4.633	4.239
U. ruzizienses	Cobertura	160.889	4.288	4.216
U. ruzizienses	Lanço V_4	143.111	3.950	3.543
Milho exclusivo		154.667	4.211	3.805
Valor F - Fatorial x Testemunha		1,20 ^{NS}	0,64 ^{NS}	0,79 ^{NS}
DMS		49.425	1.098	1.144
CV (%)		17,35	12.30	14.0

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) e sem letras nas colunas não diferem deste pelo Teste de Dunnett (p<0,05).

6.2.5.2 Altura de planta, altura de inserção de 1ª vagem e número de vagens por planta

Os parâmetros fitotécncios altura de planta, altura de inserção de primeira vagem e número de vagens por planta para a cultura da soja (Tabela 71), não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos pelo teste de Tukey (p<0,05). Os resultados para altura de inserção de primeira vagem estão de acordo com os encontrados no primeiro ano agrícola e também próximo ao limite ideal proposta por Mello (1988) e Peixoto e Souza (2002), que consideram ideais valores próximos a 0,15 e 0,20 m. Os resultados encontrados para o numero de vagens por

planta foram aproximadamente três vezes superior ao ano anterior, o que demosntra a capacidade de adaptação e modificações genéticas ao ambiente e mudanças na distribuição espacial de plantas. A soja é umas das culturas que melhor se adapta ao SPD e é a principal cultura para compor os sistemas de rotação lavoura-pastagem, pois além das vantagens econômicas é excelente fixadora de nitrogênio (KLUTHCOUSKI e STONE, 2003), de modo que, o bom desempenho da soja em áreas anteriormente cobertas por *Urochloas*s pode ser devido, dentre outros fatores, ao melhor enraizamento da planta (PITOL, GOMES e ERBES, 2001).

Tabela 71. 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		Atributos Avaliados		
		Altura de planta (m)	Altura de inserção 1ª vagem (m)	Número de vagens/planta
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	0,79	0,13	137,2
	U. ruzizienses	0,84	0,15	137,0
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	0,83	0,14	123,4
	Entrelinha	0,80	0,15	147,2
	Cobertura	0,82	0,14	135,4
	Lanço	0,82	0,14	142,2
Valor de F	F	1,42 NS	3,98 NS	0,05 NS
	M	0,16 NS	0,93 NS	1,07 NS
	F x M	0,03 NS	0,98 NS	0,78 NS
DMS	F	0,08	0,01	20,54
	M	0,14	0,02	38,80
CV (%)		12,97	12,78	20,84

* ($p<0,05$); NS (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Ainda com relação a altura de plantas de soja, altura de inserção de primeira vagem e número de vagens por planta, na análise comparativa do milho exclusivo (testemunha) com os demais tratamentos, observa-se, na Tabela 72, que não houve diferença significativa pelo teste de Dunnett ($p<0,05$). Carvalho et al. (2004) também não encontraram diferenças para população final de plantas, altura de plantas e inserção da primeira vagem na avaliação da soja em sucessão a adubos verdes (mucuna preta, guandu, crotálaria juncea e milheto) em plantio direto e convencional,

e concluíram que o cultivo de adubos verdes não influencia a produção da soja em sucessão, tanto quando deixados sobre o solo, em plantio direto, como incorporados no sistema de preparo convencional do solo. A altura de inserção da primeira vagem de soja é uma característica agronômica importante na operação de colheita mecanizada dos grãos (MEDINA, 1994), parâmetro fitotécnico fundamental para diminuir as perdas naturais e perdas na colheita.

Tabela 72. Valores médios obtidos para altura de plantas – AP, altura de inserção de primeira vagem – AIV e número de vagens por planta – NV no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Tratamentos		AP	AIV	NV
Forrageiras	Modalidades	(m)	(m)	
U. brizantha	Linha	0,82	0,12	127,5
U. brizantha	Entrelinha	0,77	0,14	140,6
U. brizantha	Cobertura	0,79	0,15	146,0
U. brizantha	Lanço V_4	0,80	0,13	134,6
*U. ruziziense*s	Linha	0,85	0,15	119,4
*U. ruziziense*s	Entrelinha	0,83	0,16	153,9
*U. ruziziense*s	Cobertura	0,84	0,14	124,8
*U. ruziziense*s	Lanço V_4	0,83	0,14	149,8
Milho exclusivo		0,80	0,15	118,2
Valor F - Fatorial x Testemunha		0,05 ^{NS}	1,40 ^{NS}	1,61 ^{NS}
DMS		0,21	0,03	56,9
CV (%)		12,97	12,78	20,84

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras nas colunas não diferem deste pelo Teste de Dunnett (p<0,05).

6.2.6 Desempenho operacional: Semeadura de soja sobre palhada do sistema de consórcio de milho com *Urochloa*

Os resultados demonstram que a operação de semeadura da soja sobre as palhadas do consórcio de milho com forrageira apresentou efeito significativo (p<0,05) apenas para a variável força de tração média dentro das diferentes modalidades de semeadura (Tabela 73), com o maior valor obtido para o milho com *Urochloa* na entrelinha semeada na época de adubação do primeiro e o menor valor em milho com *Urochloa* na entrelinha, sendo essa última modalidade a que produziu maior quantidade de matéria seca residual no segundo ano agrícola (Tabela 64).

Tabela 73. Valores médios obtidos para velocidade de semeadura, patinagem das rodas dianteiras e rodas traseiras, força de tração média e potência média na barra de tração na operação de semeadura da soja sobre palhadas de milho consorciados com forrageiras.

Causas de Variação		Velocidade (km h^{-1})	Patinagem (%)		FT Média (kN)	PB Média (kW)
			PRD	PRT		
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	3,52	11,67	7,40	23,92	23,38
	U. ruzizienses	3,53	11,33	7,94	22,03	21,59
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	3,57	12,11	7,81	21,24 ab	21,02
	Entrelinha	3,54	11,01	7,00	20,97 b	20,52
	Cobertura	3,48	11,33	8,27	25,42 a	24,55
	Lanço	3,52	11,55	7,61	24,26 ab	23,85
Valor de F	F	0,06 ^{NS}	0,15 ^{NS}	2,26 ^{NS}	2,35 ^{NS}	22,23 ^{NS}
	M	0,54 ^{NS}	0,29 ^{NS}	2,16 ^{NS}	3,23*	2,81 ^{NS}
	F*M	1,20 ^{NS}	2,65 ^{NS}	0,95 ^{NS}	0,91 ^{NS}	1,22 ^{NS}
DMS	F	0,10	1,77	0,74	2,54	2,48
	M	0,19	3,40	1,40	4,44	4,68
CV (%)		4,07	21,16	13,23	15,22	15,19

* ($p<0,05$); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Apesar da matéria seca total de palhada não apresentar diferença significativa, os resultados revelam que nas áreas com maior quantidade palhada produzida pelas forrageiras em consórcio, proporcionaram menor demanda energética, o que é atribuído a melhoria das condições físicas do solo pela decomposição do sistema radicular das forrageiras. A força necessária para tracionar uma ferramenta de preparo no solo advém do somatório de forças resultantes da passagem do sulcador através do solo, com corte, quebra, deslocamento de solo e atrito solo-hastes (HEMMAT e ADAMCHUK, 2008), o que nessa pesquisa, os tratamentos com maior teor de palhada provenientes das *Urochloas* favoreceram com menor demanda energética do conjunto trator-semeadora.

Os valores de patinagem encontrados estão abaixo dos encontrados no primeiro ano agrícola e próximo aos valores sugeridos pela ASABE (2006) que recomenda, para obtenção de máxima eficiência de tração, patinagem de 8 a 10% em solos não mobilizados, e de 11 a 13% em solos mobilizados. A potência média da barra de tração não sofreu alterações significativas ($p<0,05$), explicada pela utilização da mesma velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora e

mesma rotação nominal no motor, pois é calculada pelo produto da velocidade pela força.

Segundo Garcia et al. (2006), é importante conhecer a capacidade da máquina, a fim de selecionar potência e os equipamentos que desempenharão as operações agrícolas em tempo hábil, evitando-se, desta forma, custos adicionais com máquinas superdimensionadas, que são comuns em propriedades agrícolas. O desempenho de máquinas agrícolas é importante para a correta execução das operações, dentre elas, a semeadura direta (CORTEZ et al., 2005). Os mesmos autores afirmam que o uso de culturas de cobertura (milheto e sorgo) não afetaram o desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora.

Ainda com relação ao desempenho operacional, na análise comparativa do milho exclusivo (testemunha) com os demais tratamentos, para a variável velocidade de semeadura, patinagem dos rodados dianteiro e traseiro, força de tração e potência média na barra de tração (Tabela 74), não apresentaram diferenças significativas, pelo teste de Dunnett ($p<0,05$).

Tabela 74. Valores médios obtidos para velocidade de semeadura – V, patinagem em porcentagem dos rodados dianteiro (PRD) e traseiro (PRT), força de tração média – FT e potência média na barra de tração – PB no sistema de consorciação de forrageiras com milho em diferentes modalidades de semeadura.

Tratamentos		V	PRD	PRT	FT	PB
Forrageiras	Modalidades	(km h^{-1})	(%)	(%)	(kN)	(kW)
U. brizantha	Linha	3,63	10,35	7,23	21,61	21,79
U. brizantha	Entrelinha	3,54	12,59	7,23	23,13	22,66
U. brizantha	Cobertura	3,47	11,69	7,92	27,08	26,13
U. brizantha	Lanço V_4	3,45	12,03	7,22	23,85	22,94
U. ruzizienses	Linha	3,50	13,87	8,39	20,87	20,26
U. ruzizienses	Entrelinha	3,55	9,44	6,76	18,81	18,38
U. ruzizienses	Cobertura	3,48	10,97	8,61	23,77	22,97
U. ruzizienses	Lanço V_4	3,60	11,07	8,00	24,67	24,75
Milho exclusivo		3,42	10,97	7,92	22,23	21,20
Valor F – Fat. x Test.		1,92 ^{NS}	0,17 ^{NS}	0,22 ^{NS}	0,16 ^{NS}	0,51 ^{NS}
DMS		0,29	4,90	2,06	7,04	6,86
CV (%)		4,07	21,16	13,23	15,22	15,19

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras nas colunas não diferem deste pelo Teste de Dunnett ($p<0,05$).

Para os valores de consumo de combustível horário, consumo por área, consumo de energia, capacidade de campo operacional e capacidade de campo efetiva (Tabela 75), não apresentaram diferença significativa ($p<0,05$), provavelmente devido à utilização da mesma marcha de trabalho e rotação no motor, bem como homogeneidade da distribuição de palhada na superfície do solo associada à melhoria das características físicas.

O desempenho operacional e energético das máquinas semeadoras-adubadoras segundo Mahl (2006) é avaliado pela capacidade de campo efetiva, demanda de força de tração e de potência, consumo de combustível e patinagem das rodas motrizes. O consumo de energia nas operações agrícola pode variar de acordo com o tipo de solo, a condição de cobertura, o sistema de semeadura adotado e o maquinário (SILVEIRA, 2008), sendo que nessa pesquisa não foi alterado de acordo com as forrageiras e as diferentes modalidades utilizadas.

Tabela 75. Valores médios obtidos para consumo de combustível horário – CH, consumo por área – CHA, consumo de energia – CE, capacidade de campo efetiva – CCE e capacidade de campo operacional avaliados sob os tratamentos de consórcio de milho com forrageiras e no milho exclusivo.

.Causas de Variação		CH ($L\ h^{-1}$)	CHA ($L\ ha^{-1}$)	CE ($kW\ h\ ha^{-1}$)	CCe ($ha\ h^{-1}$)	CCo ($ha\ h^{-1}$)
Forrageiras (F)	*U. brizantha*	15,2	16,3	28,12	1,10	0,83
	U. ruzizienses	15,0	16,2	25,90	1,11	0,84
Modalidades Semeaduras (M)	Linha	15,1	16,6	24,97	1,12	0,84
	Entrelinha	15,2	16,2	24,65	1,11	0,84
	Cobertura	15,0	16,1	29,89	1,10	0,82
	Lanço	15,1	16,2	28,52	1,11	0,83
Valor de F	F	0,38 ^{NS}	0,13 ^{NS}	0,90 ^{NS}	0,06 ^{NS}	0,05 ^{NS}
	M	0,07 ^{NS}	0,66 ^{NS}	1,25 ^{NS}	0,61 ^{NS}	0,61 ^{NS}
	F*M	0,06 ^{NS}	0,08 ^{NS}	0,35 ^{NS}	1,35 ^{NS}	1,35 ^{NS}
DMS	F	0,58	0,08	4,78	0,03	0,02
	M	1,09	0,16	9,00	0,06	0,04
CV (%)		5,28	7,06	24,49	3,83	3,83

* ($p<0,05$); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

A comparação do milho exclusivo (testemunha) com os valores obtidos para consumo de combustível horário, consumo por área, consumo de energia, capacidade de campo operacional e capacidade de campo efetiva, avaliados sob os

tratamentos de consórcio de milho com forrageiras (Tabela 76), não apresentaram diferença significativa pelo teste de Dunnett ($p<0,05$). Conforme Allen et al. (2007) e Franzluebbers (2007), os resultados desse sistema refletem os avanços nos aspectos de tecnologia, gestão, produtividade e incremento de lucratividade. De acordo com Sulc e Tracy (2007) e Maughan et al. (2009), ainda há necessidade de financiamentos para novas pesquisas com o intuito de abordar melhor as consequências da integração agricultura-pecuária no complexo socioeconômico-ambiental.

Tabela 76. Valores médios obtidos para consumo de combustível horário – CH, consumo por área – CHA, consumo de energia – CE, capacidade de campo efetiva – CCE e capacidade de campo operacional avaliados sob os tratamentos de consórcio de milho com forrageiras e no milho exclusivo.

Tratamentos		CH	CHA	CE	CCe	CCo
Forrageiras	Modalidades	(L h^{-1})	(L ha^{-1})	(kW h ha^{-1})	(ha h^{-1})	(ha h^{-1})
U. brizantha	Linha	15,21	16,7	25,41	1,14	0,86
U. brizantha	Entrelinha	15,22	16,1	27,19	1,11	0,83
U. brizantha	Cobertura	15,10	16,3	31,84	1,10	0,82
U. brizantha	Lanço V_4	15,30	16,4	28,04	1,08	0,81
U. ruzizienses	Linha	15,10	16,5	24,53	1,10	0,83
U. ruzizienses	Entrelinha	15,16	16,3	22,11	1,12	0,84
U. ruzizienses	Cobertura	14,94	16,0	27,94	1,10	0,82
U. ruzizienses	Lanço V_4	14,92	16,1	29,00	1,13	0,85
Milho exclusivo		14,89	16,0,	26,14	1,08	0,81
Valor F – Fat. x Test.		0,28 ^{NS}	0,34 ^{NS}	0,06 ^{NS}	2,17 ^{NS}	2,17 ^{NS}
DMS		1,60	1,,53	13,22	0,08	0,06
CV (%)		5,28	7,06	24,49	3,83	3,83

^{NS}(não significativo). Médias com a mesma letra do Milho exclusivo (testemunha) ou sem letras nas colunas não diferem deste pelo Teste de Dunnett ($p<0,05$).

Esses resultados mostram a importância da presença de palhada na superfície, pois independente da finalidade da integração lavoura-pecuária, seja ela para produção de palhada para manutenção do aporte anual exigido pelo SPD ou para pastejo animal, mesmo exigindo maior demanda energética do conjunto trator-semeadora, não afetam os demais parâmetro operacionais. Outro aspecto relevante é a melhoria da estrutura física do solo, aumento dos teores de cátions trocáveis na solução, proporcionando o aumento direto na produção de grãos, como observado

no primeiro ano agrícola para cultura do milho, além de manter homogênea a capacidade de campo operacional e o consumo volumétrico.

Vale ressaltar também a importância de se avaliar o sistema como um todo, com um planejamento de sucessão/rotação de culturas adequado para garantir a sustentabilidade do SPD e integrar sistemas que envolvam lavoura e pecuária (PARIZ et al., 2009).

7. CONCLUSÕES

A consorciação e a sequência de culturas praticadas proporcionaram aumento na macroporosidade, microporosidade e porosidade total do solo, com redução significativa da densidade do solo ao longo dos anos agrícolas;

O consórcio de milho com *Urochloas ruzizienses* proporciona condições suficientes para aumento de alguns atributos químicos do solo;

A maior produção de matéria seca total de palhada foi para o milho com forrageira na entrelinha, que também proporcionou maior produção de grãos de milho, porém com maior demanda energética do conjunto trator-semeadora no primeiro ano agrícola;

A cultura da soja em sucessão ao consórcio de milho com forrageiras não sofreu influência da cobertura vegetal, apresentando produtividade de grãos semelhante à obtida para o milho exclusivo;

O maior aporte de palhada produzido pelo consórcio não afetou o consumo volumétrico e operacional de combustível, bem como a capacidade de campo efetiva e operacional do conjunto trator-semeadora;

É recomendada a utilização da *Urochloa ruzizienses* consorciada com milho no estádio V_4 devido a melhor produção de massa de matéria seca e maior produção de grãos de milho.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sabe-se que a cada ano que passa aumenta a demanda por bioenergia e alimentos, e que é necessário suprir essa demanda sem afetar so sistemas de produção agrícola. Portanto, o objetivo é potencializar o uso e manejo do solo, com intuito de suprir as necessidades energéticas do mundo moderno.

Algumas das opções para atenuar essa exigência é o uso da integração lavoura-pecuária, principalmente nas áreas marginais de produção agrícola, com a finalidade de recuperação de áreas degradas, com aumento do carbono orgânico no solo e redução da emissão de gases de efeito estufa para atmosfera.

Outras alternativas, tais como a implantação das forrageiras em consórcio com a cultura principal por meio da sobressemeadura à lanço, como por exemplo na cultura da soja, também é uma tecnologia que promove o aumento do aporte de palha e ocupação do solo no período de vazio sanitário, tornando-o menos susceptível aos intempéries climáticos.

Por fim, o grande desafio é a exploração da área nordeste do Brasil, com o uso da tecnologia da integração lavoura-pecuária para o desenvolvimento da agricultura sustentável e aumento da produtividade brasileira, principalmente nas áreas mais secas, sendo que para isso será necessário à integração de conhecimentos para acelerar o processo de desenvolvimento dos sistemas de procução.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ADDISCOTT, T.M. Entropy and sustainability. **European Journal of Soil Scienses**., v. 46, p. 161-168, 1995.

AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J. Evolução das atividades lavoureiras e pecuária nos cerrados. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração Lavoura-Pecuária.** 1. ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. cap.01, p. 25-58, 2003.

AIDAR, H.; THUNG, M.; OLIVEIRA, I. P. De; KLUTHCOUSKI, J.; CARNEIRO, G. E. S.; SILVA, J. G. Da; 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, p. 150-151, 2000.

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

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

ALLEN, V. G.; BAKER, M. T.; SEGARRA, E.; BROWN, C. P. Integrated irrigated crop-livestock systems in dry climates. **Agronomy Journal**, v. 99, n. 2, p. 346-360, 2007.

ALMEIDA, M. L., de, MEROTTO Jr., A., SANGOI, L.. Incremento na densidade de plantas: uma alternativa para aumentar o rendimento de grãos de milho em regiões de curta estação estival de crescimento. **Ciência Rural**, v. 30, n. 1, p. 23-29, 2000.

ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Integração lavoura-pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. (Documentos, 47).

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

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. Agricultural machinery management data. In: ASAE **standards 1997**: standards engineering practices data. San Joseph, 1997. p.363-370.

ANDERSSON, C. Avaliação técnica de semeadoras-adubadoras para plantio direto. **Plantio Direto**, n. 66, p. 28-32, 2001.

ANDREOLLA, V. R. M.; GABRIEL FILHO, A. Demanda de potência de uma semeadora com dois tipos de sulcadores em áreas compactadas pelo pisoteio de animais no sistema integração lavoura-pecuária. **Engenharia Agrícola,** v. 26, n. 3, p. 768-776, 2006.

ANDRIOLI, I. & CENTURION, J. F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., Brasília, 1999. **Anais...** Brasília, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. p.1-4 CD ROM.

ASABE. American Society Of Agricultural And Biological Engineers. ASAE D497.5: Agricultural machinery management data. In:____. ASAE **Standards 2006**. St. Joseph, 2006. p. 391-398.

ASAE - American Society Agricultural Engineering. **ASAE Standars: ASAE D497.2 Agricultural machinery management data.** St. Joseph, p. 332-339, 1999.

ASAE – American Society of Agricultural Engineers. Terminology for soil-engaging components for conservation tillage planters, drilss and seedrs. In:____. **ASAE Standards 1996**: standards engineering practices data. St. Joseph, 1996. p. 309-14.

ASSIS, R. L.; BAHIA, V. G. Conservação de solo. **Informe Agropecuário**, v.19, n.191, p.71-8, 1998.

ASSIS, R. L.; LANÇAS, K. P. Agregação de um nitossolo vermelho distroférrico sob sistemas de plantio direto, preparo convencional e mata nativa. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.1, p.58-66, 2010.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECHOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1925-1933, 2009.

BARDUCCI, R. S., COSTA, C., CRUSCIOL, C. A. C., BORGHI, É., PUTAROV, T.C. E L.M.N. SARTI. Produção de *Brachiaria*e *Panicum maximum* com milho e adubação nitrogenada. **Archivos de Zootecnia**, v. 58, n. 222, p. 211-222, 2009.

BARROS, H. B.; PELUZIO. J. M.; SANTOS, M. M.; BRITO, E. L.; ALMEIDA, R. D. Efeito das épocas de semeadura no comportamento de cultivares de soja, no sul do estado do Tocantins. **Revista Ceres**, v. 50, n. 291, p. 565-572, 2003.

BERTALOT, M. J. A.; CARVALHO-PUPATTO, J. G.; FURTADO, E. L.; ROSA, D. D.; MENDOZA, E.; LIMA, A. B. Métodos alternativos para controle de doenças fúngicas na cultura de jambu (Spilanthesoleraceae L.) através de Equisetum spp e preparado biodinâmico. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 5, n. 2, p. 264-274, 2010.

BERTOL, I.; ALBUQUERQUE, J. A.; LEITE, D.; AMARAL, A. J.; ZOLDAN JUNIOR, W. A. Propriedades fisicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotacao e sucessao de culturas, comparadas as do campo nativo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 28, n. 1, p. 155-163, 2004.

BORGHI, É., CRUSCIOL, C. A. C., COSTA, C. E MATEUS, G. P. Produtividade e qualidade das forragens de milho e de*Brachiaria brizantha* em sistema de cultivo consorciado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n. 3, p. 369-381, 2006.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, 163-171, 2007.

BORKERT, C. M.; CASTRO, C.; OLIVEIRA, F. A.; KLEPKER, D. & OLIVEIRA-JUNIOR, A. **O potássio na cultura da soja**. In: YAMADA, T. & ROBERTS, T.L., eds. Potássio na agricultura brasileira. Piracicaba, Potafos, 2005. p. 671- 713.

BORSATTO, E. A.; FURLANI, C. E. A. ; LOPES, A. ; SILVA, R. P. DA ; MELLO, A. J. R. ; REIS, G.N . Análise operacional de uma semeadora-adubadora submetida a diferentes sistemas de preparo do solo e espaçamento entre linhas na cultura do milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRICOLA, 33., 2005, Canoas -RS. **Anais...** Canoas:Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2005. 1 CD-ROM.

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

BRACHTVOGEL, E, L. **Densidade e arranjos populacionais em milho e componentes agronômicos**. 2002. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNDA/ DNPV/CLAV, 1992. 365p.

BROCH, D. L. Soja PD em brachiária. **Direto no cerrado**, v. 2, n. 4, p. 8-9,1997.
BROCH, D.L.; BARROS, R.; RANNO, S.K. Consórcio milho safrinha/pastagem. In: **Tecnologia e produção: milho safrinha e culturas de inverno, 2008**. Maracaju: Fundação MS para Pesquisa e Difusão de Tecnologias Agropecuárias: COOAGRI, p. 15-29, 2008.

BROSSARD, M.; BARCELLOS, A.O. Conversão do cerrado em pastagens cultivadas e funcionamento de latossolos. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**, v. 22, n.1, p.153- 168, 2005.

CAIRES, E.F.; FONSECA, A.F.; MENDES, J.; CHUEIRI, W. & MADRUGA, E.F. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 1, p. 315-327, 1999.

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

CALEGARI, A.; CASTRO FILHO, C. de; TAVARES FILHO, J.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M. de F. Melhoria da agregação do solo através do sistema plantio direto **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 2, p. 147-158, 2006.

CAMARGO, O. A. de; ALLEONI, L. R. F. **Efeitos da compactação no crescimento de plantas**. 2006. Disponível em: <http://www.infobios.com/Artigos/2006_2/C5/Index.htm>. Acesso em: 20 ago. 2010.

CARVALHO, M. A. C. DE; SORATTO, R. P.; ATHYDE, M. L. F.; ARF, O.; SÁ, M. E. de. Produtividade do milho em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 1, p. 47-53, 2004.

CARVALHO, P. C. F. **Integração lavoura-pecuária em sistema de plantio direto**. 2007. Disponível em http://www.agroredenoticias.com.br/textos. Acesso em: 22 jun 2010.

CECATO, U.; RÊGO, F.C.A.; GOMES, J.A.N.; CANTO, M.W.; JOBIM, C.C.; CONEGLIAN, S.; MOREIRA, F.B. Produção e composição química em cultivares e linhagens de aveia (*Avena* spp) . **Acta Scientiarum**, v. 23, n. 4, p. 775-780, 2001.

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

CEPIK, C. T. C. **Parâmetros de solo e máquinas em semeadura direta com doses de cobertura e configurações de deposição de fertilizante**. 2006. 104 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

CEPIK, C. T. C.; TREIN, C. R.; LEVIEN, R.; CONTE, O. Força de tração e mobilização do solo por hastes sulcadoras de semadoras-adubadoras. **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**, v. 14, n. 5, p. 561-566, 2010.

CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M ; GRIGOLLI, P. J ; FURLANI,C. E. A ; SILVA, J. O. R ; CESARIN, A. L. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 37-43, 2012.

CHIODEROLI, C. A. **Consorciação de braquiárias com milho outonal em sistema plantio direto como cultura antecessora da soja de verão na integração agricultura-pecuária***.* 2010. 84f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira. 2010.

CIOTTA, M. N.; BAYER, C.; ERNANI, P. R.; FONTOURA, S. M. V.; ALBUQUERQUE, J. A.; WOBETO, C. Acidificação de um Latossolo sob plantio direto (oxisol acidification under no tillage). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, n. 2, p. 1055-1064, 2002.

COBUCCI, T. Manejo integrado de plantas daninhas em sistema de plantio direto. In: ZAMBOLIM, L. **Manejo Integrado Fitossanidade**: cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Viçosa: UFV, 2001. p. 583-624.

COELHO, J. L. D. **Ensaio & certificação das máquinas para a semeadura. Piracicaba.** In: MIALHE, L. G. MÁQUINAS AGRÍCOLAS Ensaios & Certificação. Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 551-570.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Estimativa de área cultivada com soja na safra 2006/2007**. < http://www.conab.gov.br. Acesso em 15 out. de 2006.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Disponível em: http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_10_09_15_59_18_boletim_portugues_outubro_2012.pdf. Acesso no dia 05 de Janeiro de 2012.

CONCEIÇÃO, P. C.; AMADO, T. J. C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 5, p. 777-788, 2005.

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

CORDEIRO, L. A. M.; REIS, M. S.; AGNES, E. L.; CECON, P. R. Efeito do plantio direto no controle de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) e outras plantas daninhas na cultura do milho. **Revista Brasileira de Herbicidas**, v. 5, n. 1, p. 1-9, 2006.

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

CORTEZ, J. W. **Densidade de semeadura da soja e profundidade de deposição do adubo no sistema plantio direto**. 2007. 87f. Dissertação (mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, Jaboticabal.

CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; ZEITOUM, V.Componentes morfológicos do milho com modelos de roda compactadora, cargas verticais e lâminas de irrigação**. Ciência e Agrotecnologia,** v. 34, n. 6, p. 1543-1549, 2010.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; SILVA, R. P. Avaliação de uma semeadoraadubadora em sistema de plantio direto para a cultura da soja. **Engenharia na Agricultura**, v. 13, n. 4, p. 268-276, 2005.

COSTA, K. A. de P.; ASSIS, R. L. de; BARROS, L. B. Composição bromatológica de cultivares de milheto e híbridos de sorgo manejados em diferentes estádios de desenvolvimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, Maringá. **Resumos.**..Maringá: UEM, 2009. CD-ROM.

COSTA, N. L.; TOWNSEND, C. R.; MAGALHÃES, J. A.; PAULINO, V. T.; PEREIRA, R. G. A.; MOCHIUTTI, S. Recuperação e renovação de pastagens degradadas. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 7, n. 1, p. 9-49, 2006.

CRUSCIOL, C. A. C.; BORGHI, E. Consórcio de milho com braquiária: produção de forragem e palhada para o plantio direto. **Revista Plantio Direto**, n. 100, 2007.

CRUSCIOL, C. A. C.; CALONEGO, J.C.; BORGHI, E. Atributos físicos e físico-hídricos do solo com o cultivo de milho solteiro ou consorciado com braquiária. In: XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. Gramado, 2007**.** **Resumos**... Gramado: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007.(CD-ROM).

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; SANTOS, JR.; ALBUQUERQUE, A. W.; PEREIRA, R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 62-68, 2008.

D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; GUILHERME, L. R. G. Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em solo submetido a diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 2, p. 179-186, 2004.

DA ROS, C. O.; SECCO, D.; FIORIN, J. E.; PETRERE, C.; CADORE, M. A.; PASA, L. Manejo do solo a partir de campo nativo: efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 21, n. 2, p. 241- 247, 1997.

DENARDIN, J. E.; KOCHHANN, R.A.; SANTI, A.; FAGANELLO, A.; SATTLER, A. Efeito da consorciação milho-braquiária (Brachiaria brizantha) na mitigação da compactação do solo. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Novembro, 2008.

DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens**: processos, causas e estratégias de recuperação. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 173p.

EDMOND, J.B. & DRAPALA, W.J. The efffects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 71, n. 5, p. 428-434. 1958.

EMBRAPA. 2009. Especial Embrapa: **Integração Lavoura, Pecuária e Floresta.** Disponíveis em: www.cnpc.org.br/arquivos/integlavpecflo.pdf.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de levantamento e conservação do solo. **Manual de métodos e análise de solo**. Rio de Janeiro, 1979. Não paginado.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja – Paraná 2007.** (Sistemas de Produção 10/ Embrapa soja) Londrina, 2006, 217p.

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

ENTZ, M. H., V.S. BARON, P. M. CARR, D. W. MEYER, S. R. SMITH, JR., AND W. P. MCCAUGHEY. Potential of forages to diversify cropping systems in the Northern Great Plains. **Agronomy Journal**, v. 94, n. 1, p. 204-213, 2002.

ENTZ, M. H.; BULLIED, W. J.; KATEPA-MUPONDWA, F. Rotational benefits of forages crops in Canadian prairie cropping systems. **Journal of Production Agriculture**, v. 8, n. 4, p. 521-529, 1995.

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

FERREIRA, E. V. O.; ANGHINONI, I.; ANDRIGHETTI, M. H.; MARTINS, A. P.; CARVALHO, P. C. F. Ciclagem e balanço de potássio e produtividade de soja na integração lavoura-pecuária sob semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 1, p. 161-169, 2011.

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**, v. 44, n. 1, p. 76-83, 2009.

FILHO, A. G.; LANÇAS, K. P.; LEITE, F.; ACOSTA, J. J. B.; JESUINO, P. R. Desempenho de trator agrícola em três superfícies de solo e quatro velocidades de deslocamento. **Revista Brasiliera de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v. 14, n. 3, p. 333-339, 2010.

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

FLOSS, E. Benefícios da biomassa de aveia ao sistema de semeadura direta. **Revista Plantio Direto**, v. 57, n. 1, p. 25-29, 2000.

FRANCHINI, J. C.; BORKERT, C. M.; FERREIRA, M. M.; GAUDÊNCIO, C. A. Alterações na fertilidade do solo em sistemas de rotação de culturas em semeadura direta**. Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 2, p. 459-467, 2000.

FRANCHINI, J. C.; MALAVOLTA, E.; MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A. Alterações químicas em solos ácidos após a aplicação de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 4, p. 533-542, 1999.

FRANZLUEBBERS, A. J. Integrated crop-livestock systems in the Southeastern USA. **Agronomy Journal**, v. 99, n. 2, p. 361-372, 2007.

FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; WRUCK, F.J.; SKORUPA,L.A.; WINK, N.N.; GUISOLPHI, I.J.; CAUMO, A.L.; HATORI, T. Integração lavoura‑pecuária: alternativa para diversificação e redução do impacto ambiental do sistema produtivo no Vale do Rio Xingu. Londrina: **Embrapa Soja**, 2010. 20p. (Embrapa Soja. Circular técnica, 77).

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 Brachiaria brizantha com o milho para silagem no sistema de plantio direto**. Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 49-58, 2005.

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

FURLANI, C. E. A.; CORTEZ, J.W.; SILVA, R.P.; GROTTA, D.C.C. Cultura do milho em diferentes manejos de plantas de cobertura do solo em plantio direto. **Revista Biologia e Ciência da Terra**, v. 7, n. 1, p. 161-167, 2007.

FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; REZENDE, L. C.; SOUZA E SILVA, S. S; LEITE, M. A. S. Influência da compactação do solo na emergência das plântulas de milho a diferentes profundidades de semeadura**. Engenharia na Agricultura**. v. 9, n. 3, p. 147-53. 2001.

FURTADO, M. B. **Sistemas de preparo do solo e populações de plantas em espaçamento reduzido: comportamento de cultivares de milho (Zea mays L.).** 2005. 87 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura)–Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2005.

GALHARTE, C. A. CRESTANA, S. Avaliação do impacto ambiental da integração lavoura-pecuária: Aspecto conservação ambiental no cerrado**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 11, p. 1202-1209, 2010.

GAMERO, A. C.; BENEH, S. H. Resultados operacionais de um subsolador com curvatura lateral (“paraplow”) em função da velocidade e profundidade de trabalho. **Energia na Agricultura**, v. 24, n. 1, p. 1-16, 2009.

GARCIA, L. C.; ROBERTO JASPER, R.; JASPER, M.; FORNARI, A. J.; BLUM, J. Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 2, p. 520-527, 2006.

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

GAVOTTI, F. S. M.; CENTURION, M. A. P. C.; CENTURION, J. F. Comportamento da soja, cultivar IAC FOSCARIM 31, em quatro sistemas de preparo do solo. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 25, 2003, Uberaba. **Resumos.**.. Uberaba: Embrapa Soja /EPAMIG/ Fundação Triângulo, 2003. p. 254-255.

GILLES, L.; COGO, N. P.; BISSANI, C. A.; BAGATINI, T.; PORTELA, J. C. Perdas de água, solo, matéria orgânica e nutriente por erosão hídrica na cultura do milho implantada em área de campo nativo, influenciadas por métodos de preparo do solo e tipos de adubação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1427-1440, 2009.

GIONGO, V.; BOHNEN, H. Caracterização química superficial de Latossolo cultivado sob sistema convencional e plantio direto no Rio Grande do Sul. Semina. **Ciências Agrárias**, v. 5, p. 491-496, 2010.

GÖRGEN, C. A.; CIVARDI, E. A.; RAGAGNI, V. A.; SILVEIRA NETO, A. N. da; CARNEIRO, L. C.; LOBO JUNIOR, M. Redução do inóculo inicial de Sclerotinia sclerotiorum em soja cultivada após uso do sistema santa fé. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 10, p. 1102-1108, 2010.

GOULDING, K.; JARVIS, S.; WHITMORE, A. Optimizing nutrient management for farm systems. Philosophical Transactions of the Royal Society B**: Biological Sciences**, v. 363, p. 667-680, 2008.

GROTTA, D. C. C. **Desempenho de um trator agrícola em operação de gradagem utilizando biodiesel etílico filtrado de óleo residual como combustível**. 2003. 58 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2003.

GUIMARÃES, F. de S.; REZENDE, P.M. de; CASTRO, E.M. de; CARVALHO, E. de A.; ANDRADE, M. J. B. de; CARVALHO, E. R. Cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merril] para cultivo de verão na região de Lavras, MG. **Ciência e Agrotecnologia,** v. 32, n. 4, p. 1099-1106, jul./ago. 2008.

GUIMARÃES, G. L.; BUZETTI, S.; SILVA, E. C. da; LAZARINI, E.; SÁ, M. E. de. Culturas de inverno e pousio na sucessão da cultura da soja em plantio direto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 25, n. 2, p. 339-344, 2003.

HANWAY, J.J. Growth stages of corn (Zea mays L.). **Agronomy Journal**, v. 55, n. 5, p. 487-492, 1966.

HEMMAT, A. & ADAMACHUK, V.I. Sensor systems for measuring soil compaction: Review and analysis**. Computers and Eletronics in Agriculture**, v. 63, n. 2, p. 89-103, 2008.

IAPAR. **Direto na qualidade.** Boletim de divulgação da operação de comunicação plantio direto com qualidade, n. 4, 2002, 6p.

IMHOFF, S. **Indicadores de qualidade estrutural e trafegabilidade de Latossolos e Argissolos Vermelhos**. 2002. 94 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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

JAKELAITIS, A.; SILVA, A. F.; SILVA, A. A.; FERREIRA, L. R.; FREITAS, F. C. L; VIANA, R. G. Influência de herbicidas e de sistemas de semeadura de *Brachiaria brizantha* consorciada com milho. **Planta daninha,** v. 23, n. 1, p. 59-67, 2005.

JUNIOR, F. G. G. N**itrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto sobre diferentes palhadas: produtividade, composição química e qualidade fisiológica das sementes**. 2006. 106f. Dissertação (Mestrado em Agronomia-Produção Vegetal)- – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2006.

KAMIMURA, K. M.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R.; DEBIASI, H.; CONTE, O. Parâmetros solo- máquina em função de doses de resíduos vegetais e profundidades de deposição de adubo em semeadura direta. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 3, p. 431-439, 2009.

KAPPES, C. **Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas.** 2010. 127 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistemas de Produção) – Curso de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2010.

KIEHL, E. J. Manual de edafologia: relação solo-água-planta. São Paulo: **Agronômico Ceres**, 1979. 262 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**, v. 31, n. 2, p. 221-227,2007.

KLIEMANN, H.J.; BRAZ, A.J.B.P.; SILVEIRA, P.M. Taxas de decomposição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36. n. 1. p. 21-28, 2006.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. 570 p.

KLUTHCOUSKI, J.; AIDAR, H. Implantação, condução e resultados obtidos com o sistema Santa Fé. In: KLUTCHCOUSKI, J.; STONE, L.F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura- pecuária.** Santo Antonio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 407- 441.

KLUTHCOUSKI, J.; COBUCCI, T.; AIDAR, H,; YOKOYAMA, L. P.; OLIVEIRA, I. P. De; COSTA, J. L. Da S.; SILVA, J. G. Da; VILELA, L.; BARCELLOS, A de O.; MAGNABOSCO, C. De 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 Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 2000. 28 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Circular Técnica,38).

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). **Integração lavoura pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003.

KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P. Opções de integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração Lavoura-Pecuária**. 1. ed. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. cap. 4, p. 131-141.

KOZLOWSKI, L. A.; KOEHLER, H. S.; PITELLI, R. A. Épocas e extensões do período de convivência das plantas daninhas interferindo na produtividade da cultura do milho (*Zea mays*). **Planta Daninha**, v. 27, n. 3, p. 481-490, 2009.

KURACHI, S. A. H.; COSTA, J. A. S.; BERNARDI, J. A.; COELHO, J. L. D.; SILVEIRA, G. M. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. Bragantia, v. 48, n. 2, p. 249-262, 1989.

LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, A.; HINTZ, E. A. Measuring crop residue cover. Soil and Water Conservation, v. 36, n. 6, p. 341-3, 1981.

LANDERS, J. N. Tropical crop-livestock systems in conservation agriculture: the Brazilian experience. In: **Integrated Crop Management**, v. 5, 2007. 1 ed. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2007, 92p.

LARSON, W. E.; GUPTA, S.C. & USECHE, R. A. Compression of agricultural soils from eight soils orders. **Soil Science Society of America Journal**., v.44, n.3 , p. 450-457, 1980.

LEÃO, T.P. **Intervalo hídrico ótimo em diferentes sistemas de pastejo e manejo da pastagem.** 2002. 58f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

LENZI, E. A. **População e distribuição espacial de plantas em cultura de milho (Zea mays L.).** 1992. 106 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1992.

LEONEL, F. P.; PEREIRA, J. C.; COSTA, M. G.; MARCO JÚNIOR, P.; LARA, L. A.; QUEIROZ, A. C. Comportamento produtivo e características nutricionais do capim-braquiária cultivado em consórcio com milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 177-189, 2009.

LEVIEN, R.; GAMERO, C. A.; FURLANI, C. E. A. Manejo mecânico de aveia preta com rolo faca e triturador de palhas tratorizado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais**... Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. 1 CD ROM.

LEVIEN, R.; MARQUES, J. P.; BENEZ, S. H. Desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão, em semeadura de milho (*Zea mays* L.), sob diferentes formas de manejo do solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 28., 1999, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1999. 1 CD-ROM.

LIMA, E. do V.; CAVARIANI, C.; LIMA, P. L.; CRUSCIOL, C. A. C.; NAKAGAWA, J.; VILLAS BOAS, R. L. Qualidade fisiológica de sementes de painço (Panicum dichotomiflorum Mix.) em função do tempo de mistura com o superfosfato triplo. **Cultura Agronômica**, v. 9, p. 177-189, 2001.

LOPES, A.; FURLANI, C. E. A.; MELLO, J. G. S**. Protótipo de sistema instrumental para medição de consumo de combustível em tratores**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS SOCIEDADES BRASILEIRAS DE INFORMATICA APLICADA À AGROPECUÁRIA E A AGROINDUSTRIA, 4, 2003. Porto Seguro: Sociedade Brasileira de Informática Aplicada à Agropecuária e à Agroindústria, 2003.

LOVATO, T.; MIELNICZUK, J.; BAYER, C. & VEZZANI, F. Adição de carbono e nitrogênio e sua relação com os estoques no solo com o rendimento do milho em sistemas de manejo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 28, n. 1, p. 175-187, 2004.

LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R. Impactos do pastejo sobre as propriedades físicas do solo. In: SIMPÓSIO SOBE MANEJO ESTRATÉGICA DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004, p. 209-250.

MACEDO, M. C. M. M. Integração lavoura e pecuária: o estado da arte e inovações tecnológicas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, supl. especial, p.133-146, 2009.

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**, v. 45, n. 4, p. 415-422, 2010.

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**, v. 45, n. 4, p. 415-422, 2010.

MAGALHÃES, R. P.; MOLIN, J. P.; FURLANI, G. D. C. Relação entre o índice de cone, teor de água, textura e matéria orgânnica do solo em semeadura direta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA ADRÍCOLA, 34, 2005, Canoas. **Anais....**Canoas: ULBRA, 2005.

MAHL, D. **Desempenho de semeadoras-adubadoras de milho (*Zea mays* L.) em sistema de plantio direto***.* 2002. 160 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura)-Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

MAHL, D. **Desempenho operacional de semeadora em função de mecanismos de corte, velocidade e solos, no sistema plantio direto do milho**. Botucatu, 2006. 143 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

MAHL, D.; SANTOS, F. A.; YANO, E. H.; SILVA, P. R. A.; GAMERO, C. A. Influência do aumento da velocidade na operação de semeadura da cultura do tremoço em sistema plantio direto. In: CONGRESO ARGENTINO DE INGENIERÍA RURAL, 8., 2005, Villa de Merlo. **Anais...** San Luiz, 2005. 1 CD-ROM.

MAHL, D.; GAMERO, C.A. Consumo no plantio. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, n. 22, p. 18-21, 2003.

MAHL, D.; GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, A. R. B.Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes milho sob variação de velocidade e condição de solo. **Engenharia Agrícola,** v. 24, n. 1, p. 150-157, 2004.

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

MARCHÃO, R. L. **Integração lavoura-pecuária num latossolo do cerrado: impacto na física, matéria orgânica e macrofauna**. 2007. 153f. Tese (Doutorado) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2007.

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

MARQUES Jr., J. Variabilidade espacial de propriedades químicas e físicas de latossolos em áreas de cerrado sob cultivo de café, em Patrocínio, MG. In: BALASTREIRE, L. A. **O estado-da-arte da agricultura de precisão no Brasil**, Capítulo III - Mapeamento da Produtividade e de Atributos de Solos e de Plantas. Piracicaba: ESALQ, 2000. p. 105-112.

MAUGHAN, M. W.; FLORES, J. P. C.; ANGHINONI, I.; BOLLERO, G.; FERNÁNDEZ, F.G.; TRACY, B.F. Soil quality and corn yield under crop-livestock integration in Illinois. **Agronomy journal**, v. 101, n. 6, p. 1503-1510, 2009.

MEDINA, P. F. **Produção de sementes de cultivares precoces de soja, em diferentes épocas e locais do Estado de São Paulo**. 1994. 173f. Tese (Doutorado em Agronomia/ Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

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

MELLO, L. M. M. **Integração agricultura-pecuária em plantio direto: atributos físicos e cobertura residual do solo, produção de forragem e desempenho econômico.** Ilha Solteira: UNESP, 2001. 72p. Tese Livre Docência

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

MELLO, L. M. M.; PANTANO, A. C.; NARIMATSU, K. C. P. Integração agricultura pecuária em plantio direto: consorciação braquiaria e milho. In: XXXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 2007, Bonito. **Anais...** Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. 1 CD ROM.

MELLO, L. M. M.; PINTO, E. R.; YANO, E. H. Distribuição de sementes e produtividade de grãos da cultura do milho em função da velocidade de semeadura e tipos de dosadores. **Engenharia Agrícola**, v. 23, n. 3, p. 563-567, 2003.

MELLO, N. A. Degradação física dos solos sob integração lavoura pecuária. In: MELLO, N. & ASSMANN, T.S. In: ENCONTRO DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA NO SUL DO BRASIL, 1., Pato Branco, 2002. Trabalho apresentado. Pato Branco, 2002. p.43-60.

MENEZES, L. A. S. **Alteração de propriedades químicas e físicas do solo em função da fitomassa de plantas de cobertura.** 2002. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2002.

MIALHE, L. G. Ensaio & certificação de tratores. In: MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas:** ensaio & certificação. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. Cap. 8, p. 385-462.

MIELNICZUK, J. Manejo conservacionista da adubação potássica. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. (Eds.). **Potássio na Agricultura Brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa e Fosfato, p. 165-178, 2005.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: general synthesis report.** Washington: Island Press, 2005. Disponível em: <http://www. milleniumassessment.org/en/Synthesis.aspx.>. Acessado em: 15 out. 2009.

MIYAZAWA, M.; PAVAN, M. A.; CALEGARI, A. Efeito de material vegetal na acidez do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 17, p. 411-416, 1993.

MODOLO, A. J.; SILVA, S. de L.; GABRIEL FILHO, A. Força necessária. **Cultivar Máquinas**, v. 8, n. 73, p. 6-9, 2008.

MORAES et al. Integração agropecuária em sistema plantio direto: integração lavoura-pecuária no sul do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 9., 2004, Chapecó, SC. **Anais...** Ponta Grossa: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2004. 120p. p. 19-22.

MOREIRA F. M. S; SIQUEIRA J. O. 2006. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2.ed. atual. ampl. Lavras: UFLA. 625p.
MOREIRA, J. A. A.; OLIVEIRA, I. P.; GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F. Atributos químicos e físicos de um Latossolo Vermelho distrófico sob pastagens recuperada e degradada. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 35, n. 3, p. 155-161, 2005.

MUNDSTOCK, C. M. Efeitos de espaçamentos entre linhas e de populações de plantas em milho do tipo precoce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.13, n.1, p.13-17, 1978.

MURAISHI, C. T.; LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R.; GOMES JUNIOR, F. G. Manejo de espécies vegetais de cobertura do solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 2, p. 199‑207, 2005.

MURRAY, J. R.; TULLBERG, J. N.; BASNET, B. B. **Planters and their Components: types, attributes, functional requirements, classification and description.** ACIAR Monograph nº 121. University of the Queensland, Australia, 2006. 178p.

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

NEL, P. C.; SMITH, N. S. H. Growth and development stages in the growing maize plant. **Farming in South Africa**, p.1-7, 1978.

NICOLOSO, R. S.; LANZANOVA, M. E.; LOVATO, T. Manejo das pastagens de inverno e potencial produtivo de sistemas de integração lavoura-pecuária no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural***,* v. 36, n. 6, p. 1.799-1.805, 2006.

OLIVEIRA, M. L. **Avaliação do desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em duas classes de solo com diferentes tipos de cobertura vegetal**. 1997. 50 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

OLIVEIRA, M. L.; VIEIRA, L. B.; MANTOVANI, E. C.; SOUZA, C. M.; DIAS, G. P. Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1455-1463, 2000.

OLIVEIRA, J.G.R.; RALISCH, R.; GUIMARÃES, M.F.; BARBOSA, G.M.C.; TAVARES FILHO, J. Erosão no plantio direto: perda de solo, água e nutrientes. **Bol. geogr**., v. 30, n. 3, p. 91-98, 2012.

PACHECO, L. P.; BARBOSA, J. M.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção e ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura nas culturas de arroz de terras altas e de soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 5, p. 1787-1799, 2011.

PACHECO, L. P.; PIRES, F. R.; MONTEIRO, F. P.; PROCOPIO, S. O.; ASSIS, R. L.; CARMO, M. L. & PETTER, F. A. Desempenho de plantas de cobertura em sobre semeadura na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p .815-823, 2008.

PANTANO, A. C. **Semeadura de braquiária em consorciação com o milho em diferentes espaçamnetos na integração agricultura- pecuária em plantio direto.** 2003.60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Sistema de Produção)- Faculdade de Engenharia- Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.

PARIZ, C. M. ANDREOTTI, M., BERGAMASCHINE, A. F., BUZETTI, S., COSTA, N. R. E CAVALLINI, M. C. Produção, composição bromatológica e índice de clorofila de braquiárias após o consórcio com milho. **Archivos zootecnia**, vol. 60, n. 232, p. 1041-1052. 2001.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M. V.; BERGAMASCHINE, A. F.; MELLO, L. M. M.; LIMA, R. C. Massa seca e composição bromatológica de quatro espécies de braquiárias semeadas na linha ou a lanço, em consórcio com milho no sistema plantio direto na palha. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 32, n. 2, p. 147-154, 2010.

PARIZ, C. M.; ANDREOTTI, M.; TARSITANO, M. A. A.; BERGAMASCHINE, A. F.; BUZETTI, S; CHIODEROLLI, C. A. Desempenhos técnicos e econômicos da consorciação de milho com forrageiras dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* em sistema de integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 4, p. 360-370, 2009.

PAULA, M. B. de; ASSIS, R. L.; BAHIA, V. G. Efeitos do manejo dos resíduos culturais, adubos verdes, rotação de culturas e aplicação de culturas e aplicação de corretivos nas propriedades físicas e recuperação dossolos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 191, p. 66-70, 1998.

PAVINATO, P. C. & ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo - decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais**. Revista Brasileira de Ciência do Solo,** v. 32, n. 3, p. 911- 920, 2008.

PEIXOTO, M. F.; SOUZA, I. F. Efeitos de doses de imazamox e densidades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em soja (*Glycine max* (L.) Merril) sob plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.2, p.252-258, 2002.

PEREIRA, J. C. As pastagens no contexto dos sistemas de produção de bovinos. In: MANEJO INTEGRADO: INTEGRAÇÃO AGRICULTURA-PECUÁRIA, 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p.287-330.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: ESALQ, 2000. 477 p.

PINOTTI, E. B. **Características de três cultivares de milho (Zea mays L.) sob quatro populações de plantas em espaçamento reduzido.** 2003. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

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

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 2000/2001. Maracaju, 2001. p. 40-48.

PORTELA, C. M. de O & COBUCCI, T. **Manejo de herbicidas no Sistema Santa Fé e na braquiária como fonte de cobertura morta.** In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (Ed.). Integração lavoura-pecuária. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 443-458.

RAIJ, B.van.; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análise de solo para fins de fertilidade**. Campinas: IAC, 1983. 31p. (Boletim técnico, 81).

REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; BRAIDA, J. A. Qualidade do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. **Revista Ciência & Ambiente**, v. 27, n. 2, p. 29-48, 2003.
REZAEI, S. A.; GILKES, R. J.; ANDREWS, S. S. A minimum data set for assessing soil quality in rangelands. **Geoderma,** v.136, p.229-234, 2006.

ROBERTSON, F. A.; MYERS, R. J. K.; SAFFIGNA, P. G. Nitrogen cycling in brigalow clay soils under pasture and cropping. **Australian Journal of Soil Research**, v. 35, n. 6, p. 1323-1334,1997.

ROBOREDO, D.; MAIA, J. C. S; OLIVEIRA, O.; ROQUE, C. G. Uso de dois penetrômetros na avaliação da resistência mecânica de um latossolo vermelho distrófico. **Engenharia Agrícola,** v.30, n.2, p.308-314, 2010.

ROOS, L. C. Impacto econômico da integração agricultura-pecuária em plantio direto. In ENCONTRO REGIONAL DE PLANTIO DIRETO NO CERRADO, 4., 199, Uberlândia. **Plantio direto na integração lavoura-pecuária.** Uberlândia: Universidade Federal de uberlândia, 2000. p. 189-200.

ROSOLEM, C. A. **Relações solo-planta na cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 1995. 53 p.

ROSSATO, R. R. **Potencial de ciclagem de nitrogênio e potássio pelo nabo forrageiro intercalar ao cultivo do milho e trigo sob plantio direto.** 2004. 106f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, 2004.

RUSSELLE, M. P.; ENTZ, M. H.; FRANZLUEBBERS, A. J. Reconsidering integrated crop-livestock systems in North America. **Agronomy Journal**, v. 99, n. 2, p. 325-334, 2007.

RYDER, M.; GÉRARD, F.; EVANS, D.E.; HODSON, M.J. The use of root growth and modelling data to investigate amelioration of aluminium toxicity by silicon in Picea abies seedlings. **Journal of Inorganic Biochemistry**, v. 97, n. 1, p. 52-58, 2003.

SÁ, J. C. M.; CERRI, C. C.; LAL, R.; DICK, W. A.; CASSIA PICCOLO, M.; FEIGL, B. E. Soil organic carbon and fertility interactions affected by a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. **Soil and Tillage Research**, v. 104, n. 1, p. 56-64, 2009.

SÁ, J. C. M.; CERRI, C. C.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. E.; BUCKNER, J. FORNARI, A.; SÁ, M. F. M.; SEGUY, L.; BOUZINAC, S.; VENZKE-FILHO, S. P.; PAULLETI, V. & NETO, M. S. O plantio direto como base do sistema de produção visando o seqüestro de carbono. **Revista Plantio Direto**, v. 84, n. 1, p. 45-61, 2004.

SACCONE, L.; CONLEY, D. J.; LIKENS, G. E.; BUSO, D. C.; JOHNSON, C. E. Factors that Control the Range and Variability of Amorphous Silica in Soils in the Hubbard Brook Experimental Forest**. Soil Science Society American Journal**, v. 72, n. 6, p. 1637-1644, 2008.

SALTON, J. C. **Matéria orgânica e agregação do solo na rotação lavoura-pastagem em ambiente tropical**. 2005.– Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Porto Alegre, 2005. 158 p. (Tese de Doutorado)

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:** Universidade Federal de Uberlândia, 2000. p. 189-2000.

SALTON, J. C.; FABRÍCIO, A. C.; MACHADO, L.A.Z. & OLIVEIRA, H. Pastoreio de aveia e compactação do solo. **Revista Plantio Direto**, v. 69, n. 1, p. 32-34, 2002.

SANTI, A.; AMADO, T.J.C. & ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia-preta. Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 6, p. 1075-1083, 2003.

SANTOS, G. J.; MARION, J. C.; SEGATTI, S. **Administração de custos na agropecuária**. 3.ed. São Paulo: Atlas, 2008. 165p.

SANTOS, H.G.; FIDALGO, E.C.C.; COELHO, M.R.; ÁGLIO, M.L.D. Cultivo do arroz de terras altas no estados de Mato Grosso. Sistemas de Produção, n. 7, 2006.

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

SANTOS, H. P.; TOMM, G. O. Rotação de culturas para trigo, após quatro anos: efeitos na fertilidade do solo em plantio direto. **Ciência Rural**, v. 29, n. 2, p. 259-265, 1999.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M.; MONNERAT, J. P. I. S.; SILVA, S. P. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 650-656, 2009.

SARMENTO, P.; RODRIGUES, L. R. de A.; LUGÃO, S.M.B.; CRUZ, M. C. P. da; CAMPOS, F. P. de; FERREIRA, M. E.; OLIVEIRA, R. F. de. Sistema radicular do *Panicum maximum* Jacq. cv. IPR‑86 Milênio adubado com nitrogênio e submetido à lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 27‑34, 2008.

SAVVAS, D.; GIOTIS, D.; CHATZIEUSTRATIOU, E.; BAKEA, M. & PATAKIOUTAS, G. Silicon supply in soilless cultivations of zucchini alleviates stress induced by salinity and powdery mildew infections. **Environmental and Experimental Botany**., v. 65, n. 1, p. 11-17, 2009.

SCHÄFFER, B.; ATTINGER, W.; SCHULIN, R. Compaction of restored soil by heavy agricultural machinery-Soil physical and mechanical aspects. **Soil and Tillage Research**, v. 93, n. 1, p. 28-43, 2007.

SECCO, D. **Estados de compactacao de dois Latossolos sob plantio direto e suas implicacoes no comportamento mecanico e na produtividade de culturas.** 2003. 108f. (Doutorado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.

SILVA, A. A.; SILVA, P. R. F.; SUHRE, E.; ARGENTA, G.; STRIEDER, M. L.; RAMBO, L. Sistemas de coberturas do solo no inverno e seus efeitos sobre o rendimento de grãos do milho em sucessão. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p. 928-935, 2007.

SILVA, A. C.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; PAIVA, T. W. B.; SEDIYAMA, C. S. Efeito de doses reduzidas de fluazifop-p-butil no consórcio entre soja e Brachiaria brizantha. **Planta Daninha**, v. 22, n. 3, p. 429-435, 2004.

SILVA, A. P.; INHOFF, S. & CORSI, M. Evaluations soil compaction in an irrigated short-duration grazing system. **Soil and Tillage Research,** v. 70, n. 1, p. 83-90, 2003.

SILVA, A. R. B. da; BENEZ, S. H. Cultivares de milho: produtividade em diferentes sistemas de manejo de solo e espaçamentos. **Energia na Agricultura**, v.20, n.1, p.77-90, 2005.

SILVA, E. C.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; VELOSO, M. E. C. & TRIVELIN, P. C. O. Absorção de nitrogênio nativo do solo pelo milho sob plantio direto em sucessão a plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 4, p. 723-732, 2006.

SILVA, L. S.; MOURA, M. C. C. L.; VALADARES, R. N.; SILVA, R. G.; SILVA, A. F. A. Seleção de variedades de soja em função da densidade de plantio, na microrregião de chapadinha, nordeste maranhense. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 6, n. 2, p. 07-14, 2010.

SILVA, R. P. da, TEIXEIRA. F. A. C, CAMPOS. M. A. O. Efeito da profundidade de semeadura e da carga sobre a roda compactadora no desenvolvimento da soja (*Glycine max*); **Engenharia na Agricultura**, v. 12, n. 3, p. 169-176, 2004.

SILVA, S. C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dosgêneros *Brachiaria e Panicum*. In: II SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: II SIMFOR, 2004. p. 345-385.

SILVA, V. R.; REINERT, D. & REICHERT, J. M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 191-199, 2000.

SILVEIRA, J. C. M. **Desempenho operacional no conjunto trator-semeadora em função da velocidade e rotação no eixo do motor.** 2008, 118f. Tese – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – Universidade Federal de Viçosa. 2008.

SILVEIRA, P. M.; SILVA, J. H.; JUNIOR, M. L.; CUNHA, P. C. R. Atributos do solo e produtividade do milho e do feijoeiro irrigado sob sistema integração lavoura‑pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1170-1175, 2011.

SILVEIRA, J.C.M.; FERNADES, H.C.; MODOLO, A.J.; SILVA, S.L.; TROGELLO, E. Profundidade de sulco, área de solo mobilizada e força de tração de uma semeadora-adubadora emrazão da velocidade de deslocamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n.3, p.293-298, 2011.

SIQUEIRA NETO, M.; VENZKE FILHO, S. P.; PICCOLO, M. C.; CERRI, C. E. P. & CERRI, C. C. Rotação de culturas no sistema plantio direto em Tibagi (PR). - I Sequestro de carbono no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 4, p. 1013-1022, 2009.

SIQUEIRA, R.; CASÃO JÚNIOR, R. **Trabalho no cultivo de grãos e oleaginosas:** máquinas para manejo de coberturas e semeadura no sistema plantio direto. Curitiba: SENAR-PR, 2004. 88 p.

SMITH, C. W.; JOHNSTON, M. A. & LORENTZ, S. Assessing the compaction susceptibility of South African forestry soils. II. Soil properties affecting compactibility and compressibility. **Soil and Tillage Research**, v. 43, p. 335-354, 1997.

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

SPEHAR, C. R.; LANDERS, J. N. Características, limitações e futuro do plantio direto nos cerrados. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, 2., 1997, Passo Fundo. **Anais**. Passo Fundo: Embrapa-CNPT, 1997. p.127-131.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S.; TOMM, G. O. Efeito de pastagens de inverno e de verão em características físicas de solo sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1193‑1200, 2006.

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**, v. 33, n. 1, p. 129-136, 2009.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM. G.O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solos e na produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 3, p. 533-542, 2004.

SPERA, S. T.; SANTOS, H. P.; TOMM, G. O.; KOCHHANN, R. A. Efeito de sistemas de manejo em atributos físicos do solo. **Pesquisa Agropecuária**, v. 13, p. 61-68, 2007.

STONE, L. F.; GUIMARÃES, C. M.; MOREIRA, J. A. A. Compactação do solo na cultura do feijoeiro - I Efeitos nas propriedades físico-hídricas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 207-212, 2002.

STONE, L. F.; BALBINO, L. C.; CUNHA, E. Q. Índice S como indicador da qualidade física do solo. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 34, 2005, Canoas. **Resumos...** Canoas: Universidade Luterana do Brasil, 2005. CD-Rom.

SULC, R. M.; TRACY, B. F. Integrated crop-livestock systems in the U.S. corn belt. **Agronomy Journal**, v. 99, n. 2, p. 335-345, 2007.

SUMNER, M. E. Uso atual do gesso no mundo em solos ácidos. In: SEMINÁRIO SOBRE O USO DO GESSO NA AGRICULTURA, 2., Uberaba, 1992. **Anais.**.. Uberaba: IBRAFOS, 1992. p. 7-4.

TARAWALLY, M. A.; MEDINA, H.; FRÓMETA, M. E.; ITZA, C. A. Field compaction at different soil-water status: effects on pore size distribution and soil water characteristics of a Rhodic Ferralsol in Western Cuba. **Soil and Tillage Research**, v. 76, n. 2, p. 95-103, 2004.

TAYLOR, H. M. & BRAR, G. S. Effect of soil compaction on root development. **Soil and Tillage Research**, v. 19, p. 111-119, 1991.

TEIXEIRA, S. S.; REIS, A. V. dos; MACHADO, A. L. T.; BISOGNIN, A.; SILVEIRA, H. A. T. da. Distribuição longitudinal de sementes de milho com dosador de disco horizontal operando com uma ou duas saídas de sementes. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2417-2421, 2009.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. & FABIAN, A. J. Produção de fitomassa por plantas de cobertura e mineralização de seus resíduos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 421-428, 2008.

TOWNSEND, C. R.; PEREIRA, R. G. A.; COSTA, N. L. **Considerações sobre sistemas de integração lavoura/pecuária na Amazônia**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2009. 29 p.

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. Agrononomy**, v. 27, n. 4, p. 753-759, 2005.

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, PR. **Palestra...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas, 2000. p. 148164.

VIEIRA, L.B.; REIS, E.F. Máquinas para o plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 208, p. 44-54, 2001.

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**, v. 31, n. 6, p. 1271-1280, 2007.

VILELA, L.; MACEDO, M. C. M.; MARTHA JR.; G. B.; KLUTHCOUSKI, J. Benefícios da integração lavoura-pecuária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração Lavoura-Pecuária.** 1. ed. 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. **Anais…** Viçosa- MG: UFV, 1997.