

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ROTAÇÃO E TÉCNICAS DE MANEJO DE BIOMASSA EM
SISTEMA PLANTIO DIRETO NO CULTIVO DE SOJA E MILHO**

Marcelo Boamorte Ravelli

Engenheiro Agrônomo

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ROTAÇÃO E TÉCNICAS DE MANEJO DE BIOMASSA EM
SISTEMA PLANTIO DIRETO NO CULTIVO DE SOJA E MILHO**

Marcelo Boamorte Ravelli

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).

R252r Ravelli, Marcelo Boamorte
Rotação e técnicas de manejo de biomassa em sistema plantio
direto no cultivo de soja e milho / Marcelo Boamorte Ravelli. – –
Jaboticabal, 2016.
xix, 96 p. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2016.

Orientador: Carlos Eduardo Angeli Furlani

Banca examinadora: Rouverson Pereira da Silva, Danilo C.C.
Grotta, Rafael Scabello Bertonha, Adilson J. R. Mello

Bibliografia

1. Culturas de cobertura. 2. Plantio direto. 3. Rotação de culturas.
I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.543:633.15:633.34

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

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Marcelo Boamorte Ravelli – nascido no dia 14 de Maio de 1984, cursou o ensino fundamental e médio na cidade de Araraquara, Estado de São Paulo - Brasil. Em Julho de 2003 ingressou no Curso de Engenharia Agrônômica da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira pela Universidade Estadual Paulista – UNESP. Durante o curso de graduação desenvolveu trabalhos junto ao Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia com as culturas de milho e soja em sistemas conservacionistas e plantio direto. Em 2009 obteve o título de Engenheiro Agrônomo e no ano de 2011 ingressou no Curso de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo) pela mesma Universidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal. Durante o curso foi bolsista da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, onde desempenhou estágio de docência junto à disciplina de Máquinas Agrícolas, participou de bancas de Trabalho de Graduação e co-orientou alunos do curso de Agronomia, e desenvolveu pesquisas referentes à cultura da cana-de-açúcar, abordando temas relacionados à qualidade do plantio mecanizado e semi-mecanizado da cultura adquirindo o título de Mestre em Agronomia em dezembro de 2012. Em 2013 ingressou no Curso de Doutorado do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo) pela mesma Universidade, FCAV/UNESP e, foi convidado no mesmo ano pelo Centro Universitário de Ensino São Bento UNIARA de Araraquara/SP para ministrar a Disciplina Máquinas e Mecanização Agrícola do Curso Engenharia Agrônômica, participando de bancas e orientações de trabalhos de conclusão de curso. Desde 2010 é membro do Grupo LAMMA – Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola, vinculado ao Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, apoiado pela SBEA – Associação Brasileira de Engenharia Agrícola. Foi aprovado no exame geral de qualificação em março de 2015 e submeteu a defesa de tese doutorado em março de 2016.

“Aquele que habita no abrigo do Altíssimo e descansa à sombra do Todo-poderoso pode dizer ao Senhor: Tu és meu refúgio e minha fortaleza, o meu Deus, em quem confio.

Ele o livrará do laço do caçador e do veneno mortal.

Ele o cobrirá com as suas penas, e sob as suas asas você encontrará refúgio; a fidelidade dele será o seu escudo protetor.

Você não temerá o pavor da noite, nem a flecha que voa de dia, nem a peste que se move sorrateira nas trevas, nem a praga que devasta ao meio-dia.

Mil poderão cair ao seu lado, dez mil a sua direita, mas nada o atingirá.

Você simplesmente olhará, e verá o castigo dos ímpios.

Se você fizer do Altíssimo o seu refúgio, nenhum mal o atingirá, desgraça alguma chegará à sua tenda.

Porque a seus anjos ele dará ordens a seu respeito, para que o protejam em todos os seus caminhos; com as mãos eles o segurarão, para que você não tropece em alguma pedra.

Você pisará o leão e a serpente; pisoteará o leão forte e a serpente.

Porque ele me ama, eu o resgatarei; eu o protegerei, pois conhece o meu nome.

Ele clamará a mim, e eu lhe darei resposta, e na adversidade estarei com ele; vou livrá-lo e cobri-lo de honra.

Vida longa eu lhe darei, e lhe mostrarei a minha salvação.”

(Salmo 91, Bíblia Sagrada)

À Deus por me possibilitar a vida;

Meus pais,

Dirceu Barnabé Ravelli e Rosângela Ap. Boamorte Ravelli,
pelo carinho, amor e apoio ao longo de todos os anos de minha vida...

HOMENAGEIO

À minha irmã Taísa Boamorte Ravelli,

OFEREÇO

Aos meus avós paternos Jácomo Ravelli (*in memorian*) e

Elisa Piologo (*in memorian*),

E aos avós maternos Rubens Boamorte (*in memorian*) e

Rosa Abrão Boamorte.

Aos futuros alunos e pesquisadores...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus por permitir e me guiar nesta conquista.

À todos os familiares que sempre estiveram e sempre estarão comigo.

À Universidade Estadual Paulista – UNESP, e a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, Campus de Jaboticabal pela oportunidade de realização do Doutorado.

Ao Departamento de Engenharia Rural pela oportunidade de realizar este trabalho e pela concessão de máquinas, equipamentos.

Ao amigo Prof. Dr. Carlos Eduardo A. Furlani, meu orientador, excelente pessoa de alma incomparável, que me permite e proporciona o desenvolvimento de diversas atividades, compartilhando das boas e más experiências. Obrigado pela orientação, confiança e amizade em mim depositada. Por tudo isso e muito mais, minha eterna gratidão Mestre.

Aos amigos Prof. Dr. João Antônio Galbiatti, Prof. Dr. Rouverson P. da Silva, Prof. Dr. Afonso Lopes e Prof. Dr. David L. Rosalen pelo auxílio, incentivo, orientação e companheirismo desfrutados ao longo do curso.

Aos Professores convidados para compor as Bancas Examinadora de Qualificação e Defesa deste trabalho, as quais sem as mesmas jamais poderia finalizar a obra aqui apresentada.

Aos Professores Dr. José Marques Júnior e equipe, e Marcílio V. Martins Filho do Departamento de Solos e Adubos da FCAV-UNESP, ao Prof. Dr. Newton La Scala Júnior do Departamento de Ciências Exatas da FCAV-UNESP pela colaboração prestada e pela amizade.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Rural: Aparecido Alves, Davi Aparecido Trevizolli, Valdecir Aparício, Sebastião Francisco da Silva.

Aos companheiros(as) amigos(as) do Grupo LAMMA (Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola) pelos inúmeros e divertidos projetos realizados.

À Associação Brasileira de Engenharia Agrícola – SBEA e funcionários.

À Equipe da Seção Técnica de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal – UNESP, em especial a Gabriela

Morello da Silva Marçal Oliveira, Marcia Luciana Natareli dos Santos e Diego Henrique Mafra.

Aos futuros engenheiros agrônomos que fazem estágio no Grupo LAMMA que com toda certeza serão grandes profissionais.

Ao Centro Universitário São Bento de Ensino de Araraquara – UNIARA, pela oportunidade e confiança depositadas.

À todas as outras pessoas que, imperdoavelmente, esqueci-me nesta oportunidade de agradecer, mas que levarei comigo a lembrança de sua ajuda.

E por fim, a todos que estão lendo esta tese neste momento.

SUMÁRIO

	Página
SUMMÁRIO.....	i
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vi
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE EQUAÇÕES.....	xiii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Sistema Plantio Direto - SPD.....	2
2.2 Cobertura vegetal do solo.....	4
2.2.1 Braquiária (<i>Urochloa</i>).....	9
2.2.2 Milheto.....	12
2.2.3 Rotação de culturas.....	14
2.2.4 Manejo da cobertura.....	16
2.3 Cultura da soja.....	20
2.4 Cultura do milho.....	22
2.5 Operação de semeadura direta.....	24
2.6 Distribuição espacial de sementes e emergência de plântulas.....	28
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
3.1 Área experimental.....	31
3.1.1 Localização.....	31
3.1.2 Histórico.....	32
3.1.3 Solo e clima.....	33
3.1.3.1 Histórico meteorológico.....	33
3.1.4 Densidade e teor de água no solo.....	36
3.1.5 Resistência mecânica do solo à penetração – RMSP.....	36
3.2 Caracterização dos tratores.....	37
3.3 Capacidade operacional.....	40

3.4 Força e tração na barra de tração.....	40
3.5 Consumo horário de combustível.....	41
3.5.1 Consumo operacional de combustível.....	41
3.6 Primeiro ano (safra 2011/2012).....	41
3.6.1 Produção de matéria seca e decomposição.....	42
3.6.2 Estandes inicial e final das plântulas de milho.....	42
3.6.3 Produtividade de grãos de milho.....	42
3.6.4 Altura de plantas de milho, altura de inserção da espiga e massa de 100 grãos.....	43
3.6.5 Determinação da capacidade de campo operacional nos manejos e na semeadura.....	43
3.6.6 Delineamento experimental e tratamentos.....	43
3.6.7 Máquinas e implementos.....	45
3.6.8 Insumos agrícolas.....	47
3.6.8.1 Sementes.....	47
3.6.8.2 Fertilizantes e corretivos.....	47
3.6.8.3 Defensivos agrícolas.....	47
3.6.8.4 Sequência de operações.....	47
3.7 Segundo ano (safra 2012/2013).....	49
3.7.1 Estandes inicial e final das plantas de soja.....	49
3.7.2 Características das vagens e grãos da soja.....	50
3.7.3 Produtividade da soja.....	50
3.7.4 Distribuição longitudinal de plântulas de soja.....	50
3.7.5 Número médio de dias para emergência de plântulas de soja.....	51
3.7.6 Delineamento experimental e tratamentos.....	51
3.7.7 Máquinas e implementos.....	52
3.7.8 Insumos agrícolas.....	53
3.7.8.1 Sementes.....	53
3.7.8.2 Fertilizantes e corretivos.....	54
3.7.8.3 Defensivos agrícolas.....	54
3.7.9 Sequência de operações.....	54

3.8 Terceiro ano (safra 2013/2014).....	56
3.8.1 Porcentagem de cobertura vegetal do solo.....	56
3.8.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	56
3.8.3 Máquinas e implementos.....	57
3.8.4 Insumos agrícolas.....	58
3.8.4.1 Sementes.....	58
3.8.4.2 Fertilizantes e corretivos.....	58
3.8.4.3 Defensivos agrícolas.....	59
3.8.5 Sequência de operações.....	59
3.9 Análise estatística.....	60
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
4.1 Primeiro ano (safra 2011/2012).....	61
4.2 Segundo ano (safra 2012/2013).....	68
4.3 Terceiro ano (safra 2013/2014).....	74
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
6. CONCLUSÕES.....	79
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80

ROTAÇÃO E TÉCNICAS DE MANEJO DE BIOMASSA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO NO CULTIVO DE SOJA E MILHO

RESUMO - Espécies forrageiras para o Sistema Plantio Direto são de grande interesse técnico e econômico, pois se apresentam como opções para a formação de pastagens e adubação verde conjuntamente com a rotação de culturas em uma mesma área e mesma estação. O objetivo do experimento foi obter informações quanto às melhores alternativas para o Sistema Plantio Direto em Jaboticabal/SP, região de clima subtropical úmido com estiagem no inverno. O experimento foi desenvolvido em Latossolo Vermelho Eutroférico, no período de 2011 a 2014. Avaliou-se as culturas do milho e soja em Sistema Plantio Direto, em diferentes manejos de culturas de cobertura do solo, bem como a rotação de culturas. As culturas de cobertura utilizadas foram: milheto e braquiária (1º ano) antecedendo o milho; o milheto (2º ano) antecedendo a soja; e três espécies de braquiárias (3º ano) antecedendo o milho. Analisaram-se parâmetros relacionados ao solo, como teor de água, densidade e resistência à penetração; nas plantas, emergência, estandes e produtividade e na operação de semeadura, distribuição longitudinal de plântulas e demanda energética. No primeiro ano houve maior consumo horário para o manejo com rolo-facas, e o consumo operacional para a cobertura com a cultura da braquiária; a semeadura de milho com espaçamento entrelinhas de 0,90 m demandou menor força, potência e consumo, aliado à mesma produtividade do espaçamento de 0,45 m. O segundo ano do experimento foi caracterizado pela produção de matéria seca abaixo da média; para os diferentes manejos sobre a cobertura do milheto houve decomposição homogênea entre os manejos nas áreas experimentais, não havendo influência pelos tratamentos realizados. No terceiro ano onde foram testadas diferentes espécies de braquiárias, a *B. ruzizienses* se destacou em formação de matéria seca, afetando a qualidade da distribuição das sementes de milho na semeadura, aumentando as falhas e espaçamentos duplos, porém houve maior produtividade final; os tratamentos com diferentes velocidades mostraram que menores velocidade garantem melhor qualidade na operação de semeadura, o que é refletido diretamente na produtividade da área. Recomenda-se o sistema plantio direto para a região de Jaboticabal/SP do ponto de vista de produtividade das culturas de verão e conservação dos recursos naturais.

Palavras-chave: cobertura vegetal, manejo de cobertura, semeadura direta, semeadura de grãos.

COVER CROPS ROTATION AND MANAGEMENT TECHNIQUES FOR NO TILL IN SOYBEAN AND CORN CROPS

ABSTRACT - Forage species for no-tillage system represents great technical and economic interests, as they are presented as options for cattle pasture and green fertilizer along with crop rotation in the same area and weather station. The general object of the experiment was to obtain information on the best alternatives for the no-tillage system in Jaboticabal / SP, of humid subtropical climate region with drought in the winter. The experiment was conducted over Oxisoil, during the period 2011 to 2014. The objective was to evaluate corn and soybean crops under no-tillage technique with different managements and rotation of cover crops. Cover crops were: millet and brachiaria (1st year) preceding corn; millet (2nd year) preceding soybean ; and three species of Brachiaria (3rd year) preceding corn. It was analyzed parameters related to soil, like water content, density and mechanical resistance to penetration; for plants, emergency, stands and productivity; and for sowing operation, longitudinal distribution of seedlings and energy demand. In the first year there was a higher consumption for handling cover crops with roll-choper, and also for parameter operating consumption over the culture of brachiaria; corn planting with row spacing of 0.90 m demanded lower traction force, power and consumption, but combined with the same productivity of the reduced spacing (0.45 m). The second year of the experiment was characterized by dry matter production below average; the different managements on millet cover was homogeneous breakdown among managements in the experimental areas, with no influence by the treatments performed. In the third year, *B. ruzizienses* stood out for dry matter formation, affecting the quality of maize seed distribution at sowing, increasing plant failures and double spacing, but there was a higher end productivity; treatments with different speeds showed that lower speed guarantee best quality in sowing operation, which is reflected directly in the productivity of the area. We recommend no-tillage system for the region of Jaboticabal/SP from the standpoint of productivity of summer crops and conservation of natural resources.

Keywords: cover crop, cover management, no-tillage, grain sowing.

LISTA DE ABREVIATURAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
- AIE – altura de inserção de espiga
- AP – altura de planta
- ASAE – American Society of Agricultural Engineers
- C/N - Relação Carbono/Nitrogênio
- CO₂ – Gás Dióxido de carbono
- CCo – capacidade de campo operacional
- CV – coeficiente de variação
- CO – consumo operacional
- ChV – consumo hora volumétrico
- CVol – consumo volumétrico
- cm – centímetros
- CaCl₂ – cloreto de cálcio
- Ca – cálcio
- CTC – capacidade de troca catiônica
- cv – cavalo vapor
- °C – graus centígrados
- DAS – dias após semeadura
- DMS – decomposição da matéria seca
- DAM – dias após manejo
- e - eficiência
- EI – estande inicial
- EF – estande final
- EUA – Estados Unidos da América
- FT – força na barra de tração
- g - gramas
- g kg⁻¹ – relação de gramas por quilograma
- g dm⁻³ – grama por decímetro cúbico
- G_i - número de plântulas emergidas entre as contagens i e (i-1)

ha h⁻¹ – relação de hectares por hora

Hp – horse power

H+Al – acidez potencial

K – potássio

kW – kilo watt força

kN – kilo newton força

kg ha⁻¹ – relação quilograma por hectare

Kg – quilograma

km h⁻¹ – relação de quilômetros por hora

LT – largura de trabalho

L – litros

L ha⁻¹ – relação de litros por hectare

mL ha⁻¹ – relação de mililitro por hectare

M.O. – Matéria orgânica

MS – matéria seca

mm - milímetros

m – metros

M – massa

mg dm⁻³ – miligrama por decímetro cúbico

Mg – magnésio

Mmol_c dm⁻³ – milimol por decímetro cúbico

N - Nitrogênio

N – newton força

NDE - número médio de dias para emergência de plântulas

N_i - número de dias decorridos entre a semeadura e a contagem i

Ph – indicação potencial hidrogeniônico

P. resina – fósforo resina

PROD – produtividade

PMS – produção de matéria seca

PB – potência na barra de tração

PRNT – poder relativo de neutralização total

rpm – rotações por minuto

RMSP – resistência mecânica do solo à penetração

SPD - Sistema Plantio Direto

SB – soma de bases

t ha⁻¹ – relação tonelada por hectare

T - tratamento

TDA - Tração Dianteira Auxiliar

v – velocidade

V% - saturação por base

% - porcentagem

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Classificação do ciclo da soja em dias para diferentes regiões do Brasil.....	21
2. Análise granulométrica simples do solo na camada de 0 – 20 cm.....	33
3. Análise química do solo na camada de 0 – 20 cm.....	33
4. Médias das variáveis velocidade (V), força de tração (FT), potência na barra (PB), consumo hora (ChV), capacidade de campo operacional (CCo), consumo operacional (CO) e patinagem (%)......	63
5. Interação dos fatores espaçamento e cobertura para a variável consumo operacional (Lha^{-1}).....	64
6. Interação dos fatores espaçamento e manejo para a variável consumo horário (Lh^{-1}).....	65
7. Interação tripla entre os fatores espaçamento, manejo e cobertura para a variável consumo horário ($L h^{-1}$).....	65
8. Síntese da análise de variância para produtividade (PROD), estande inicial (EI), estande final (EF), massa de cem grãos (M100), altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AIE).....	66
9. Interação dos fatores cobertura e manejo para a variável altura plantas (m).....	66
10. Interação dos fatores cobertura e manejo para a variável altura de inserção de espigas (m).....	67
11. Produção da matéria seca (PMS) da cultura do milho aos 30, 45, 60, 90, 115 DAS e no dia do manejo (125 DAS).....	61
12. Decomposição da matéria seca (DMS) do milho e plantas daninhas em dias após o manejo (DAM) do milho.....	70
13. Teor de água no solo e densidade no momento da determinação da RMSP e anterior à semeadura da cultura da soja.....	70
14. Distribuição longitudinal de plântulas de soja em normal, duplo e falho e os dias para a emergência de plântulas.....	71
15. Estandes inicial, final e características das plantas de soja.....	73

16. Demanda energética do conjunto motomecanizado trator-semeadora-adubadora na semeadura da soja.....	74
17. Matéria seca e % de cobertura da parte aérea das coberturas vegetais.....	75
18. Estandes inicial, final e características das plantas de milho.....	76
19. Demanda energética do conjunto motomecanizado trator-semeadora-adubadora na semeadura do milho.....	77

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Foto aérea da área experimental (Fonte: Google Earth, 2013).....	31
2. Dados meteorológicos ano 2010.....	34
3. Dados meteorológicos ano 2011.....	34
4. Dados meteorológicos ano 2012.....	35
5. Dados meteorológicos ano 2013.....	35
6. Dados meteorológicos ano 2014.....	36
7. Trator Valtra modelo BM 125 instrumentado.....	38
8. Trator Massey Ferguson modelo 285.....	38
9. Trator Massey Ferguson modelo 275.....	39
10. Datalogger CR23X.....	39
11. Radar Dickey John.....	39
12. Célula de carga.....	39
13. Medidor de consumo de combustível.....	35

14. Croqui da área experimental safra 2011/2012, distribuição das parcelas no campo.....	44
15. Triturador de restos culturais.....	45
16. Rolo-facas.....	46
17. Pulverizador de barras.....	46
18. Croqui da área experimental safra 2012/2013, distribuição das parcelas no campo.....	52
19. Croqui da área experimental safra 2013/2014, distribuição das parcelas no campo.....	57

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação	Página
1. CAPACIDADE OPERACIONAL (CCo)	35
2. FORÇA E TRAÇÃO NA BARRA DE TRAÇÃO (FT).....	35
3. CONSUMO OPERACIONAL DE COMBUSTÍVEL (CO).....	36
4. NÚMERO MÉDIO DE DIAS PARA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE SOJA.	45

1. INTRODUÇÃO

Resultados de pesquisas gerados recentemente permitem concluir que o Sistema Plantio Direto (SPD) de produção agrícola é eficiente na conservação de solo e água, devido suas características e fundamentos, mas principalmente do não revolvimento do solo, rotação de culturas e acúmulo progressivo de resíduos vegetais sobre a superfície do solo.

No ecossistema, o solo pode ser considerado como um elemento determinante para o crescimento das plantas, pois seus atributos físicos e químicos atuam diretamente no processo de estabelecimento e desenvolvimento das mesmas. A técnica SPD quando bem aplicada compreende três capacidades, a saber: desenvolvimento ambiental, ecológico, social. É importante explorar este pressuposto pelo enfoque do uso do solo e da água no meio rural e ambiente, bem como das técnicas e equipamentos utilizados na produção agrícola.

As espécies forrageiras representam plantas de grande interesse econômico, pois se apresentam como opções para a formação de pastagens e adubação verde conjuntamente com a rotação de culturas em uma mesma área e mesma estação, porém para não interferir no processo de implantação de culturas subsequentes, a palha deve ser manejada adequadamente.

O objetivo de desenvolvimento do experimento foi a obtenção de informações quanto as melhores alternativas para o sistema plantio direto em regiões com características semelhantes às de Jaboticabal/SP, nas culturas de milho e soja, em diferentes manejos de culturas de cobertura do solo, bem como a rotação de culturas. Os aspectos de avaliação foram: quantificar a demanda energética e capacidades operacional das máquinas agrícolas, parâmetros de solo (físicos e químicos), assim como as características agronômicas da cultura da soja e do milho e acúmulo de matéria seca de palha sobre o solo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SISTEMA PLANTIO DIRETO - SPD

Um dos maiores avanços no processo produtivo da agricultura brasileira foi a introdução do SPD no Sul do Brasil, a partir do início da década de 1970. Seu objetivo básico inicial foi controlar a erosão hídrica. A evolução deste sistema se tornou possível em virtude ao trabalho articulado de agricultores, pesquisadores, indústria de máquinas agrícolas, e técnicos interessados em reverter o processo acelerado de degradação do solo e da água observado em nosso país. Em solos de igual declividade, o SPD reduz as perdas de solo e de água em relação às áreas onde há sistema convencional de preparo com revolvimento do solo (OLIVEIRA et al., 2002; PRASUHN, 2012 e SOANE et al., 2012).

Com crescimento inicial pouco expressivo em termos de área, foi a partir da década de 1990 que ocorreu grande expansão da área sob cultivo SPD, tanto na região Sul como na região do Cerrado, onde o SPD começou apenas a ser utilizado nos anos 1980 (CERVI, 2003).

No Brasil, os estudos pioneiros de Ramos (1976) mostraram a eficiência do SPD no controle das perdas de solo por erosão. Posteriormente Muzilli (1985) avaliando a fertilidade do solo em SPD, constatou diferenças significativas quanto ao acúmulo de nutrientes no SPD em relação ao preparo convencional.

Atualmente são cultivados no Brasil cerca de 57,8 milhões de hectares sob SPD, estando distribuídos principalmente entres as culturas de soja, milho e arroz (CONAB, 2015).

Pesquisas geradas recentemente permitem concluir que o SPD é um sistema eficiente de conservação de solo, devido suas características e fundamentos, mas principalmente do não revolvimento do solo, rotação de culturas e acúmulo progressivo de restos vegetais sobre a superfície do solo.

O termo plantio direto origina-se da ideia de plantar diretamente sobre o solo não preparado e o termo “na palha” acrescenta a ideia de manter o solo sempre protegido por resíduos (CARDOSO, 1998). De acordo com este mesmo autor, o plantio direto originou-se da necessidade de suprimir a erosão, e que este efeito, resulta do controle

do escoamento da água da chuva por meio de resíduos que reduzem a sua velocidade, dando mais tempo para sua infiltração e ainda minimizando o impacto das gotas de chuva.

O plantio direto na agricultura completamente mecanizada é definido como um sistema de semeadura no qual a semente é depositada diretamente em solo não preparado. Os resíduos vegetais da cultura anterior permanecem na superfície do solo e as plantas invasoras são controladas quimicamente. Fundamenta-se na substituição gradativa de processos mecânicos-químico por processos biológico-culturais de manejo do solo e maior eficiência econômica decorrente da redução de gastos com insumos, energia e controle da erosão (MUZILLI, 1985; DERPSCHE et al., 1991 e MUZILLI et al., 1997).

Fundamentalmente, o manejo de plantas invasoras é muitas vezes o fator limitante na adaptação dos sistemas de cultivo reduzido da lavoura, como o SPD (SHRESTHA et al., 2006; SOANE et al., 2012). Em SPD, antes da semeadura da cultura principal, as plantas invasoras são geralmente controladas por aplicação de herbicidas não seletivos, como glifosato. O glifosato é o herbicida mais utilizado em todo o mundo (POWLES, 2008).

O uso generalizado desse herbicida no SPD ganhou grande preocupação recentemente, devido ao desenvolvimento de biótipos de plantas invasoras resistentes ao glifosato (HEAP, 2011). Além disso, este herbicida pode ter efeitos adversos sobre a cultura principal (NEUMANN et al., 2006; TESHAMARIAM et al., 2009), macro e microrganismos (KREMER e MEANS, 2009), bem como doenças de plantas (HENRIKSEN e ELEN, 2005; JOHAL e HUBER, 2009; FERNANDEZ et al., 2009).

Além disso, a preocupação pública sobre a saúde e os riscos ambientais com uso de herbicidas está aumentando. Assim, uma redução ou substituição do glifosato como ferramenta para manejo de plantas invasoras é interessante. Conseqüentemente, menos dependente de métodos químicos para controlar as plantas invasoras reduziria o impacto ambiental dos sistemas produtivos conservacionistas (DORN et al., 2013).

Tais métodos podem ser a introdução de culturas de cobertura e controle mecânico, em vez de controlar quimicamente as plantas invasoras e culturas de cobertura antes da semeadura das principais culturas. Plantas de cobertura tem se

mostrado eficazes na eliminação de plantas invasoras (HILTBRUNNER et al., 2007a; TEASDALE et al., 2007; KRUIDHOF et al., 2008).

Culturas de cobertura vivas competem com plantas invasoras por espaço, luz, água e nutrientes (HILTBRUNNER et al., 2007b). Além disso, a cobertura com resíduos remanescentes na superfície do solo e a construção de uma camada de palha reduzem a germinação de sementes de plantas invasoras bem como a emergência das mesmas (PEACHEY et al., 2004) e seu estabelecimento (TEASDALE e MOHLER, 2000; KRUIDHOF et al., 2008).

Ademais, as culturas de cobertura (IQBAL et al., 2002), bem como a palha das mesmas (SINGH et al., 2003) quando incorporadas ao solo, são conhecidas pela liberação de aleloquímicos que podem reduzir a emergência de plantas invasoras e seu crescimento (KRUIDHOF et al., 2009).

Geralmente, o nível de supressão de plantas invasoras depende da quantidade da biomassa (palha) com uma relação exponencial entre a massa da palhada e o surgimento de plantas invasoras (TEASDALE e MOHLER, 2000).

No entanto, a contribuição de culturas de cobertura para supressão de plantas invasoras não é claramente entendida e não pode fornecer controle completo das plantas invasoras (WILLIAMS et al., 1998; TEASDALE e ROSECRANCE, 2003) ou controle de plantas invasoras é incompleto (HATCHER e MELANDER, 2003).

2.2 COBERTURA VEGETAL DO SOLO

O agrossistema é um sistema complexo onde intervêm diversos componentes: culturas, plantas invasoras, microrganismos, clima e solo. Este sistema precisa ser entendido como um conjunto, pois só a partir do conhecimento da biologia das espécies e das relações desenvolvidas entre elas e o meio em que estão inseridas, é que poderão ser desenvolvidos modelos eficientes de manejo de plantas invasoras em áreas agrícolas (FERNANDEZ-QUINTANILLA, 1990).

As plantas cultivadas dependem de vários fatores ambientais para completar seu ciclo, e muitos destes fatores influenciam em seu potencial produtivo. Esses fatores, denominados ecológicos, podem ser bióticos ou abióticos. Os primeiros são aqueles

provenientes da ação de elementos vivos do ecossistema, já os segundos são consequência da atuação de elementos não vivos do ambiente, como os fatores climáticos e edáficos (PITELLI e PITELLI, 2004).

Assim, a presença de plantas invasoras nos agrossistemas pode proporcionar uma interferência sobre as plantas cultivadas, afetando a produtividade da cultura e a operacionalização do sistema empregado (PITELLI e PITELLI, 2004).

É conhecido que os efeitos negativos observados no crescimento, desenvolvimento e produtividade devido à presença de plantas invasoras, não devem ser atribuídos exclusivamente à competição imposta por estas últimas e sim, a uma série de efeitos, tanto diretos como indiretos. A esse efeito global denomina-se interferência. Em um sentido amplo, este termo refere-se ao conjunto de ações que uma determinada cultura recebe em decorrência da presença de plantas invasoras num determinado local (PITELLI, 1985).

Segundo Gelmini, Novo e De Negri (1988) a presença de plantas invasoras em áreas agrícolas está relacionada com o clima e o manejo da água e do solo, podendo assim proporcionar condições específicas para que determinadas espécies predominem.

A cobertura do solo, com o objetivo de reduzir a densidade populacional e/ou crescimento de plantas invasoras, é comum desde os impérios Chinês e Romano. Os benefícios do uso da cobertura morta só puderam ser aproveitados, em grandes culturas, depois do desenvolvimento de herbicidas e de equipamentos de semeadura para o sistema plantio direto, na segunda metade deste século (SHEAR, 1985, citado por VIDAL et al., 1998). Os autores constataram que o aumento da cobertura diminui a infestação de plantas invasoras.

A cobertura vegetal é uma defesa natural de um terreno contra a erosão e dentre os seus benefícios pode-se citar: a) proteção direta contra o impacto de gotas de chuva; b) dispersão de água antes que atinja o solo; c) decomposição das raízes das plantas que, formando canálculos no solo, aumentam a infiltração da água; d) melhora da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção de água e; e) diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada, pelo aumento de atrito na superfície (BERTONI & LOMBARDINI NETO, 1999). Assim a

cobertura vegetal aumenta a quantidade de água infiltrada e armazenada, pela proteção da superfície do solo e aumento no tempo de início de enxurrada.

Foster (1982) discute que, dentre os diversos fatores que afetam a erosão, está a erodibilidade do solo. Esta é uma característica relacionada ao tipo de solo, sendo alguns naturalmente mais susceptíveis à erosão do que outros. No entanto, preparos continuados e intensos podem provocar o colapso da estrutura do solo, diminuindo o teor de matéria orgânica, provocando compactação por tráfego de máquinas e aumentando com isso sua erodibilidade. Da mesma forma, descreve como é importante a cobertura do solo, sendo esta considerada o fator isolado de maior controle sobre a erosão.

De acordo com Cardoso (1998), os resíduos e as plantas que recobrem o solo evitam que a superfície se aqueça e a temperatura elevada do solo desnudo prejudique as sementes em processo de germinação e as plântulas recém-germinadas. As superfícies quentes, juntamente com a ventilação, favorecem a evaporação, com perda de umidade, o que pode trazer prejuízo se coincidir com uma parada de chuvas. A proteção do solo por cobertura vegetal morta ou viva é parte fundamental do sistema e, a partir de 4 ton ha⁻¹ o escoamento superficial é nulo.

A temperatura do solo é influenciada pela cobertura vegetal em sua superfície. Furlani (2000) constatou que a temperatura é superior em sistema convencional de preparo de solo quando comparado ao sistema plantio direto nos primeiros 5 cm de profundidade.

No entanto, a espécie de cobertura vegetal a ser utilizada tem sido motivo de estudos devido as diferentes condições climáticas encontradas ao longo do território brasileiro. A fim de manter a palha como cobertura até o desenvolvimento da cultura sucessora, em condições de alta temperatura e alta pluviosidade, resíduos de maior relação C/N (carbono/nitrogênio) deverão ser mais utilizados em plantio direto, pois quanto maior essa relação, mais lenta é a decomposição dos resíduos (SIMIDU et al., 2010).

Em rotação com forrageiras, várias culturas têm sido empregadas, porém o milho e a soja têm preferência devido à sua tradição de cultivo e ao grande número de híbridos e cultivares comerciais adaptados a diferentes regiões do Brasil.

Para culturas de verão, como milho e soja, semeadas em plantio direto sobre cobertura do solo de lenta decomposição e ação alelopática, tem-se a possibilidade de se reduzir o uso de herbicidas (ALMEIDA, 1998).

No sistema de preparo convencional a cultura de cobertura é geralmente manejada e incorporada antes ou durante preparo do solo, e é comumente referido como "adubação verde", ao passo que em preparo reduzido ou sistema plantio direto a cultura de cobertura é geralmente morta pela aplicação de um ou mais herbicidas (SNAPP et al., 2005; TEASDALE e ROSECRANCE, 2003; TEASDALE e SHIRLEY, 1998; CLARK, 2007).

O uso de herbicidas pode ser oneroso em termos de qualidade ambiental. Conseqüentemente, pesquisadores testaram herbicidas (taxas baixas) combinando com intervenções mecânicas selecionando equipamentos que não perturbe ou enterre resíduos vegetais tais como roçadora manual, rolo tombador, rolo faca, triturador de palhas, entre outros (TEASDALE e ROSECRANE, 2003; HUMANES e PASTOR, 1995; CREAMER e DABNEY, 2002; CREAMER et al., 1995; KORNECKI et al., 2009; KORNECKI et al., 2009; KORNECKI et al., 2010; MIRSKY et al., 2009).

Desvantagens das culturas de cobertura incluem custos financeiros e ambientais adicionais relacionados com a sua semeadura, gestão e controle antes da semeadura da cultura principal no sistema de cultivo, eliminação de plantas invasoras em lavouras subsequentes, doenças e alojamento de inseto e pragas danosas à cultura principal (REICOSKY e FORCELLA, 1998; SNAPP et al., 2005).

O nutriente que mais limita o crescimento das plantas é o nitrogênio, portanto, a utilização de adubos verdes, capazes de fazer a fixação biológica de nitrogênio eficientemente, pode representar considerável contribuição para os sistemas de produção (BODDEY et al., 1997).

Na adubação verde pode-se utilizar plantas da família das leguminosas que fixam quantidades expressivas de nitrogênio, contribuindo com as culturas subsequentes, com relação C/N baixa, favorece sua decomposição (PERIN et al., 2003, ANDREOLA et al., 2000), porém o emprego de uma não leguminosa, como por exemplo uma gramínea, pode reter esse nutriente na biomassa, que pela sua baixa taxa de decomposição pode proteger mais o solo (BORTOLINI et al., 2000).

Culturas de cobertura leguminosas podem fixar o nitrogênio atmosférico, reduzindo assim custos com insumos e lixiviações de nitratos que podem causar contaminação das águas subterrâneas como fazem os cereais e gramíneas (REICOSKY e FORCELLA, 1998; DABNEY et al., 2001; SNAPP et al., 2005; WEINERT et al., 2002; MAYS et al., 2003).

Um dos problemas para a implantação do sistema plantio direto, diz respeito ao prévio condicionamento do solo, devido ao alto custo e pouca rentabilidade inicial; uma alternativa para estabelecer o plantio sem esse prévio condicionamento, segundo Grego e Benez (1999) é o uso da cobertura vegetal espontânea e da cobertura formada pela própria cultura produtiva.

Saturino (2001) comenta que pesquisadores e produtores salientam um sistema plantio direto realizado com competência com rotação de culturas e sequencias que impliquem boa formação de palha tem menos problemas de doenças e pragas que nos sistemas convencionais. Por outro lado, Kluthcouski et al. (2000) citam que em condições climáticas, como no cerrado, é difícil a formação e manutenção da palha em quantidades suficientes para proteger o solo, aliado a isso a intensa movimentação de máquinas e implementos agrícolas, pode favorecer o surgimento de problemas decorrentes do uso continuado do sistema plantio direto, como: compactação/adensamento do solo, salinização devido à constante deposição dos fertilizantes minerais na superfície.

Para Alvarenga et al. (2001) é importante conhecer o potencial das espécies escolhidas como cultura de cobertura a respeito de serem hospedeiras de pragas e doenças. Devem ser escolhidas para fim de culturas de cobertura, espécies que produzem grande quantidade de matéria seca, rápido crescimento, sistema radicular profundo, resistente ao ataque de pragas e doenças, com exigências relativamente baixa quanto ao preparo, fertilidade do solo e fácil manejo.

A decomposição de resíduos das culturas é uma variável importante na ciclagem de nutrientes em SPD e o conhecimento de sua dinâmica é fundamental para a compreensão do processo, uma vez que o conhecimento desta ciclagem resultará em sua utilização mais eficiente pelas culturas e principalmente, na redução dos impactos negativos causados ao ambiente (KLIEMANN; BRAZ; SILVEIRA, 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 a proteção do solo. Entretanto, quanto mais altos forem os conteúdos de lignina e a relação C/N nos resíduos, tanto mais lenta será a sua decomposição (FLOSS, 2000).

Pode-se, portanto, agrupar as espécies vegetais em duas classes gerais, uma de decomposição rápida (leguminosas) e outra de decomposição lenta (gramíneas), sendo bem aceito um valor de relação C/N próximo a 25, como referência de separação entre elas (WIEDER e LANG, 1982).

O manejo dos resíduos culturais, em superfície ou incorporados ao solo, resulta em variadas velocidades de decomposição. Todavia, não existe consenso nos trabalhos da literatura, com relação ao melhor método para avaliação desta decomposição, sendo a concentração de N e/ou as relações C/N e lignina/N sugeridas por alguns autores (MELLILO; ABER, MURATORE, 1982; BERG, 1986). Esta decomposição por meio da incubação de material vegetal com solo, em laboratório ou no campo, sendo esta taxa estimada pela perda de massa decorrente da liberação de carbono na forma de CO₂ (SILVA et al., 1997; SCHUNKE, 1998).

2.2.1 BRACHIARIA (*UROCHLOA*)

As gramíneas forrageiras representam grande interesse econômico, sendo as espécies tropicais as opções para formação de pastagens e adubação verde no Brasil. O gênero *Brachiaria* têm-se estabelecido pela capacidade de adaptação às diferentes condições ambientais e de manejo (CRUZ, 2010).

As gramíneas do gênero *Brachiaria* originaram-se do leste da África e hoje representam um marco na agricultura brasileira, pois ocupam grandes áreas em todo território nacional. O gênero pertence à tribo *Paniceae* da família *Poaceae*, abrange mais de 100 espécies distribuídas principalmente nos trópicos (VALLE e MILES, 2010; MONTEIRO et al., 1974).

No Brasil, de acordo com Sendulsky (1977), levantamentos efetuados indicam a presença de 16 espécies entre exóticas e nativas, sendo que as quatro mais utilizadas

como plantas forrageiras são de origem africana: *B. brizantha*, *B. decumbens*, *B. ruziziensis* e *B. humidicola*.

Cultivares de *Brachiaria* ocupam de 80 a 85% das áreas de pastagem plantadas no Brasil tropical (FRANCO, 2006), sendo que a maior parte da exploração na região dos cerrados emprega pastagens de *B. decumbens* cv. Basilisk, *B. humidicola* e *B. brizantha* cv. Marandu, diferentemente do que acontece com outras grandes culturas, como soja e milho, que possuem inúmeras cultivares liberadas no mercado.

A primeira introdução oficial de *Brachiaria* no Brasil, em 1952, foi um acesso de *B. decumbens*, a qual foi realizada pelo Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN) em Belém, Pará (SERRÃO e SIMÃO NETO, 1971). Mais tarde, esta ficou conhecida com cv. Ipean, porém devido sua baixa produção de sementes não atingiu importância comercial no país.

Uma segunda cultivar de *B. decumbens*, foi introduzida no início da década de 60 pelo Instituto de Pesquisas Internacionais (IRI) em Matão, SP. Esta denominada de cultivar Basilisk, originária de Uganda, África, foi levada para a Austrália em 1930, e posteriormente trazida ao Brasil, onde demonstrou excelente adaptação às condições locais e logo se tornou a principal espécie forrageira no país (PIZARRO et al., 1996). Nesta mesma época, também foram introduzidas no Brasil cultivares de *B. ruziziensis*, *B. arrecta* e *B. humidicola*, cultivares que ainda hoje são comercializadas no país com exceção da *B. arrecta*.

Os problemas causados pelas cigarrinhas-das-pastagens nessas extensas áreas formadas com *B. decumbens* causaram grandes prejuízos à pecuária brasileira daquela época. A fotossensibilização, principalmente em bezerros, surgiu como outro problema observado em pastagens implantadas com a cv. Basilisk, fazendo com que ocorresse a busca por novas variedades.

Em 1984, a liberação *B. brizantha* cv. Marandu (NUNES et al., 1984), que apresenta resistência às cigarrinhas, fez com que ocorresse gradual substituição das áreas de pastagens implantadas com *B. decumbens* pelo popularmente conhecido “capim-braquiarião”, constituindo-se um novo monocultivo que dura até os dias de hoje. A *B. brizantha* pode atingir de 1,5 a 2,5 m de altura em condições de livre crescimento. Possuem perfilhos predominantemente eretos e folhas com bainha inteiramente pilosa,

lâmina foliar glabra na face abaxial e com pêlos curtos e esparsos na face adaxial, conferindo aspereza.

A *Brachiaria brizantha* é uma espécie originária da África e apresenta grande diversidade de tipos. É descrita como uma planta perene, cespitosa, muito robusta, lâminas foliares linear-lanceoladas, com colmos iniciais prostrados, mas produzindo perfilhos predominantemente eretos (SOARES FILHO, 1994).

A *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim-marandu) é um dos cultivares forrageiros mais utilizados nas áreas de pastagens para pecuária no Brasil Central, em função das suas características, como tolerância à restrição na fertilidade do solo, resistência à cigarrinha das pastagens, elevadas produtividade quando devidamente adubada e manejada (ANDRADE; VALENTIM, 2007). Estima-se que de 50-60% das áreas de pastagens cultivadas estejam ocupadas com essa gramínea, na região Centro-Oeste (MACEDO, 2005). Na região Norte, as estimativas são de aproximadamente 65% (DIAS FILHO e ANDRADE, 2005).

De acordo com Marochi (2006) a *B. ruziziensis* preenche os requisitos como cobertura morta para o SPD, pois pode ser consorciada com milho para obtenção de palha (a alta relação C/N permite a presença da palha de *B. ruziziensis* por período mais longo), também com milho safrinha respeitando-se a melhor época de semeadura, e pode ser utilizada na Integração Lavoura-Pecuária (ILP).

O mesmo autor afirma que a *B. ruziziensis* apresenta hábito de crescimento cespitoso o que resulta em 100% de cobertura do solo facilitando a semeadura e auxilia na redução de patógenos (Rizoctonia, Fusarium, Cercospora, Diplodia e Antracnose). Possui baixa exigência nutricional e hídrica com elevada produção de massa verde (média de 40 t ha⁻¹).

Alterações sazonais nas condições ambientais promovem variações na produção e na composição da forragem. As produções de matéria seca da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, quando amostradas aos 35 dias, em corte único em cada estação do ano variaram entre 3,76 t ha⁻¹ na primavera, 2,03 t ha⁻¹ no verão, 1,19 t ha⁻¹ no outono e 0,95 t ha⁻¹ no inverno (GERDES et al. 2000).

Hodgson e Silva (2002) estudando produção de matéria seca da *B. brizantha* cv. Marandu coletadas com 20 a 40 cm de altura do dossel forrageiro é de 12 a 15 t ha⁻¹,

enquanto que Hernandez et al. (1995) em trabalhos com a mesma espécie encontrou valores de 3,5 a 6 t ha⁻¹, Zervoudakis et al. (2002) encontraram valores que variam de 13 a 15 t ha⁻¹, Kabeya et al. (2002) valor de 4,5 t ha⁻¹ e Bittencourt e Veiga (2001), encontraram valores de 2 a 4,5 t ha⁻¹. Esses resultados variam de acordo com a estação do ano, pois a *B. brizantha* é responsiva à adubação, podendo ser encontradas produções bastante elevadas de até 36 toneladas de matéria seca por hectare por ano (GHISI e PEDREIRA, 1987), tendo essas pastagens um bom tempo de formação.

A capacidade de produção da pastagem esta intrinsecamente relacionada às condições de ambiente prevaletentes na área e às práticas de manejo adotadas, sendo assim, fatores como a temperatura, luminosidade, água e nutrientes condicionam o potencial fotossintético do dossel, em decorrência de alterações na área foliar e na capacidade fotossintética da planta (MARCELINO et al., 2006). Nessas condições deve-se dar preferência ao cultivo de gramíneas de alta relação C/N para acelerar a formação da camada de palhada no solo.

2.2.2 MILHETO

Pertencente à família *Poaceae*, subfamília *Panicoideae*, tribo *Paniceae*, gênero *Pennisetum* (BRUKEN, 1977), o milheto apresenta variada história taxonômica entre as quais se destacam *P.typhoides* Stapf e Hubbard, *P. americanum* (L.) Leeke, sendo comum em trabalhos a utilização destes nomes científicos. Entretanto, a nomenclatura atualmente reconhecida como mais apropriada e autêntica é *Pennisetum glaucum* (L) R. Br. (ANDREWS & RAJEWSKI, 1995; BARBOSA et al., 2003).

Caracteriza-se por ser de ciclo vegetativo anual, porte ereto, podendo atingir de um a 4 metros de altura. Os caules são compactos, exceto abaixo da panícula contraída (espiga). As folhas medem de 20 a 100 cm de comprimento e de 5 a 10 mm de largura. A inflorescência é uma densa ou contraída espiga com 10 a 50 cm de comprimento e 0,5 a 4,0 cm de diâmetro, com formato cilíndrico e estreitado no ápice ou nas duas extremidades (BOGDAN, 1977).

Nesse contexto, o rendimento da cultura do milho quanto à produtividade, é o resultado da interação do potencial genético do material, das práticas de manejo e das condições climáticas durante o desenvolvimento da planta.

O milho é uma cultura utilizada no sistema plantio direto para a formação de palhada, que pode ser utilizado também na rotação lavoura-pecuária e ainda para rotação com culturas comerciais como o caso da soja e milho (MORAES e MARASCHIN, 1998; EMBRAPA, 1997).

Segundo Salton e Kichel (1998) o milho (*Pennisetum americanum* ou *P. tryphoidium* (CLEER) Perl. Millet) é originário das savanas africanas com capacidade de produzir grãos em condições extremamente secas, em solos de baixa fertilidade e responde bem a adubações, tendo ciclo médio em torno de 130 dias. Apresenta elevada taxa de crescimento inicial proporcionando rápida cobertura do solo. A semeadura pode ser a lanço ou em linha com espaçamento entre 0,20 e 0,25 m com um consumo de sementes de 15 a 20 kg ha⁻¹. Faz ciclagem de nutrientes com raízes vigorosas e abundantes permitindo a recuperação de nutrientes até 2 m de profundidade. Os autores citam que o manejo pode ser realizado com rolo-faca, triturador ou herbicida, no entanto quando semeado na primavera deve ser dessecado antes da implantação da soja. A aplicação de herbicida deverá ocorrer quando a cultura apresentar cerca de 5% das plantas com panículas, que é um limite de tempo seguro, oferecendo tempo suficiente para a dessecação da cultura e impedindo a formação de sementes.

No Brasil o cultivo do milho está voltado principalmente para a produção de palha e nutrição animal. Segundo Geraldo et al. (2000) a introdução de genótipos selecionados para a produção de grãos poderia propiciar uma renda adicional aos produtores.

A viabilidade de uso do milho na entressafra destaca-se devido à rapidez com que cobre o solo. O uso da cultura no sistema plantio direto deve-se a formação de uma ótima cobertura vegetal. O manejo com herbicida apresentou melhores resultados quando comparado com métodos mecânicos, tais como: roçadora, triturador de palhas, grade e rolo-facas (CARNEIRO & BORGES, 1995).

2.2.3 ROTAÇÃO DE CULTURAS

A rotação de culturas consiste na alternância de espécies vegetais em uma mesma área e mesma estação, observando-se um período mínimo sem cultivo da mesma espécie (SALTON et al., 1998). Esta prática, indispensável, não é observada com frequência (BORTOLINI, 2005).

No Brasil a monocultura é uma prática generalizada, afetando os custos de produção e os índices de produtividade das culturas. A degradação dos solos, erosão, doenças, pragas e plantas invasoras, vislumbram a decadência dessa prática (SANTOS et al., 1993).

Calegari (1998) cita que para se compor um sistema de rotação de culturas é fundamental a escolha das plantas de cobertura do solo e adubação verde. Entretanto, a escolha dessas plantas, considerando-se a melhor época de semeadura, tem sido o grande entrave para o êxito do sistema e pela falta de informações o uso das espécies ainda não está sendo efetuado de forma compatível quanto ao clima e solo, afirmam Grego et al. (2001).

Segundo Bertol et al. (2004) as rotações de culturas apresentam melhores resultados do que as sucessões sobre as propriedades físicas do solo e de acordo com Tormena et al. (2004), as rotações de culturas são indicadas para o manejo físico do solo, em razão do maior aporte de matéria orgânica e bioporosidade do solo.

Para a implantação e manutenção do sistema de plantio direto é indispensável que o sistema de rotação de culturas promova a permanência de uma quantidade mínima de palha que nunca deve ser inferior a $2,0 \text{ t ha}^{-1}$ de matéria seca. Visando isto a soja contribui pouco, raramente passando de $2,5 \text{ t ha}^{-1}$ de massa seca, porém o milho tem a vantagem de deixar grande quantidade de restos culturais (mais de 10 t ha^{-1}). As braquiárias também apresentam estas características e são excelentes alternativas nas áreas de integração lavoura pecuária (BRANQUINHO, 2003). No entanto as leguminosas melhoram as características físicas, químicas e biológicas do solo e tem sido utilizadas em rotações de culturas.

O cultivo do milho rotacionado com soja apresenta aspectos positivos, pois utilizam praticamente os mesmos tipos de máquinas, equipamentos e instalações,

resultando em menor custo de produção, melhor uso dos nutrientes do solo devido aos sistemas radiculares explorarem diferentes profundidades e por não ser o milho multiplicador de patógenos causadores de doenças na soja (MELO FILHO & RICHETTI, 1997).

A escolha da cobertura vegetal do solo, para compor esquemas de rotação de culturas deve, sempre que possível, ser feita no sentido de obter grande quantidade de biomassa. Plantas forrageiras, gramíneas e leguminosas, anuais ou semiperenes são apropriadas para essa finalidade. Além disso, deve-se dar preferência às plantas fixadoras de nitrogênio, com sistema radicular profundo e abundante, para promover a ciclagem de nutrientes (EMBRAPA, 2003).

De acordo com Guimarães (2000), a implantação do sistema plantio direto nas áreas agrícolas cultivadas requer alguns pré-requisitos, porém a rotação e/ou sucessão de culturas é o mais importante. Por isso ela deve ser previamente planejada, pois nas condições de cerrado, temperaturas elevadas associadas à adequada umidade promovem a rápida decomposição dos resíduos vegetais, tanto daqueles que são incorporados quanto os que ficam na superfície do solo.

Um importante componente a ser considerado como limitante ao uso da rotação de culturas diz respeito ao pragmatismo do produtor rural que é o de avaliar somente os resultados de uma safra isolada, perdendo assim a oportunidade de entendimento do sistema como um todo, além da não observação detalhada dos efeitos favoráveis da rotação de culturas no solo e, principalmente, ao longo do tempo, na racionalização do uso dos insumos e conseqüentemente diminuição dos custos de produção (CALEGARI, 2002). O mesmo autor cita ainda que empregando-se no sistema plantio direto plantas de cobertura adequadamente conduzidas em rotação com cultivos comerciais, permitem uma melhor distribuição de trabalho durante o ano, maior diversificação, menores custos de produção, melhor aproveitamento da água, equilíbrio ambiental, melhor estabilidade nas colheitas, aumento de produtividade ao longo dos anos e, conseqüentemente maior renda líquida na propriedade.

2.2.4 MANEJO DA COBERTURA

A manutenção de restos de culturas sobre a superfície do solo é de fundamental importância para a diminuição dos prejuízos causados pela erosão hídrica (DERPSCH, 1985), porém para não interferir no processo de implantação de culturas subsequentes, a palhada deve ser manejada adequadamente.

Os sistemas conservacionistas preconizam manter a superfície do solo coberta o maior tempo possível, e que essa cobertura esteja distribuída o mais uniforme possível. O manejo da vegetação tem por finalidade cortar ou reduzir o comprimento da mesma e fornecer condições adequadas para utilização de máquinas de preparo do solo e principalmente de semeadora-adubadoras (FURLANI et al., 2003).

Nas culturas implantadas com a finalidade de cobertura do solo, a adubação verde e mesmo as produtoras de grãos com alta produção de biomassa na parte aérea, torna-se por vezes, necessário um manejo especial para fracionar, reposicionar e/ou colocar o material em contato com a superfície do solo. Essa operação está diretamente relacionada ao tipo de preparo do solo que será realizado e aos mecanismos sulcadores das semeadoras-adubadoras (LEVIEN et al., 1998).

A porcentagem de cobertura do solo depende da quantidade de resíduos e da forma como esses são manejados (removidos, queimados, deixados sobre a superfície, semi-incorporados e enterrados totalmente pelo preparo do solo) e segundo WISHMEIER & SMITH (1978) quando os resíduos são deixados na superfície, podem ser cortados, picados ou mantidos como ficam após a colheita.

Um dos aspectos importantes quanto ao uso de vegetação para cobertura do solo é o tipo de tratamento que se dá à massa verde resultante. O manejo adotado vai depender da disponibilidade dos implementos, da capacidade operacional e dos custos operacionais. No caso de uma área em pousio, dependerá também das espécies infestantes, suas quantidades e do estágio fenológico em que se encontram (PONTES, 1999).

A importância da permanência da cobertura do solo por restos culturais ou adubos verdes é destacada por vários autores. Segundo Siqueira et al. (1997) a implantação de plantas de cobertura do solo, conhecidas como adubos verdes, é uma

das formas de manejo que pode diminuir a erosão hídrica, principalmente devido a redução da energia cinética das gotas da chuva, além de possibilitar economia de água e o controle de plantas invasoras.

De acordo com Casão Júnior (2000), em condições superiores a 5 t ha^{-1} de palha, é necessário triturá-la com máquinas de manejo para vegetações, acelerando a decomposição, o que é indesejável, pois o clima é predominantemente quente.

A literatura sugere que autores estudem a utilização de métodos mecânicos, quer isoladamente ou em combinação com herbicidas, com objetivo do rápido controle da cobertura, manejo de plantas invasoras e a semeadura precoce (HULUGALLE et al., 2011).

Furlani et al. (2003) citam que o manejo da vegetação pode ser efetuado por dois métodos: o químico, utilizando-se herbicidas dessecantes, e o mecânico que pode ser realizado ainda durante a colheita da cultura principal, com o uso de picadores de palhas acoplados às colhedoras combinadas, entretanto, esse manejo é realizado por equipamentos desenhados para essa finalidade como o triturador de palhas tratorizado, roçadora, rolo-facas e grade de discos, ficando este último descartado no sistema plantio direto.

O manejo mecânico da cobertura tende a aumentar o grau de trituração da massa vegetal facilitando o processo de semeadura e acelerando a degradação (ARATANI et al., 2006).

O tempo de permanência da cobertura morta na superfície do solo, após o manejo das espécies, é determinado pela velocidade de decomposição dos resíduos vegetais. Quanto mais rápida ela for, maior a velocidade de liberação de nutrientes, e menor a proteção oferecida ao solo. Por isso há a preocupação de produzir resíduos vegetais que tenham decomposição mais lenta, o que significa manter o resíduo protegendo o solo por maior período de tempo. A velocidade de decomposição está relacionada ao teor de lignina e à relação C/N dos resíduos (HEINRICHS et al., 2001, p. 331-340), o que justifica espécies não gramíneas apresentarem maior taxa de decomposição que gramíneas (CERETTA et al., 2002).

A manutenção de quantidade adequada de resíduos vegetais sobre o solo, principalmente nas condições dos cerrados brasileiros, é mais difícil em função do

clima, que proporciona decomposição rápida e dificuldade de produção na entressafra (MURAISHI et al., 2005).

O manejo de culturas de cobertura pode ser feito de várias maneiras, dentre as quais se podem citar: a) mecânico (com triturador de palhas tratorizado, roçadora e rolo-faca/rolo-picador), e b) químico, com herbicidas; cada um desses manejos deixa a vegetação sobre a superfície do solo de diferentes formas, acarretando decomposição diferenciada aos restos vegetais (BRANQUINHO et al., 2004).

Dentre as segadoras, as quais pode-se mencionar, segundo a classificação de CANÃVATE & HERMANZ, citados por Almeida (1996), as segadoras de eixo horizontal (triturador de palhas tratorizado) e as segadoras de eixo vertical (roçadora), sendo que ambos os tipos se caracterizam por realizar o corte por impacto, onde não se requer contrafacas.

O picador de restos culturais, segundo Gadanha Júnior et al. (1991) é uma máquina destinada a proporcionar a redução do tamanho e distribuição homogênea na superfície, tanto os restos culturais como os adubos verdes. Sua principal aplicação é no sistema de semeadura direta, objetivando promover condições satisfatórias na superfície do solo, para que o mesmo possa receber adequadamente a semeadora-adubadora. Também tem por função cortar/triturar a massa com maior intensidade que a roçadora com boa uniformidade de distribuição. Seu funcionamento se dá por meio de elevada rotação de facas dispostas em um eixo horizontal paralelo ao solo, com altura de corte variando de 1 a 25 cm e largura de corte de 1,5 a 3,5 m. As facas são dobráveis, com rotação de aproximadamente 3000 rpm, rotação esta que proporcionou uma trituração bastante eficiente de biomassa (FURLANI et al. 2003).

Siqueira et al. (1996) e Siqueira et al. (1997) destacam que a eficiência do triturador de palhas varia de acordo com a cultura e com a velocidade de deslocamento do conjunto trator equipamento. Mello et al. (1998) observaram que a distribuição do material manejado (palha de guandu) com triturador de palhas tratorizado foi uniforme em toda a faixa de trabalho.

A energia consumida pelo triturador para fragmentar materiais vegetais depende de uma série de fatores, tais como: taxa de alimentação (velocidade de deslocamento da máquina), comprimento de fragmentos, velocidade das facas, largura de corte,

ângulo e afiação das facas e das possíveis interações entre os mesmos (PERSSON, 1987).

Um dos problemas verificados em trabalhos com trituradores de palhas tratorizados e com roçadoras, é o impacto dos órgãos ativos contra a superfície do solo, devido às irregularidades naturais do terreno, causando-lhe revolvimento, falta de cobertura localizada e gerando valores de picos de torque bastante elevados (ALMEIDA; BENEZ, 1997).

Araújo et al. (1993), relataram que o manejo mecânico da vegetação por rolo-faca pode ser realizado pelo corte total de massa vegetal ou simplesmente pelo acamamento e seccionamento dos canais internos de fluxo de seiva, resultando na morte das plantas, em ambos os casos. No primeiro caso, o material perde umidade e se decompõe com maior rapidez e a operação de preparo primário do solo fica facilitada. O segundo caso é recomendado para o manejo de plantas formadoras de cobertura morta, quando se deseja realizar o plantio direto, pois a palha seca e presa ao solo reduz o número de embuchamentos no plantio.

Segundo Denardin e Kochhman (1993), o rolo-facas apresenta como desvantagem o elevado custo de aquisição e o risco de compactação do solo, além de exigir que as operações subsequentes sejam realizadas no mesmo sentido da rolagem, para evitar embuchamento.

O rolo-faca deve ser operado de forma a golpear as plantas, cortando o vegetal ou apenas impedindo a circulação da seiva das plantas. Geralmente coloca-se lastros, líquidos ou sólidos, para aumentar o efeito de corte das facas, que devem ser mantidas afiadas (SALTON et al., 1998).

O manejo de coberturas vegetais através do acamamento e corte, é uma prática necessária e fundamental para a viabilização do uso de semeadoras-adubadoras, para controlar plantas daninhas pelo abafamento e efeito alelopático, além do auxílio decisivo e eficiente no controle da erosão dos solos (WEISS et al., 1998).

O manejo da vegetação por métodos químicos via pulverizador dá-se basicamente pela utilização de herbicidas de ação total, isto é, herbicidas que não possuem seletividade, eliminando todo o tipo de vegetal presente. O controle químico

pode ser realizado através de pulverizações aéreas, tratorizadas ou costais (BARKER et al., 1982).

Deve-se considerar também, possíveis perdas por volatilização e fotodecomposição, devido ao efeito dos resíduos sobre a superfície, porém, o próprio resíduo tem auxiliado no controle de invasoras nos preparos conservacionistas (LOCKE e BRYSON, 1997).

Os herbicidas utilizados no manejo de plantas daninhas antes da semeadura da cultura, para formação, são muito importantes no plantio direto, com destaque para os dessecantes sem efeito residual, como o glyphosate e o paraquat (CARVALHO et al., 2003).

O melhor controle de culturas de cobertura latifoliadas e subsequente crescimento de plantas daninhas, foi quando utilizou-se herbicida de contato (por exemplo, 2,4-D, paraquat) combinado com métodos mecânicos, com tratamentos implementados durante o início e meados de florescimento (TEASDALE e ROSECRANCE, 2003; HUMANES e PASTOR, 1995).

2.3 CULTURA DA SOJA

A soja (*Glicine max* (L.) Merrill) é uma leguminosa herbácea, originária do extremo Oriente (China), com mecanismo de fixação de carbono do tipo C₃, incluída na classe Dicotyledoneae, ordem Rosales, família Leguminosae, subfamília das Papilionoideae, gênero *Glycine* L., cultivada atualmente mundo afora, é muito diferente dos ancestrais que lhe deram origem: espécies de plantas rasteiras. Sua evolução começou com o aparecimento de plantas oriundas de cruzamentos naturais, entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China (EMBRAPA, 2004; GOMES, 1990; BORÉM, 2005).

Há grande diversidade de ciclo. De modo geral, os cultivares brasileiros têm ciclos entre 100 e 160 dias, e podem ser classificados em grupos de maturação precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio, dependendo da região. A Tabela 1 trata-se da classificação do ciclo em dias para diferentes regiões produtoras do Brasil em diferentes latitudes.

Tabela 1. Classificação do ciclo da soja em dias para diferentes regiões do Brasil.

Ciclo	Estado		
	Paraná Lat. 25°S	Minas Gerais Lat. 18°S	Maranhão Lat. 5°S
Precoce	Até 115 dias	Até 100 dias	Até 110 dias
Semiprecoce	116 a 125 dias	101 a 110 dias	-
Médio	126 a 137 dias	111 a 125 dias	111 a 125 dias
Semitardio	138 a 150 dias	126 a 145 dias	-
Tardio	Mais de 150 dias	Mais de 145 dias	Mais de 125 dias

Fonte: EMBRAPA, 2004.

No Brasil, o grão foi introduzido no estado do Rio Grande do Sul por volta de 1960 e até meados de 1970, cerca de 80% da produção nacional de soja concentrava-se na região Sul. Atualmente, seu cultivo avançou por todo Cerrado e chegou até a região Norte do país (SCHNEPF et al., 2001).

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), a produção mundial de soja na safra 2013/2014 foi de 236,03 milhões de toneladas, com uma área plantada de 96,3 milhões de hectares. Os EUA se mantêm como maior produtor mundial do grão com 89,5 milhões de toneladas, seguido do Brasil com 85,4 milhões de toneladas. No Brasil o maior produtor é o Estado do Mato Grosso, com uma área plantada de 8,5 milhões de hectares, seguido do Paraná com 5 milhões de hectares (CONAB, 2014).

A soja é uma das culturas que melhor se adaptam ao sistema plantio direto, segundo Landers (1995) os rendimentos desta cultura, ao se considerar o efeito médio de várias safras, equivalem nos diferentes sistemas de manejo do solo, com pequena vantagem para o plantio direto.

Farias et al. (2009) descrevem o efeito do clima na estrutura das plantas, que afeta diretamente a colheita mecanizada e a ocorrência de acamamento, enquanto que para o desenvolvimento da cultura da soja, especialmente para o início da floração, é importante destacar-se o efeito do nictoperíodo/fotoperíodo, ou seja, a cultura floresce sob condições de noites longas.

Neste contexto, o ciclo das cultivares de soja é determinado pelo fotoperíodo, incluindo a temperatura do ar como fator modulador. Com isso cada cultivar apresenta um fotoperíodo crítico para a ocorrência do florescimento, sendo que quando o fotoperíodo é acima deste tido como crítico o florescimento não ocorre. O fotoperíodo

crítico para a maioria das cultivares brasileiras se encontra entre 13 e 14 horas, ou seja, o fotoperíodo tem que estar abaixo do crítico para que a indução da floração ocorra. O estímulo ao fotoperíodo é iniciado com a emissão da segunda folha verdadeira, e a partir deste ponto ocorrem estímulos que induzem a diferenciação dos meristemas vegetativos em reprodutivos e a velocidade deste processo é função do grau de sensibilidade termofotoperiódica da cultivar (RODRIGUES et al., 2001).

Fietz e Rangel (2008) avaliaram o efeito do fotoperíodo para a cultura da soja em diferentes épocas de semeadura em Dourados, MS. Esses autores verificaram que quando a semeadura é realizada em outubro o florescimento ainda ocorre em ascensão de fotoperíodo, ou seja, antes do solstício de verão, já que o desenvolvimento vegetativo ocorre com fotoperíodo inferior ao crítico, estimado em 13 horas, que resulta em menor crescimento vegetativo. Para a semeadura de novembro o desenvolvimento vegetativo ocorre em condições de fotoperíodo superior ao crítico, possibilitando assim, o máximo crescimento da cultura, com o aumento do período entre a emergência e o início de floração, quando comparada à semeadura de outubro.

2.4 CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea anual, de metabolismo C_4 , alógama de origem americana (GARCIA et al., 2006), representa um dos principais cereais cultivados e consumidos no mundo. Seu sistema radicular fasciculado pode atingir 3 m de profundidade, mas, a maior parte das raízes encontra-se na camada de 0-30 cm de profundidade no solo. O caule é do tipo colmo cheio, constituído por nós e entrenós. Suas folhas lanceoladas-paralelinérveas são inseridas no caule alternadamente. Apresenta inflorescências masculina, pendão, e feminina, espiga, sendo o fruto classificado como cariopse (MAGALHÃES et al., 1994).

O milho é o cereal mais produzido no mundo, tendo sido adaptado para diversas condições climáticas e formas de manejo. Neste cenário, o Brasil se enquadra como o terceiro maior produtor e o segundo maior exportador do grão. Isso graças ao alto nível tecnológico que tem sido empregado na cultura, com o qual foi possível produzir na

safra de 2013/2014 um total de 79.905,5 mil toneladas de milho (COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO - CONAB, 2014).

De acordo com Fancelli e Dourado Neto (2000), o milho é considerado um dos cereais que mais possuem valor nutritivo e taxas de consumo. Isso se deve ao fato de ser empregado tanto na alimentação humana, quanto também na alimentação animal. Além disso, também é utilizado como matéria-prima para inúmeros complexos agroindustriais. Por ser uma planta tropical, o milho necessita durante seu ciclo de vida, condições de calor e umidade, para que assim possa desenvolver-se e obter boa produtividade.

O milho foi inicialmente cultivado intensivamente em pequenas propriedades, com utilização "in situ" dos grãos para alimentação animal. Com a criação intensiva de aves e suínos em grandes lotes, fora das propriedades agrícolas que produzem milho, a expansão da cultura ocorreu em propriedades de porte médio que se dedicavam ao cultivo do cereal para o comércio de grãos. Nestas, além da importância como fonte de renda, a cultura do milho foi essencial para viabilização do sistema plantio direto, devido à sua elevada produção de massa (MUNDSTOCK e SILVA, 2005).

De acordo com Mello Filho e Richetti (1997) o milho tem grande importância no sistema de plantio direto pela grande quantidade de palha deixada na superfície do solo para as culturas subsequentes. Além disso, sua palha tem decomposição mais lenta devido sua relação C/N ser mais alta, ocasionando assim uma proteção no solo por um período mais longo.

Assim como a maioria das culturas econômicas, o milho requer a interação de um conjunto de fatores edafoclimáticos apropriados para o seu desenvolvimento satisfatório. Um solo rico em nutrientes, por exemplo, teria pouco significado para a cultura se essa planta estivesse submetida a condições climáticas adversas ou, ainda, apresentasse características físicas inadequadas, que influenciassem negativamente na condução e desenvolvimento da cultura, tais como: drenagem e aeração deficientes, percolação excessiva, adensamento subsuperficial, pedregosidade excessiva, profundidade reduzida, declividade acentuada, etc. (LANDAU, et al., 2008).

No entanto, segundo CONAB (2013), o milho é semeado em sistema plantio direto predominantemente em grandes áreas. Entre os pequenos produtores ainda

predomina o sistema de cultivo convencional, pois esses produtores muita das vezes vem a anos tradicionalmente com esse sistema e relutam por aceitar essa mudança, e também por essa tecnologia necessitar de um certo custo de implantação, custo esse que inviabiliza esse sistema para pequenos produtores.

Por suas características fisiológicas, a cultura do milho tem alto potencial produtivo, já tendo sido obtida produtividade superior a 16 t ha^{-1} em concursos de produtividade de milho conduzidos por órgãos de assistência técnica e extensão rural e por empresas produtoras de sementes. No entanto, o nível médio nacional de produtividade é muito baixo, cerca de 3.250 kg ha^{-1} , demonstrando que os sistemas de produção de milho deverão ser ainda bastante aprimorados para se obter aumento na produtividade e na rentabilidade que a cultura pode proporcionar (BARBOSA, 2007).

2.5 OPERAÇÃO DE SEMEADURA DIRETA

Para Portella et al. (1997), deve-se buscar sempre uma adequação das semeaduras a realidade de cada produtor.

A implantação de uma cultura no campo está relacionada com alguns fatores, dentre os quais se destacam: a cultura propriamente dita, a escolha do cultivar, a semente de boa qualidade e vigor, o arranjo espacial de plantas, e a máquina que executa a operação de deposição e distribuição das sementes (FURLANI et al., 2013).

Segundo Delafosse (1986) a qualidade de operação de semeadura fica comprometida à medida que se aumenta a velocidade de deslocamento e associa tal fato às características dos sistemas de dosagem de sementes e fertilizantes, dos mecanismos sulcadores e de corte da palha, e das condições de preparo do solo. O autor afirma que a qualidade de semeadura interfere no desenvolvimento das culturas, reduzindo a produtividade.

Para se conseguir uma emergência e desenvolvimento uniforme das culturas é fundamental que se consiga uma semeadura eficiente. Em preparos conservacionistas esses requisitos aumentam de importância, pois as condições de solo e cobertura sobre a superfície geralmente não são tão favoráveis à semeadura, quanto às verificadas em preparos com alta mobilização (JASA et al., 1992).

Em semeadura direta, a semeadora-adubadora deve atender aos preceitos básicos de cortar a massa vegetal presente na superfície do solo e, principalmente, dosar e depositar corretamente, tanto a semente, quanto o fertilizante no sulco (PORTELLA et al., 1998).

Gadanha Júnior et al. (1991) afirmam que a semeadora-adubadora para o SPD é constituída de maneira semelhante às semeadoras-adubadoras convencionais, tanto as de precisão como as de fluxo contínuo, mas, possui algumas modificações que permitem seu uso em solos não preparados e com cobertura vegetal. De acordo com esses autores, uma modificação é a introdução de um sistema de corte, colocado à frente da máquina, que realiza o corte da cobertura vegetal abrindo caminho para o sulcador, ou funcionando como o próprio.

Oliveira et al. (2000) relatam que houve grande evolução das semeadoras-adubadoras utilizadas no SPD, principalmente quanto à sua concepção e utilização, sendo que as principais mudanças ocorreram nos mecanismos de distribuição de fertilizantes, os quais eram constituídos basicamente por discos duplos, atualmente substituídos por hastes rompedoras. A explicação resume-se no fato do mecanismo tipo haste romper melhor as camadas compactadas e também por trabalharem melhor em solos mais argilosos, diminuindo as perdas de tempo e insumos, por embuchamento.

As semeadoras utilizadas no SPD devem ser robustas e resistentes, possuir eficiente capacidade operacional e demandar o menor uso de energia (LEVIEN et al., 2001). Neste sentido as operações de semeadura direta se intensificaram após o início da fabricação de semeadoras-adubadoras providas de discos de corte capazes de penetrar em solos compactados sob palha (DERPSCH et al., 1991).

De acordo com Lopes et al. (2003), o consumo de combustível de tratores agrícolas é influenciado pela lastragem do trator, pela carga imposta na barra de tração, pelo tipo de pneu e pela velocidade de deslocamento.

Na operação de semeadura, devem ser abertos sulcos com largura e profundidade mínimas, de forma a proporcionar economia de potência e, ao mesmo tempo, garantir a adequada deposição do fertilizante e das sementes e o bom desenvolvimento das plantas (Siqueira e Casão Júnior, 2004).

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1994), as semeadoras são classificadas, segundo a forma de distribuição de sementes, em semeadoras de precisão e semeadoras de fluxo contínuo. As semeadoras de precisão são máquinas que distribuem as sementes no sulco de semeadura, uma a uma ou agrupadas, em linhas e intervalos regulares de acordo com a densidade de semeadura estabelecida.

A força de tração para semeadoras varia em função do tipo de solo, leito de semeadura e número de linhas. A exigência de força de tração específica para semeadoras de fluxo contínuo varia de 0,50 a 1,55 kN por linha de semeadura, em solo preparados, e de 1,67 a 1,82 kN em plantio direto, esses valores podem variar em $\pm 25\%$ (ASAE, 1999).

A força de tração necessária para a operação de semeadoras de precisão, na direção horizontal do deslocamento, já incluída a resistência ao rolamento da máquina, com bom leito de semeadura, varia de 0,90 kN $\pm 25\%$ por linha (somente semeadura) e de 3,4 kN $\pm 35\%$ por fileira (semeadura, adubação e herbicida) (ASAE, 1999).

Siqueira et al. (1998) encontraram valores de força de tração de 1,6 e 2,0 kN por linha na operação de semeadura em solo preparado com escarificador e semeadura direta, respectivamente, empregando semeadora-adubadora de precisão com 4 linhas e profundidade de 13 cm.

Furlani et al. (2002) obteve valores de 4,9 kN de força de tração na barra, 13,7 L ha⁻¹ de consumo horário, 1,72 ha h⁻¹ de capacidade de campo efetiva e 12,0 kW de potência na barra em operação de semeadura (semeadora de fluxo contínuo) em sistema plantio direto a 5,7 km h⁻¹.

Utilizando uma semeadora-adubadora de precisão de 6 linhas espaçadas de 550 mm, Furlani et al. (2004) obtiveram valores médios de 13 kN de força de tração, 16 kW de potência, 11,8 L ha⁻¹ de consumo por área e 1,48 ha h⁻¹ de capacidade de campo efetiva, também concluíram que essas variáveis não foram afetadas pelos manejos efetuados na cobertura de inverno, antecedendo a semeadura.

A elevação da capacidade operacional propiciada pelo uso de velocidades de trabalho mais elevadas pode comprometer a qualidade da semeadura (LIU et al., 2004; CANOVA et al., 2007). Entretanto, KLEIN et al. (2002) afirmam que maiores velocidades

de semeadura, como $10,7 \text{ km h}^{-1}$, não afetam a distribuição de plantas de soja. MELLO et al. (2007), estudando as velocidades de 5,4; 6,8 e $9,8 \text{ km h}^{-1}$ na semeadura do milho com discos alveolados horizontais, verificaram que o aumento da velocidade reduziu a porcentagem de espaçamentos normais entre as sementes, independentemente do híbrido de milho.

Mahl et al. (2004) não encontraram diferença para a força de tração, potência, consumo por área e capacidade de campo efetiva na operação de semeadura em SPD e solo escarificado, com valores médios de 8,33 kN, 14,45 kW, $7,19 \text{ L ha}^{-1}$ e $1,67 \text{ ha h}^{-1}$, respectivamente. Para o mesmo trabalho a variação de velocidade de 4,4, 6,1 e $8,1 \text{ km h}^{-1}$, observaram que a maior exigência de força de tração, potência e capacidade de campo efetiva e menor consumo por área, ocorreu na maior velocidade.

Silveira et al. (2005) e Furlani et al. (2008) observaram incremento na força de tração e potência na barra com o aumento da velocidade de operação do conjunto mecanizado. Por outro lado, Trintin et al. (2005) não observaram o efeito da velocidade sobre as forças de tração média e máxima; entretanto, verificaram o aumento do consumo horário de combustível e potências média e máxima.

2.6 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE SEMENTES E EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS

Além dos aspectos energéticos envolvidos no processo da semeadura, este se reveste de grande importância pelo momento da colocação da semente no solo e a precisão requerida nesta operação. Normalmente, realiza-se a adubação de plantio como operação conjugada. Desta forma, a quantidade de sementes definem a população inicial e o arranjo entre as plantas na fileira de semeadura (MELLO, 2011).

Um dos parâmetros que influencia a distribuição de sementes no solo é a velocidade de deslocamento da máquina (EMBRAPA, 1997).

Segundo Silveira et al. (2005), a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes é uma das características que mais contribuem para um estande adequado de plantas e para a melhoria da produtividade das culturas. Rambo et al. (2003) e Schamne et al. (2002) afirmam que o espaçamento equidistante de plantas resulta em menor competição intraespecífica e aumenta seu rendimento.

Trabalhos têm demonstrado que o aumento da velocidade favorece um desarranjo nos espaçamentos das sementes. No entanto, Silva et al. (2010) não encontraram diferenças na distribuição longitudinal de sementes quanto a espaçamentos duplos, aceitáveis e falhas com o aumento de velocidade do conjunto trator-semeadora-adubadora na operação de semeadura direta.

Para a cultura do milho o aumento de sua produção depende do estande final de plantas estabelecida, esta população vegetal é dada em função da capacidade de suporte do meio e do sistema de produção utilizados, do tempo de duração de áreas foliares fotossinteticamente ativas, da produtividade do genótipo usado, da época de semeadura e da adequada distribuição espacial das plantas. (FANCELLI, 2000).

Analisando a porcentagem de enchimentos do disco dosador da semeadora-adubadora, Santos et al. (2003b) constataram que com o aumento da velocidade de deslocamento de 5,0 para 9,0 km h⁻¹ ocorre menor enchimento do disco e, conseqüentemente, menor é o número de sementes distribuídas por metro.

Branquinho et al. (2004) observaram distribuição de sementes ao longo da fileira de semeadura de soja e concluíram que mais da metade das sementes foram depositadas com espaçamentos inadequados. Entretanto, os autores não observaram diferença na distribuição em função das velocidades estudadas (5,2 e 7,3 km h⁻¹).

As duas formas básicas de modificar o arranjo de plantas são por meio de alterações na densidade de semeadura e espaçamento entre linhas. Para a cultura do milho, o interesse em reduzir o espaçamento entre linhas tem aumentado nas regiões brasileiras com estação estival de crescimento reduzida, devido a vantagens potenciais, tais como a maior eficiência de uso da radiação solar (SANGÓI et al., 2002).

O arranjo espacial de plantas na área é um fator relevante na produção em função do tipo e fertilidade do solo, disponibilidade hídrica local, híbridos, adubação e manejos empregados. A possível elevação da produtividade do milho devido à redução de espaçamentos entrelinhas e preservação da população de plantas estão associadas principalmente ao aumento da interceptação da radiação solar, melhor aproveitamento de água e nutrientes, em decorrência das variações morfológicas e genéticas apresentadas pelos híbridos atuais com elevado potencial produtivo (KAPPES et al., 2011).

Em SPD, Pereira et al. (2008) concluiu que, isoladamente, as práticas de manejo de redução do espaçamento e densidade de plantas não alteram a produtividade do milho. Os autores verificaram que a associação das práticas de manejo, redução no espaçamento e aumento na população de plantas, resultou em significativo incremento na produtividade de grãos de um dos híbridos estudados. A afirmação anterior corrobora a de outros autores, que afirmam que a potencialização no rendimento pelo arranjo de plantas é variável de acordo com a base genética do híbrido (ARGENTA, 2001; MARCHÃO et al., 2005).

Mello et al. (2007) constataram que o aumento da velocidade na operação de semeadura reduziu a porcentagem de espaçamentos normais entre as sementes independente do híbrido estudado, concordando com os resultados encontrados por Tourino et al. (2007), cujo aumento da velocidade reduziu a uniformidade de semeadura (duplos, aceitáveis e falhas) e aumentou a danificação mecânica das sementes (5,0; 6,5 e 8,0 km h⁻¹).

De acordo com Marcos Filho et al. (1987), a germinação é definida como a emergência e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando sua capacidade para dar origem a uma plântula normal sob condições ambientais favoráveis.

De acordo com Ritchie et al. (2003), sob condições adequadas no campo, a semente absorve água e começa seu crescimento. A radícula é a primeira a apresentar alongação seguida pelo coleóptilo com a plúmula fechada e três a quatro raízes seminais laterais. O estágio de emergência é finalmente atingido pela rápida alongação do mesocótilo, que empurra o coleóptilo, em crescimento, para a superfície do solo. Em boas condições de calor e umidade, a emergência da plântula ocorrerá dentro de quatro a cinco dias após a semeadura, mas sob condições de baixas temperaturas ou de secas, podem ser necessárias duas semanas ou mais.

Devido à presença da cobertura vegetal e ao adensamento natural das partículas do solo, o processo de semeadura foi à operação que sofreu as maiores transformações no sistema plantio direto. Dentro do processo de semeadura, Liu et al. (2004) relataram haver maior correlação do rendimento do milho com a variabilidade de emergência do que com a distribuição de plantas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA EXPERIMENTAL

3.1.1 LOCALIZAÇÃO

A área está situada no campo experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA), Departamento de Engenharia Rural, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” UNESP, Campus de Jaboticabal.

A situação geográfica é definida pelas latitudes Sul da linha do Equador $21^{\circ}04'$ a $21^{\circ}21'$ e longitudes Oeste de Greenwich $48^{\circ}08'$ a $48^{\circ}26'$, com altitude em torno de 558 m.



Figura 1. Foto espacial da área experimental (Fonte: Google Earth, 2013).

A área que constituiu os locais de amostragem dos parâmetros avaliados foi de aproximadamente um hectare, subdividida em 32 parcelas de 25 m de comprimento por 7,5 m de largura com declividade média de 4 %.

3.1.2 HISTÓRICO

A área experimental estava sendo cultivada sob sistema de preparo reduzido, sendo que no ano agrícola anterior à semeadura do experimento (2010/2011) houve cultivo de milho, portanto na área haviam restos desta cultura e alta infestação de plantas invasoras, capim colonião (*Panicum maximum* Jacq.) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*). Para adequação da área e início de formação da cobertura vegetal foi realizado o manejo da vegetação existente com triturador de palhas tratorizado. A rebrota da vegetação espontânea foi controlado com aplicação de glifosato, herbicida sistêmico não seletivo, com pulverizador de barras.

O experimento contou com duas culturas de cobertura do solo na primeira safra (*Brachiaria ruzizienses* e milheto), semeadas em maio de 2011; combinadas com dois sistemas mecânicos de manejo das mesmas (triturador de palhas tratorizado e rolo-facas) realizados em outubro de 2011; e a cultura principal (milho - *Zea mays* L.) foi semeada em dois espaçamentos entre fileiras (0,45 e 0,90 m) em outubro de 2011. A colheita do milho foi realizada em abril de 2012.

Para a segunda safra utilizou-se o milheto como cultura de cobertura em área total, semeada em abril de 2012; combinada com três sistemas de manejo da mesma (triturador de palhas, rolo-facas e herbicida), realizados em outubro de 2012; e a cultura principal (soja – *Glycine max* (L.) Merrill) semeada em duas velocidades médias do conjunto trator-semeadora (5,5 e 7,2 km h⁻¹) em outubro de 2012. A colheita da soja foi realizada em abril de 2013.

Para a terceira safra utilizaram-se três espécies de cultura de cobertura (*Brachiaria brizantha*, *decumbens* e *ruziensis*) semeadas em abril de 2013, realizando manejo químico (herbicida via pulverizador de barras) em área total, e a cultura principal (milho) semeada em duas velocidades médias do conjunto trator-semeadora (5,1 e 6,9 km h⁻¹), em novembro de 2013. A colheita do milho foi realizada em abril de 2014.

3.1.3 SOLO E CLIMA

De acordo com amostras retiradas segundo metodologia EMBRAPA (1997), o solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Eutroférico típico, A moderado, textura argilosa e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 1999).

As análises, granulométrica (Tabela 2) e química do solo (Tabela 3) foram amostradas na profundidade de 0 a 20 cm, realizadas antes da implantação do experimento.

Tabela 2. Análise granulométrica simples do solo na camada de 0 – 20 cm.

Camada (cm)	Argila	Limo	Areia		Classe Textural
			Fina	Grossa	
0 - 20	480	290	130	100	Argiloso

Tabela 3. Análise química do solo na camada de 0 – 20 cm.

Camada (cm)	Ph (CaCl ₂)	M.O. (g dm ⁻³)	P. resina (mg dm ⁻³)	K	Ca	Mg	H+Al (Mmol _c dm ⁻³)	SB	CTC	V%
0 - 20	5,2	27	37	5	24	9	38	38	75	57

A resistência mecânica do solo à penetração se encontrava em 1,65; 2,57 e 2,83 MPa, nas camadas de 0 a 10; 11 a 20 e 21 a 30 cm de profundidade, com teor de água de 24%, 26,5% e 27,2% em base de massa para as mesmas camadas.

O clima da região é classificado como mesotérmico com inverno seco (B1rA'a') e chuvas de verão, segundo classificação de THORNTHWAITTE (1948).

3.1.3.1 HISTÓRICO METEOROLÓGICO

Os elementos utilizados neste trabalho foram extraídos de um conjunto de dados pertencentes ao acervo da área de Agrometeorologia do Departamento de Ciências Exatas. As observações feitas na Estação Agrometeorológica do Campus de Jaboticabal – UNESP, são cotadas digitadas em formato padronizado, realizada a consistência e controle de qualidade. Em seguida são obtidas as médias diárias, mensais e anuais.

Abaixo são apresentados os gráficos meteorológicos referentes aos anos do experimento, contendo em cada gráfico a sequência em meses das médias de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa (UR%) e chuva (mm).

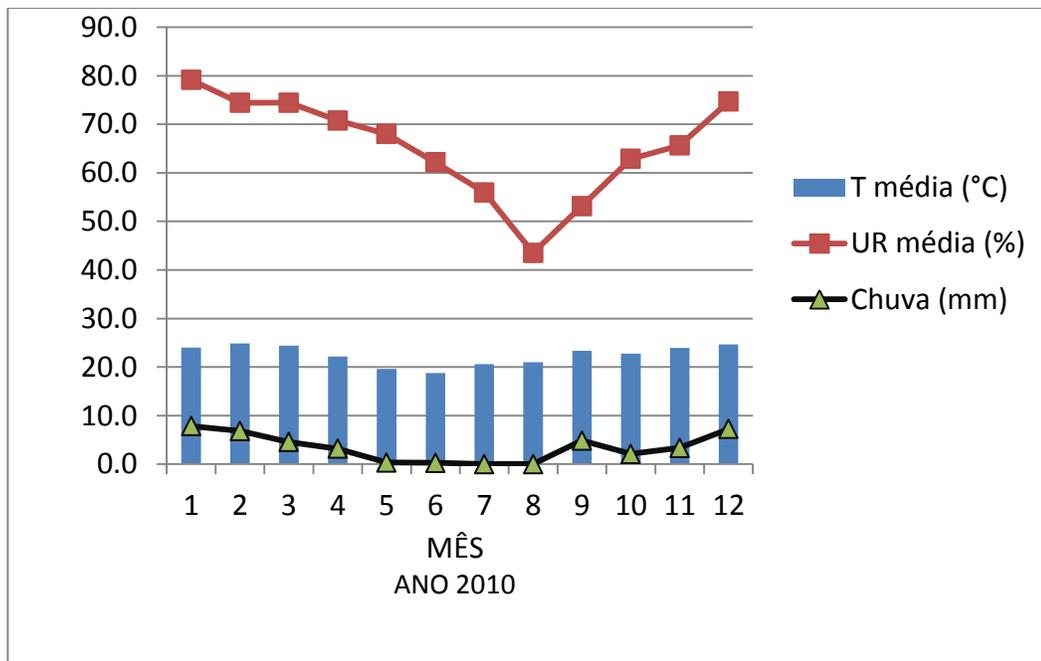


Figura 2. Dados meteorológicos ano 2010.

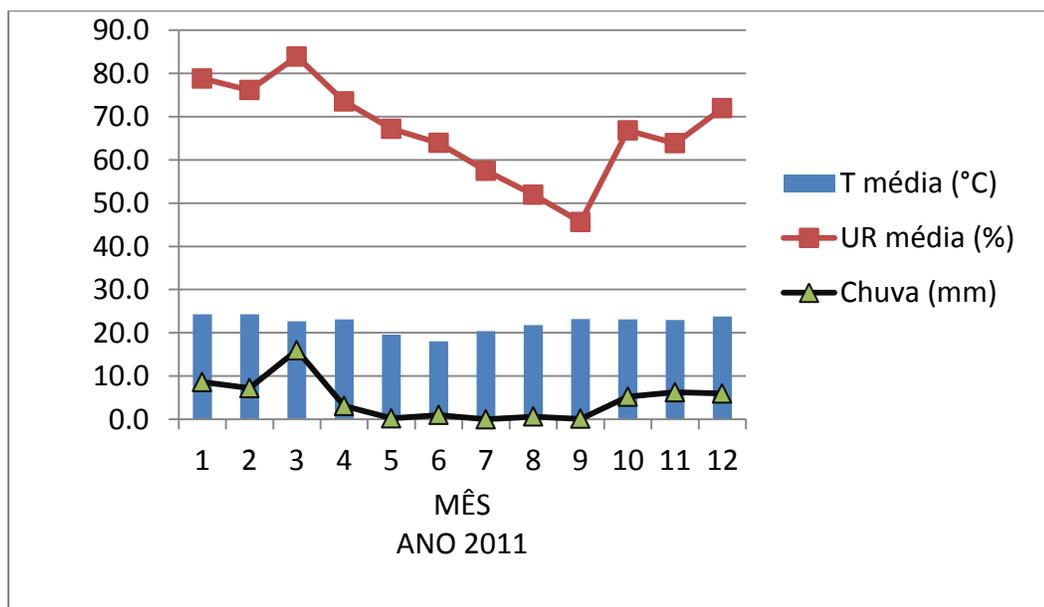


Figura 3. Dados meteorológicos ano 2011.

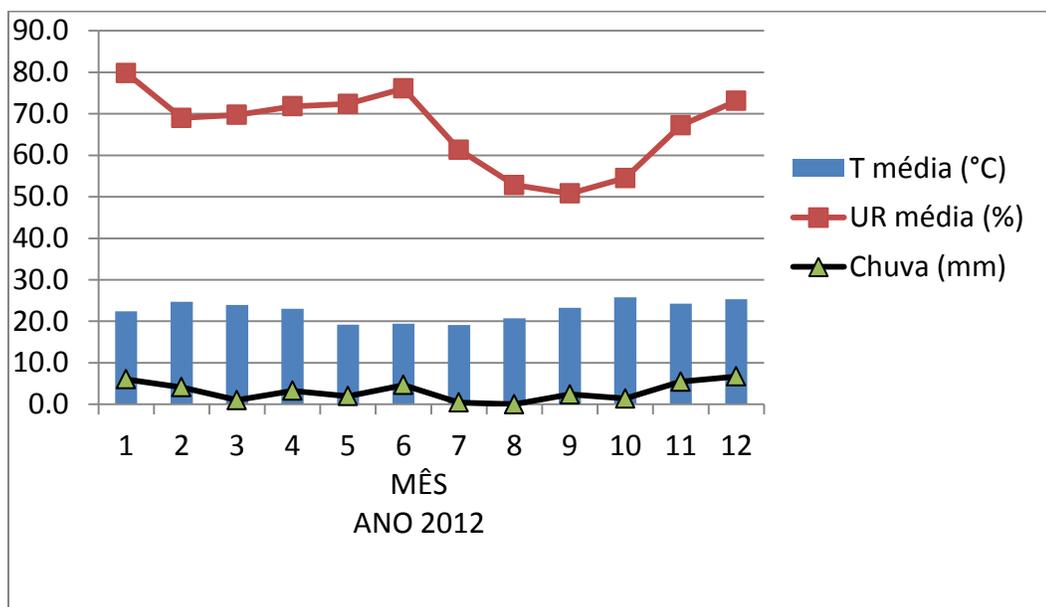


Figura 4. Dados meteorológicos ano 2012.

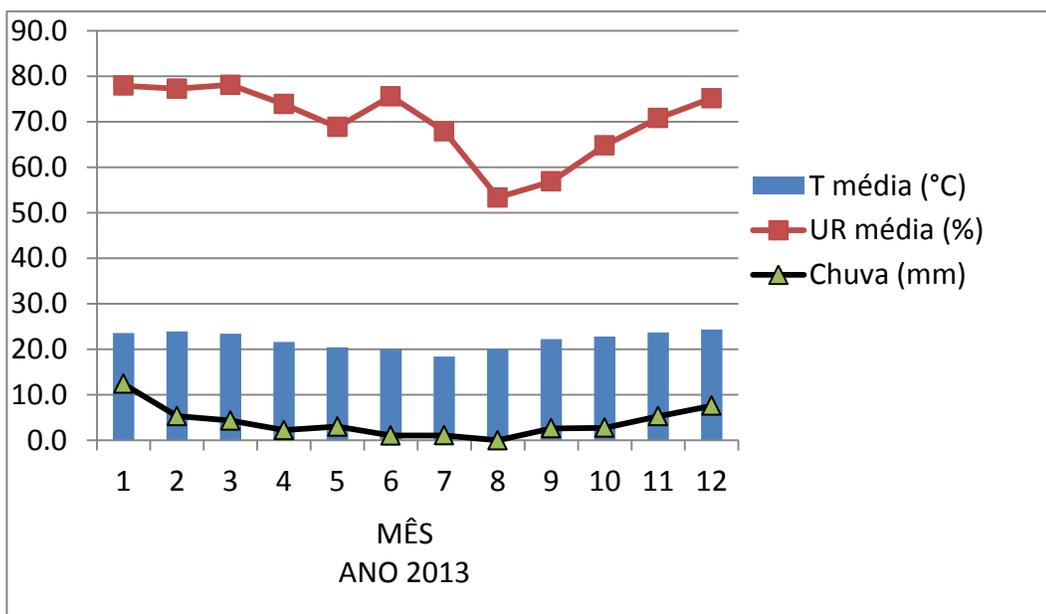


Figura 5. Dados meteorológicos ano 2013.

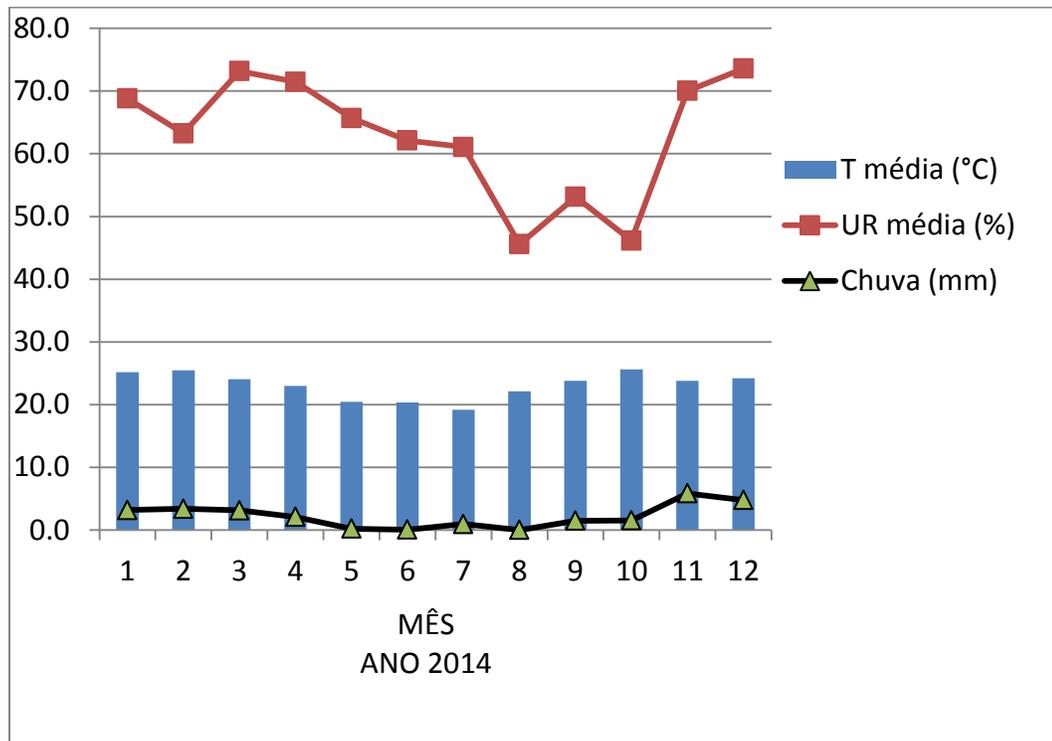


Figura 6. Dados meteorológicos ano 2014.

3.1.4 DENSIDADE E TEOR DE ÁGUA NO SOLO

A densidade e o teor de água no solo foram determinados pelo método gravimétrico e anel volumétrico padrão, com base na massa de solo seco em estufa a 105-110 °C até a massa constante, segundo metodologia descrita por EMBRAPA (1979), por meio de amostras aleatórias de solo coletadas com auxílio de um trado manual, cápsulas de alumínio e anéis de aço dentro de cada parcela, nas camadas de 0-10 e 11-20 cm, previamente às operações de semeadura e avaliações de resistência mecânica do solo à penetração.

3.1.5 RESISTÊNCIA MECÂNICA DO SOLO À PENETRAÇÃO - RMSP

A avaliação da resistência mecânica do solo à penetração (RMSP) foi realizada antes do experimento, anteriormente às operações motomecanizadas, utilizando-se o penetrógrafo eletrônico DLG modelo PNT-2000/MOTOR, que segue a norma ASAE

S313.2 (ASAE, 1996), coletando-se dados até a profundidade de 50 cm, com intervalo de uma leitura por centímetro.

O penetrógrafo hidráulico-eletrônico possuía haste com ponteira cônica, com área de 129 mm², célula de carga e sistema de aquisição de dados para medição da força de reação do solo, para posterior construção dos gráficos de resistência mecânica do solo à penetração e de variabilidade espacial.

Os dados obtidos foram separados em camadas de profundidade, utilizando-se a média dos dados na camada de 0-20 cm, por ser a camada onde atuaram os mecanismos sulcadores da semeadora.

3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS TRATORES

Foram utilizados os seguintes tratores:

- trator Valtra modelo BM 125 instrumentado (Figura 7), tração 4x2 TDA (tração dianteira auxiliar), de 92 kW (125 cv) de potência máxima no motor a 2300 rpm, com massa de 6.750 kg com 40% da massa no eixo dianteiro (pneus 14.9-26 R1) e 60% no eixo traseiro (pneus 23.1 -30 R1), para as operações de manejo mecânico e semeadura;

- trator Massey Ferguson modelo 285 (Figura 8), tração 4x2, de 63 kW (85 cv) de potência máxima no motor a 2200 rpm, com massa de 3.750 kg com 30% da massa no eixo dianteiro (pneus 7.50-16 F2) e 70% no eixo traseiro (pneus 13.6-30 R1), para a operação de pulverização;

- trator Massey Ferguson modelo 275 (Figura 9), tração 4x2, de 53 kW (75 cv) de potência máxima no motor a 2200 rpm, com massa de 3.000 kg com 30% da massa no eixo dianteiro (pneus 7.50-16 F2) e 70% no eixo traseiro (pneus 13.6-30 R1), para a operação de pulverização.

Foram utilizados os seguintes instrumentos no trator Valtra BM 125:

- Micrologger marca Campbell Scientific Inc., modelo CR23X (Figura 10), para aquisição e armazenamento dos dados referentes à força de tração, potência, velocidade de deslocamento e consumo de combustível;

- radar Dickey John, modelo RVS II (Figura 11), para mensurar a velocidade real de deslocamento do conjunto motomecanizado (trator-semeadora-adubadora);
- célula de carga M. Shimizu, modelo TF 400 (Figura 12), com capacidade de 10 kN e precisão de ± 1 N, para mensurar a força requerida na barra de tração, instalada num berço sobre a barra de tração do trator e o cabeçalho da semeadora-adubadora. Para efetivar a medição é necessário retirar o pino da barra de tração;
- medidor de fluxo Oval Corporation, modelo Flowmate LSN 43 (Figura 13), com precisão de 1% sobre a vazão nominal, e vazão máxima de 100 L ha^{-1} , e um sensor de temperatura do tipo resistivo, modelo PT 100, para mensurar o consumo de combustível. Os valores de fluxo de combustível foram obtidos em mL conforme descrito por Lopes et al. (2003). Por meio da diferença entre os volumes de combustível medidos antes da bomba injetora e no retorno, se obtêm o volume realmente utilizado pelo trator.



Figura 7. Trator Valtra instrumentado.



Figura 8. Trator Massey Ferguson 285.



Figura 9. Tractor Massey Ferguson 275.



Figura 10. Datalogger CR23X.



Figura 11. Radar Dickey John.



Figura 12. Célula de carga.



Figura 13. Medidor de consumo de combustível.

3.3 CAPACIDADE DE CAMPO OPERACIONAL (CCo)

A capacidade de campo operacional (CCo) foi obtida em função da largura de trabalho da semeadora-adubadora e a velocidade de deslocamento (Equação 1), segundo MIALHE (1996).

$$CCo = LT * v * e * 0,36 \quad (1)$$

em que,

CCo = capacidade de campo operacional (ha h⁻¹);

LT = largura útil de trabalho da semeadora-adubadora (m);

v = velocidade real de deslocamento (m s⁻¹);

e = eficiência (75%);

0,36 = fator de conversão de unidade.

3.4 FORÇA E TRAÇÃO NA BARRA DE TRAÇÃO (FT)

Foi realizada uma aquisição a cada segundo, e em seguida calculado o valor médio na parcela. A força de tração de pico foi representada pelo maior valor obtido na parcela. O cálculo da demanda média de potência na barra de tração foi realizada segundo a Equação (2).

$$PB = FT * v \quad (2)$$

em que,

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

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

v = velocidade de deslocamento (m s⁻¹).

A potência de pico foi calculada utilizando-se da mesma equação para o cálculo da potência média, com a mudança de força de tração média para força de tração de pico.

3.5 CONSUMO HORÁRIO DE COMBUSTÍVEL (ChV)

O consumo de combustível foi determinado em todas as parcelas experimentais em unidade de volume (mL), por meio da diferença entre os volumes de combustível medidos antes da bomba injetora e no retorno, obtendo-se o volume realmente utilizado pelo trator durante o percurso, o sistema consiste em dois conjuntos, um para a alimentação da bomba injetora e o outro de retorno. Os valores de fluxo de combustível foram obtidos em mL conforme descrito por LOPES et al (2003).

3.5.1 CONSUMO OPERACIONAL DE COMBUSTÍVEL (CO)

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 3).

$$CO = \frac{CVol}{CCo} \quad (3)$$

em que,

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

CVol = consumo volumétrico ($L h^{-1}$);

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

3.6 PRIMEIRO ANO (safra 2011/2012)

Os parâmetros avaliados no primeiro ano foram:

- solo: teor de água, densidade e análises físicas e químicas;
- plantas: acúmulo de massa seca das culturas de inverno (milheto e braquiária) e decomposição para os restos culturais do milho remanescentes na área experimental, características agronômicas da cultura do milho – *Zea mays* (estandes inicial e final, massa de 100 grãos, produtividade de grãos, altura de plantas e inserção de espigas);
- máquinas: demanda energética e capacidade operacional dos equipamentos (tritador de palhas tratorizado, rolo-facas e semeadora-adubadora).

3.6.1 PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA (MILHETO E BRAQUIÁRIA) E DECOMPOSIÇÃO (RESTOS CULTURAIS)

A determinação da massa seca da cobertura vegetal foi realizada com armaduras de ferro de 0,5 m de lado ($0,25 \text{ m}^2$), colocados aleatoriamente sobre as parcelas, coletando o material do seu interior (uma amostra por parcela em saco de papel), o material foi colocado em estufa elétrica com ventilação forçada a 65° C por 48 horas, realizando em seguida a mensuração da massa seca em balança de precisão de 0,01 g. Os valores obtidos foram convertidos para quilograma de matéria seca por hectare.

3.6.2 ESTANDES INICIAL E FINAL DAS PLÂNTULAS DE MILHO

Na determinação do estande inicial e final das culturas, foram delimitadas com estacas, quatro linhas com dois metros cada na parte central das parcelas, onde se realizou leituras após a estabilização da emergência das plântulas (estande inicial) e no final do ciclo da cultura (estande final). Os valores médios obtidos foram transformados em número de plantas por hectare.

3.6.3 PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE MILHO

Para a produtividade do milho, foram colhidas manualmente espigas em três metros de cada fileira, em duas fileiras centrais de cada parcela após o momento em que a cultura atingiu o ponto de maturação fisiológica e umidade próxima de 18%.

As espigas de milho foram posteriormente debulhadas em uma colhedora de parcela descrita no item máquinas e implementos (3.6.7), funcionando em modo estacionário. Os grãos colhidos foram pesados e os valores posteriormente transformados em kg ha^{-1} , com teor de água do grão padronizado em 13%.

3.6.4 ALTURA DE PLANTAS DE MILHO, ALTURA DE INSERÇÃO DA ESPIGA E MASSA DE 100 GRÃOS

Para a determinação da altura de plantas de milho, mediu-se com uma trena graduada em milímetros, do nível do solo até o ponto de inserção da folha bandeira. Para a variável altura de inserção da espiga viável, mediu-se do nível do solo até o ponto de inserção da espiga. As medidas de altura de inserção da espiga e altura de plantas foram obtidas no mesmo local da contagem da produtividade, em 5 plantas seguidas (por fileira) nas duas fileiras centrais da parcela.

Para a determinação da massa de 100 grãos, foram separados subamostras de sementes das espigas de milho colhidas para a amostragem da produtividade, cujas massas foram determinadas em balança com sensibilidade de centésimos de grama, de acordo as prescrições estabelecidas nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992).

3.6.5 CAPACIDADE DE CAMPO OPERACIONAL NOS MANEJOS E NA SEMEADURA

A capacidade de campo operacional das operações de manejo (tritador de palhas tratorizado e rolo-facas) e semeadora-adubadora foi determinada segundo Mialhe (1974). Estabilizava-se a velocidade de deslocamento dos conjuntos no intervalo entre as parcelas fazendo as leituras de tempo na entrada e saída das mesmas, após a passagem dos equipamentos mediu-se a largura efetiva de trabalho.

3.6.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Avaliou-se a cultura de verão (milho – *Zea mays* L.) em função de 2 espaçamentos de semeadura (0,45 e 0,90 m) sobre 2 culturas de cobertura do solo (milheto e braquiária), cada qual combinada em 2 manejos mecânicos (tritador de palhas tratorizado e rolo-facas), com 4 repetições. O experimento apresentou total de 32 parcelas de 25 m de comprimento por 7,5 m de largura (187,5 m² cada parcela) e 15

m entre as mesmas para manobras e estabilização do conjunto motomecanizado, como apresentado na Figura 9. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 2 x 2 (2 espaçamentos, 2 culturas de solo, 2 manejos mecânicos).

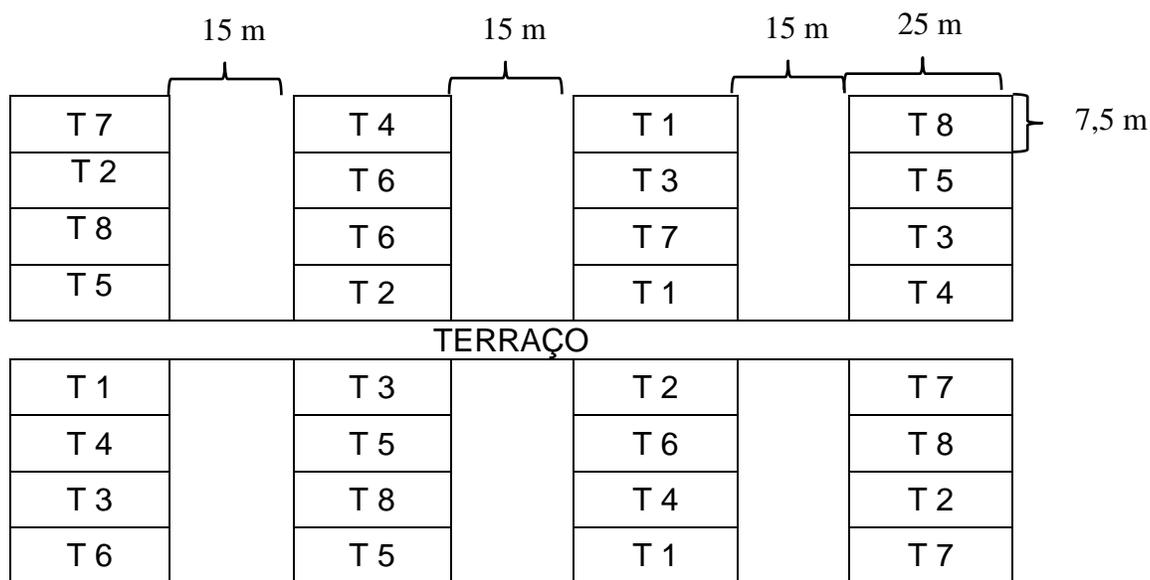


Figura 14. Croqui da área experimental safra 2011/2012, distribuição das parcelas no campo.

em que:

T 1 – Braquiária x Manejo rolo-faca x Milho verão (0,45 m);

T 2 – Braquiária x Manejo rolo-faca x Milho verão (0,90 m);

T 3 – Braquiária x Manejo triturador x Milho verão (0,45 m);

T 4 – Braquiária x Manejo triturador x Milho verão (0,90 m);

T 5 – Milheto x Manejo rolo-faca x Milho verão (0,45 m);

T 6 – Milheto x Manejo rolo-faca x Milho verão (0,90 m);

T 7 – Milheto x Manejo triturador x Milho verão (0,45 m);

T 8 – Milheto x Manejo triturador x Milho verão (0,90 m).

3.6.7 MÁQUINAS E IMPLEMENTOS

- Semeadora-adubadora de precisão da Marchesan, modelo COP (Controle de Ondulação Permanente) Suprema 7/4, com disco vertical pneumático para distribuição de sementes, distribuidor helicoidal de adubo, haste sulcadora para abertura do sulco de deposição do adubo e discos duplos para sementes, com profundidade de deposição de sementes regulada para 4 cm e rodas aterradoras-compactadoras duplas em “V”, com largura útil de 3,6 m (4 fileiras) e 3,15 m (7 fileiras). Operando com 4 fileiras de semeadura e espaçamento entre fileiras de 0,90 m, e com 7 fileiras de semeadura e espaçamento entre fileiras de 0,45 m;

- Semeadora-adubadora de fluxo contínuo da Marchesan, modelo PHT 3 Plus, com rosca sem-fim para distribuição de sementes e adubo, haste sulcadora para abertura do sulco de deposição do adubo e sementes, com profundidade de deposição regulada para 4 cm, com largura útil de 2,7 m;

- Triturador de restos culturais marca Jumil (Figura 10), modelo Trimax 2300, montado, com rotor horizontal de 607 mm, largura de corte de 2,3 m, 32 pares de facas curvas oscilantes e reversíveis, sistema de regulação de altura de corte e massa de 735 kg;



Figura 15. Triturador de restos culturais. Fonte: LAMMA.

- Rolo-facas simples com 16 facas equidistantes a 0,2 m (Figura 11), dispostas em sua periferia, largura de corte real de 1,70 m e massa com lastro de 720 kg;



Figura 16. Rolo-facas. Fonte: LAMMA.

- Pulverizador marca Jacto, modelo PJ 600, montado, reservatório com capacidade de 600 L de calda, barra de 9 m equipada com 18 pontas tipo leque para aplicação de herbicidas, massa de 195 kg;



Figura 17. Pulverizador de barras. Fonte: LAMMA.

- Cultivador/adubador marca Marchesan, modelo CPD, com dois reservatórios de capacidade 50 kg cada;

- Colhedora marca John Deere, modelo SLC 1165, ano 1997/1998, com potência de 103 kW (140 cv), com plataforma de 3,8 m de largura, dotada de sistema de trilha radial;

- Colhedora de parcela autopropelida de grãos, marca Wintersteiger seedmech, modelo NM Elite, com picador-distribuidor de palhas e massa de 1280 kg, usada de forma estacionária.

3.6.8 INSUMOS AGRÍCOLAS

3.6.8.1 SEMENTES

- Milheto (*Pennisetum glaucun* (L.) R. Brown), cultivar BRS 1501, 81% de poder germinativo, 95,8% de pureza, semeado na quantidade de 15 kg ha⁻¹ de sementes, com espaçamento de 25 cm entre linhas;

- Braquiária (*Brachiaria ruzizienses*), cultivar comum, com valor cultural de 38%, utilizando-se espaçamento de 25 cm entre linhas;

- Milho (*Zea mays* L.) híbrido Biogene BG 7049 de ciclo precoce, peneira 22, sendo colocados 6 sementes por metro e espaçamentos entre linhas de 0,45 e 0,90 m.

3.6.8.2 FERTILIZANTES E CORRETIVOS

- Para manter a saturação de bases em 60%, realizou-se a calagem no ano anterior (2009/2010) com distribuidor a lanço na dose de 1,0 t ha⁻¹ de calcário dolomítico (PRNT 90% e PN 98%);

- Para semeadura do milheto e braquiária utilizou-se adubação de 100 kg ha⁻¹ da fórmula 04-11-08;

- Na semeadura do milho utilizaram-se 300 kg ha⁻¹ de adubo na fórmula 10-20-20.

3.6.8.3 DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

- Herbicida pós-emergente Boxer (6 L ha⁻¹) + Posmil (2 L ha⁻¹) para a cultura do milho;

- Tratamento para lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) com Fastac 100SC (50 mL ha⁻¹) + Dimilin (100 mL ha⁻¹).

3.6.8.4 SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES

As atividades realizadas durante o primeiro ano do experimento são apresentadas de acordo com o cronograma a seguir:

- 02/mar/2011: Área com alta infestação de capim colonião (*Panicum maximum* Jacq.) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*);
- 07/mar/2011: Manejo com triturador de palhas tratorizado em área total;
- 19/mai/2011: Demarcação das parcelas experimentais;
- 20/mai/2011: Análise de resistência mecânica do solo à penetração (RMSP);
- 20/mai/2011: Semeadura da cultura do milho e braquiária com semeadora de fluxo contínuo;
- 29/mai/2011: Emergência da cultura do milho;
- 31/mai/2011: Emergência da cultura da braquiária;
- 07/jun/2011: Amostragem de solo para fertilidade (0 – 10; 11 – 20 cm);
- 28/jun/2011: Massa seca do milho 30 dias após a emergência;
- 29/jun/2011: Massa seca da braquiária 30 dias após a emergência;
- 03/ago/2011: Massa seca do milho 60 dias após a emergência;
- 04/ago/2011: Massa seca da braquiária 60 dias após a emergência;
- 01/set/2011: Massa seca do milho 90 dias após a emergência;
- 02/set/2011: Massa seca da braquiária 90 dias após a emergência;
- 27/out/2011: Manejo das coberturas milho e braquiária (triturador de palhas e rolo-facas);
- 27/out/2011: Massa seca do milho e braquiária após o manejo;
- 29/out/2011: Amostragem de densidade do solo e teor de água;
- 02/nov/2011: Análise de resistência mecânica do solo à penetração (RMSP);
- 02/nov/2011: Semeadura do milho ($Esp_1 = 0,45$ e $Esp_2 = 0,90$ m);
- 18/nov/2011: Adubação de cobertura no milho com uréia (dose 380 kg ha^{-1});
- 21/nov/2011: Massa seca do milho e braquiária (decomposição);
- 13/dez/2011: Aplicação de herbicida pós-emergente (Nicossulfurom 3 L ha^{-1});
- 22/dez/2011: Avaliação da população inicial;

- 27/mar/2012: Avaliação da altura das plantas e primeira espiga;
- 02/abr/2012: Massa seca remanescente do milheto e braquiária;
- 04/abr/2012: Colheita manual do milho;
- 05/abr/2012: Colheita mecanizada do milho.

3.7 SEGUNDO ANO (safra 2012/2013)

Os parâmetros avaliados no segundo ano foram:

- solo: teor de água, densidade, resistência mecânica à penetração e análises físicas e químicas;
- plantas: acúmulo de massa seca e decomposição para a cultura do milheto + plantas invasoras, características agronômicas da cultura da soja (número médio de dias para a emergência, estandes inicial e final, distribuição longitudinal de plântulas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e produtividade de grãos);
- máquinas: demanda energética dos equipamentos (tritador de palhas tratorizado, rolo-facas, pulverizador e semeadora-adubadora).

A densidade do solo, o teor de água, massa seca e determinação da demanda energética na operação dos manejos e semeadura foram determinados da mesma maneira que no primeiro ano safra.

3.7.1 ESTANDES INICIAL E FINAL DAS PLANTAS DE SOJA

Na determinação do estande inicial e final da cultura da soja, foram delimitadas com estacas, 4 linhas com 2 m cada na uma na parte central das parcelas, onde realizou-se leituras após a estabilização da emergência das plântulas (estande inicial) e no final do ciclo da cultura (estande final). Os valores médios obtidos foram transformados em número de plantas por hectare.

3.7.2 CARACTERÍSTICAS DAS VAGENS E GRÃOS DA SOJA

Para a determinação destas variáveis coletou-se todas as plantas em quatro linhas, com um metro cada, na parte central das parcelas. No laboratório, separaram-se 10 plantas de cada parcela para retirada e contagem das vagens e grãos.

3.7.3 PRODUTIVIDADE DA SOJA

A produtividade da soja foi avaliada por meio da retirada de uma amostra de 9 m² de plantas, ou seja, 5 m de 4 linhas centrais das parcelas espaçadas de 0,45 m.

Para a produtividade do soja, foram colhidas manualmente plantas em três metros de cada fileira, em duas fileiras centrais de cada parcela após o momento em que a cultura atingiu o ponto de maturação fisiológica.

As plantas de soja foram posteriormente debulhadas em uma colhedora de parcela descrita no item máquinas e implementos, funcionando em modo estacionário. Os grãos colhidos foram pesados e os valores posteriormente transformados em kg ha⁻¹, com teor de água do grão padronizado em 13%.

3.7.4 DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DE PLÂNTULAS DE SOJA

A avaliação da distribuição longitudinal entre as plântulas na fileira de semeadura foi determinada mediante a mensuração da distância entre todas as plantas existentes numa faixa de 2 m, em duas fileiras centrais de cada parcela (4 m), utilizando gabarito graduado de madeira com precisão de 0,01 m.

A porcentagem de espaçamentos aceitáveis, falhos e múltiplos foi obtida de acordo com normas da ABNT, citadas por Kurachi et al. (1989), determinando-se o percentual de espaçamentos correspondentes às classes: normal ($X_{ref} < X_i < 1,5 X_{ref}$), múltiplo ($X_i < 0,5 X_{ref}$) e falho ($X_i > 1,5 X_{ref}$), baseado em espaçamento de referência (X_{ref}) de acordo com a regulagem da semeadora. Quando o espaçamento ficou abaixo do limite inferior, foi admitido como sementes duplas e, acima do limite superior do intervalo, considerou-se falha na distribuição.

Para expressar a regularidade dos espaçamentos entre plântulas, foi determinado o coeficiente de variação de todos os espaçamentos.

3.7.5 NÚMERO MÉDIO DE DIAS PARA EMERGÊNCIA DE PLÂNTULAS DE SOJA

A avaliação do número médio de dias para emergência das plântulas foi feita por meio de contagens diárias desde a primeira plântula emergida, considerando-se qualquer parte vegetativa visível sob o solo, até a estabilização da contagem, em 2 m de duas linhas centrais de cada parcela e calculado de acordo com a Equação 4, proposta por Edmond & Drapala (1958).

$$NDE = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \cdot G_i}{\sum_{i=1}^n G_i} \quad (4)$$

em que,

NDE = número médio de dias para emergência de plântulas;

N_i = número de dias decorridos entre a semeadura e a contagem i ;

G_i = número de plântulas emergidas entre as contagens i e $(i-1)$.

3.7.6 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Avaliou-se a cultura de verão (soja – *Glycine max* (L.) Merrill) em função de 2 velocidades médias de semeadura média de serviço (5,5 e 7,2 km h⁻¹) sobre a cultura de inverno do milho manejada em 3 sistemas (tritador de palhas tratorizado, rolo-facas e herbicida), com 4 repetições, num total de 24 parcelas de 25 m de comprimento por 12 m de largura (300 m² cada parcela) e 15 m entre as mesmas para manobras e estabilização do conjunto motomecanizado, como apresentado na Figura 10. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 3 (2 velocidades, 3 manejos).

abertura do sulco de deposição do adubo e sementes, com profundidade de deposição regulada para 4 cm, com largura útil de 2,7 m;

- Triturador de restos culturais marca Jumil, modelo Trimax 2300, montado, com rotor horizontal de 607 mm, largura de corte de 2,3 m, 32 pares de facas curvas oscilantes e reversíveis, sistema de regulagem de altura de corte e massa de 735 kg;

- Rolo-facas simples com 16 facas equidistantes a 0,2 m, dispostas em sua periferia, largura de corte real de 1,70 m e massa com lastro de 720 kg;

- Pulverizador marca Jacto, modelo PJ 600, montado, reservatório com capacidade de 600 L de calda, barra de 9 m equipada com 18 bicos tipo leque para aplicação de herbicidas e bicos cônicos para aplicação de defensivos na soja, massa de 195 kg;

- Cultivador/adubador marca Marchesan, modelo CPD, com dois reservatórios de capacidade 50 kg cada, altura livre 660 mm, largura das armações 2900 mm, peso aproximado 355 kg, exigência de 51 a 57 Hp de potência;

- Colhedora marca John Deere, modelo SLC 1165, ano 1997/1998, com potência de 103 kW (140 cv), com plataforma de 3,8 m de largura, dotada de sistema de trilha radial;

- Colhedora de parcela autopropelida de grãos, marca Wintersteiger seedmech, modelo NM Elite, com picador-distribuidor de palhas e massa de 1280 kg, usada de forma estacionária.

3.7.8 INSUMOS AGRÍCOLAS

3.7.8.1 SEMENTES

- Milheto (*Pennisetum glaucun* (L.) R. Brown), cultivar BRS 1501, 81% de poder germinativo, 95,8% de pureza, semeado na quantidade de 25 kg ha⁻¹ de sementes, com espaçamento de 25 cm entre linhas;

- Soja (*Glycine Max* (L.) Merrill), cultivar Conquista, com 80% de poder germinativo e 98% de pureza, na quantidade 90 kg ha⁻¹ de sementes, com densidade de 28 sementes por metro e 0,45 m entre linhas.

3.7.8.2 FERTILIZANTES E CORRETIVOS

- Para a semeadura do milho utilizou-se adubação de 100 kg ha⁻¹ da fórmula 04-14-08;
- Na semeadura da soja utilizaram-se 200 kg ha⁻¹ da fórmula 04-20-20.

3.7.8.3 DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

- Herbicida dessecante: dessecação de manejo do milho com 3 L ha⁻¹ de glifosato (glyphosate); dessecação para semeadura da soja (pois os manejos foram antecipados a semeadura) com glifosato (glyphosate) na dose de 4 L ha⁻¹, em mistura com 1,5 L ha⁻¹ de 2,4-D;
- Herbicida pós-emergente: usado para controle de plantas invasoras no cultivo da soja, na dose 2 L ha⁻¹ de Basagran (bentazon) em mistura com 2 L ha⁻¹ de Fuzilade (fluazifop-p);
- Inseticida: 0,2 L ha⁻¹ de Decis 25 CE (deltamethin) para controle da lagarta da soja (*Anticarsia gemmatilis*), 0,35 L ha⁻¹ de Ramidop 600 (methamidophos) no controle do percevejo marrom (*Euschistus heros*);
- Fungicida: as sementes foram tratadas com 0,25 L de Thiram 200 SC (carboxin-thiram) para 100 kg de sementes;
- Inoculante: as sementes foram submetidas à inoculação antes da semeadura, com 0,5 kg de inoculante turfoso Eurolec (*Bradirrizobium japonico*) para 40 kg de sementes.

3.7.9 SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES

As atividades realizadas durante o segundo ano do experimento são apresentadas de acordo com o cronograma a seguir:

- 05/abr/2012: Manejo em área total dos restos culturais com triturador de palhas tratorizado;
- 06/abr/2012: Demarcação das parcelas experimentais;
- 15/abr/2012: Amostragem física e química do solo (0 – 10, 11 – 20 cm);
- 16/abr/2012: Determinação da resistência mecânica do solo à penetração;
- 16/abr/2012: Semeadura da cultura do milho com semeadora de fluxo contínuo;
- 26/abr/2012: Emergência da cultura do milho;
- 03/mai/2012: Massa seca do milho 30 dias após a emergência;
- 01/jun/2012: Massa seca do milho 60 dias após a emergência;
- 04/jul/2012: Massa seca do milho 90 dias após a emergência;
- 15/ago/2012: Manejo da cultura do milho (triturador de palhas, rolo-facas e herbicida);
- 15/ago/2012: Massa seca após o manejo;
- 04/set/2012: Massa seca do milho (decomposição);
- 26/set/2012: Massa seca do milho (decomposição);
- 04/out/2012: Amostragem de densidade e teor de água no solo;
- 18/out/2012: Aplicação de dessecante em área total (Glyphosate 4 L ha⁻¹; 2,4-D 1,5 L ha⁻¹);
- 30/out/2012: Massa seca do milho antes da semeadura da soja (decomposição);
- 31/out/2012: Determinação da resistência mecânica do solo à penetração;
- 31/out/2012: Semeadura de soja ($V_a = 5,5$ e $V_b = 7,2$ km h⁻¹);
- 01/nov/2012: Aplicação de herbicida pré-emergente (trifluralina 3,5 L ha⁻¹);
- 08/nov à 14/nov/2012: Contagem do índice de emergência de plântulas de soja;
- 28/nov/2012: Amostragem para avaliação da distribuição longitudinal de sementes;
- 29/nov/2012: Pulverização para combate à lagarta da soja;
- 30/nov/2012: Massa seca do milho após a semeadura da soja (decomposição);
- 03/dez/2012: Pulverização para combate à lagarta da soja;
- 14/jan/2013: Massa seca do milho;
- 22/jan/2013: Pulverização para controle do percevejo da soja;
- 25/jan/2013: Pulverização para controle do percevejo e lagarta da soja;

- 04/abr/2013: Amostragem para produtividade, estande final, número de vagens por planta e número de grãos por vagem;
- 08/abr/2013: Colheita mecânica da soja.

3.8 TERCEIRO ANO (safra 2013/2014)

Os parâmetros avaliados no terceiro ano foram:

- solo: teor de água, densidade e análises físicas e químicas;
- plantas: acúmulo de massa seca para as três espécies de braquiárias, porcentagem de cobertura, características agronômicas da cultura do milho (estandes inicial e final, distribuição longitudinal de plântulas e produtividade de grãos);
- máquinas: demanda energética do conjunto motomecanizado trator-semeadora-adubadora.

A densidade do solo, o teor de água, massa seca e determinação da demanda energética na operação de semeadura seguiram os mesmos procedimentos dos dois primeiros anos.

3.8.1 PORCENTAGEM DE COBERTURA VEGETAL DO SOLO

Para determinação da cobertura vegetal do solo, utilizou-se metodologia adaptada de Laflen et al. (1981), por meio de cordão barbante de 15 m de comprimento com marcações a cada 0,15 m.

3.8.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Avaliou-se a cultura de verão (milho – *Zea mays* L.) em função de duas velocidades médias de semeadura (5,1 e 6,9 km h⁻¹) sobre três espécies de braquiárias (*Brachiaria brizantha*, *decumbens* e *ruziensis*) com 4 repetições, realizando manejo químico (herbicida via pulverizador tratorizado de barras) em área total, num total de 24 parcelas de 25 m de comprimento por 12 m de largura (300 m² cada parcela) e 15 m entre as mesmas para manobras e estabilização do conjunto motomecanizado, como

apresentado na Figura 11. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 3 (2 velocidades, 3 manejos).

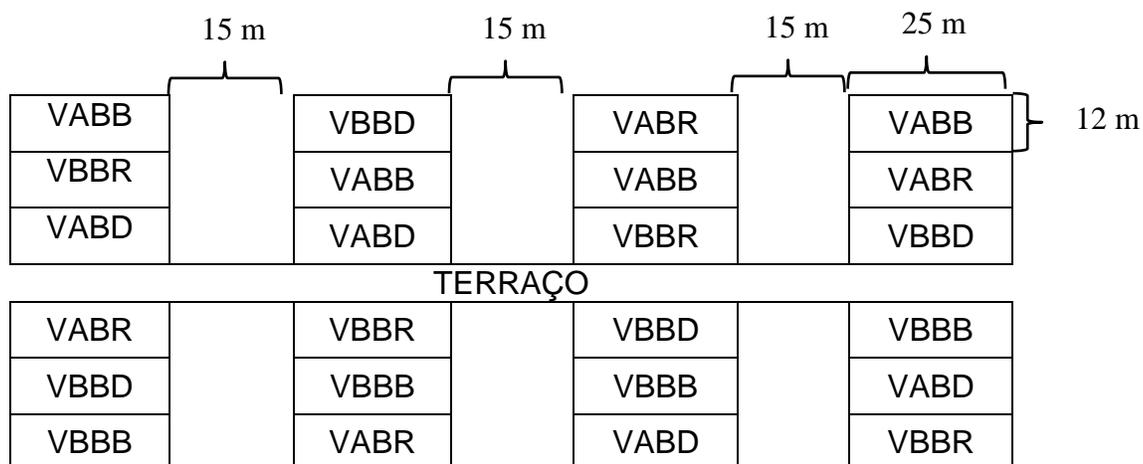


Figura 19. Croqui da área experimental safra 2013/2014, distribuição das parcelas no campo.

em que:

VA – Velocidade de semeadura 5,1 km h⁻¹;

VB – Velocidade de semeadura 6,9 km h⁻¹;

BB – *Brachiaria brizantha*;

BD – *Brachiaria decumbens*;

BR – *Brachiaria ruziensis*.

3.8.3 MÁQUINAS E IMPLEMENTOS

- Semeadora-adubadora de precisão da Marchesan, modelo COP Suprema 7/4 (Controle de Ondulação Permanente), com disco vertical pneumático para distribuição de sementes, distribuidor helicoidal de adubo, haste sulcadora para abertura do sulco de deposição do adubo e discos duplos para sementes, com profundidade de deposição regulada para 4 cm e rodas aterradoras-compactadoras duplas em “V”, com largura útil de 3,6 m. Operando com 4 fileiras de semeadura e espaçamento entre fileiras de 0,90 m;

- Semeadora-adubadora de fluxo contínuo da Marchesan, modelo PHT 3 Plus, com rosca sem-fim para distribuição de sementes e adubo, haste sulcadora para abertura do sulco de deposição do adubo e sementes, com profundidade de deposição regulada para 4 cm, com largura útil de 2,7 m;
- Pulverizador marca Jacto, modelo PJ 600, montado, reservatório com capacidade de 600 L de calda, barra de 9 m equipada com 18 bicos tipo leque para aplicação de herbicidas e bicos cônicos para aplicação de defensivos na soja, massa de 195 kg;
- Cultivador/adubador marca Marchesan, modelo CPD, com dois reservatórios de capacidade 50 kg cada, altura livre 660 mm, largura das armações 2900 mm, peso aproximado 355 Kg, exigência de 51 a 57 Hp de potência;
- Colhedora marca John Deere, modelo SLC 1165, ano 1997/1998, com potência de 103 kW (140 cv), com plataforma de 3,8 m de largura, dotada de sistema de trilha radial;
- Colhedora de parcela autopropelida de grãos, marca Wintersteiger seedmech, modelo NM Elite, com picador-distribuidor de palhas e massa de 1280 kg, usada de forma estacionária.

3.8.4 INSUMOS AGRÍCOLAS

3.8.4.1 SEMENTES

- Braquiária (*Brachiaria decumbens*), cultivar comum, com valor cultural de 45%, utilizando-se espaçamento de 25 cm entre linhas;
- Braquiária (*Brachiaria brizantha*), cultivar comum, com valor cultural de 32%, utilizando-se espaçamento de 25 cm entre linhas;
- Braquiária (*Brachiaria ruzizienses*), cultivar comum, com valor cultural de 38%, utilizando-se espaçamento de 25 cm entre linhas;
- Milho (*Zea mays* L.) híbrido Biogene BG 7049 de ciclo precoce, peneira 22, sendo colocados 6 sementes por metro e espaçamento entre linhas de 0,90 m.

3.8.4.2 FERTILIZANTES E CORRETIVOS

- Para semeadura das braquiárias utilizou-se adubação de 100 kg ha⁻¹ da fórmula 04-11-08;
- Na semeadura do milho utilizaram-se 300 kg ha⁻¹ de adubo na fórmula 10-20-20.

3.8.4.3 DEFENSIVOS AGRÍCOLAS

- Herbicida dessecante: dessecação de manejo com 3 L ha⁻¹ de glifosato (glyphosate GLIZ);
- Herbicida pós-emergente Boxer (6 L ha⁻¹) + Posmil (2 L ha⁻¹) para a cultura do milho;
- Tratamento para lagarta do cartucho com Fastac 100SC (50 mL ha⁻¹) + Dimilin (100 mL ha⁻¹).

3.8.5 SEQUÊNCIA DE OPERAÇÕES

As atividades realizadas durante o terceiro ano do experimento são apresentadas no cronograma a seguir:

- 16/abr/2013: Semeadura das culturas de cobertura;
- 15/mai/2013: Massa seca das culturas de cobertura;
- 14/jun/2013: Massa seca das culturas de cobertura;
- 15/jul/2013: Massa seca das culturas de cobertura;
- 14/ago/2013: Massa seca das culturas de cobertura;
- 15/ago/2013: Manejo químico das culturas de cobertura;
- 24/nov/2013: Semeadura da cultura do milho;
- 28/nov/2013: Porcentagem de cobertura após a semeadura;
- 05/dez/2013: Avaliação da distribuição longitudinal das sementes;
- 11/dez/2013: Avaliação do estande inicial;
- 01/mar/2013: Massa seca dos restos culturais das coberturas;
- 25/abr/2013: Avaliação do estande final e colheita manual do milho;
- 26/abr/2013: Colheita mecanizada do milho.

3.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise de variância, e quando o valor do teste F foi significativo a 5% de probabilidade, foi realizado o teste de Tukey para a comparação de médias por meio do software SISVAR (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão apresentados na forma de Tabelas e Figuras. Os resumos das análises de variância expressos pelo teste F e os resultados de médias dos parâmetros e fatores estudados, foram agrupados em Tabelas e nas causas de interações significativas, estas foram desmembradas em Tabelas isoladas.

4.1 PRIMEIRO ANO (safra 2011/2012)

A média da força e da potência demandadas na barra de tração (Tabela 4) foram de 24% e 21% maiores no sistema de semeadura de milho com espaçamentos reduzidos a 0,45 m (7 unidades semeadoras-adubadoras) em relação ao sistema convencional de 0,90 m (4 unidades semeadoras-adubadoras) independente das coberturas. Chioderoli et al. (2010) trabalhando em textura de solo e teor de água semelhantes, com preparos do solo (convencional e sistema plantio direto) e espaçamentos reduzidos na semeadura direta do milho (0,45 e 0,90 m) não obtiveram diferenças de resultados para força de tração (16 e 16 N) e potência (25,6 e 24,5 kW) em ambos espaçamentos, respectivamente.

A velocidade de deslocamento (média de 5,0 km h⁻¹) do conjunto na operação de semeadura (Tabela 1) não diferiu ($p > 0,05$) entre os tipos de manejo (rolo-facas e triturador de palhas) das coberturas vegetais (braquiária e milheto) nos espaçamentos utilizados de 0,45 e 0,90 m, bem como para a interação entre os fatores. A quantidade de palha fragmentada encontrada no solo das parcelas pode ter ocasionado este efeito, atribuído ao contato do pneu com o solo.

Furlani et al. (2008), em trabalho com semeadura a 3,4 km h⁻¹ em Latossolo argiloso, encontraram menor exigência de força de tração (12,8 kN) e potência (11,9 kW) na barra, mesmo resultados encontrados por Siqueira et al. (2001) e Mahl (2006) em mesmas condições edafoclimáticas.

Chioderoli et al. (2010), trabalhando com espaçamentos reduzidos no cultivo de milho sobre diferentes sistemas de preparo de solo, obtiveram valores de velocidade de deslocamento maiores para semeadura direta (5,8 km h⁻¹) e escarificação (5,3 km h⁻¹).

De acordo com os autores este efeito se deve à maior quantidade de palha nas áreas de sistema plantio direto, quando comparada com o uso do escarificador, efeito que pode ser atribuído ao contato eficiente do pneu com o solo, uma vez que boa parte da palha era composta por fragmentos ancorados e, portanto, promoveu maior força de tração, refletindo diretamente no aumento da velocidade. Discordando de Cepik et al. (2010), em estudo no qual afirmam que a patinagem aumenta à medida que aumenta a quantidade de resíduos vegetais sobre o solo.

Tabela 4. Médias das variáveis velocidade (V), força de tração (FT), potência na barra (PB), consumo hora (ChV), capacidade de campo operacional (CCo), consumo operacional (CO) e patinagem (%) na operação de semeadura.

Tratamento	V (km h ⁻¹)	FT (kN)	PB (kW)	ChV (Lh ⁻¹)	CCo (ha h ⁻¹)	CO (Lha ⁻¹)	Patinagem (%)
Manejo Mecânico							
Rolo-facas	4,9	20,4	28,1	11,2	1,1	9,5	6,6
Triturador	5,0	19,8	27,6	11,2	1,1	9,4	6,6
Espaçamento							
0,45 m	4,9	22,2 a	30,5 a	11,8 a	1,1 b	10,1 a	6,9
0,90 m	5,0	17,9 b	25,2 b	10,5 b	1,3 a	8,8 b	6,3
Cobertura							
Braquiária	4,9	20,1	27,8	11,1	1,1	9,5	6,7
Milheto	5,0	20,0	27,9	11,2	1,1	9,4	6,6
Teste F							
Manejo (M)	1,1	2,9	0,7	0,0	0,9	1,2	0,0
Espaçamento (E)	2,5	154,7 *	100,7 *	94,4 *	2,5 *	120,3 *	0,8
Cobertura (C)	0,1	0,1	0,1	0,2	1,1	0,2	0,0
E x C	2,5	4,0	0,6	1,4	2,5	7,6 *	0,7
E x M	0,8	0,4	1,2	8,0 *	0,9	3,2	0,2
C x M	1,4	0,0	0,4	0,1	1,5	0,8	3,1
E x C x M	0,3	0,5	0,9	4,7 *	0,3	2,3	0,5
CV %	3,54	4,79	5,40	3,36	3,46	3,46	28,46

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade; *: significativo ($p < 0,05$); ^{ns}: não significativo ($p > 0,05$); C.V: coeficiente de variação.

A patinagem (Tabela 4) não diferiu entre os tipos de manejo das coberturas vegetais nos espaçamentos utilizados de 0,45 e 0,90 m, bem como para a interação entre os fatores. A patinagem média na operação de semeadura foi de 6,6 %.

A capacidade de campo operacional (Tabela 4) apresentou diferença para o fator espaçamento. A capacidade de campo operacional é função direta da velocidade de deslocamento e esta não apresentou diferença significativa. Verificou-se incremento de 18,2 % na capacidade de campo operacional para espaçamento entrelinhas de 0,90 m,

fato esperado devido à diferença de largura útil quando se passa do espaçamento entre fileiras de 0,45 m (3,15 m) e de 0,90 m (3,6 m).

Os consumos de combustível horário e operacional (Tabela 4) foram respectivamente 11% e 12,6% maiores no sistema de semeadura de milho com espaçamentos reduzidos do que no sistema convencional de 0,90 m. Estes resultados podem ser considerados regulares e aceitáveis devido às maiores força e potência exigidas na barra de tração.

A interação espaçamento e cobertura para a variável consumo operacional (Tabela 5) mostrou que foi maior no espaçamento reduzido em relação ao convencional de 0,90 m nos dois tipos de cobertura vegetal (braquiária e milho). Pode-se aferir que o espaçamento reduzido demandou maiores consumos de combustível, o que pode ser devido ao tipo e distribuição da palha da braquiária.

Tabela 5. Interação dos fatores espaçamento e cobertura para a variável consumo operacional (Lha^{-1}).

Espaçamento	Cobertura	
	Braquiária	Milho
0,45 m	10,26 A a	9,04 B a
0,90 m	9,99 A b	8,66 B b

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si. Em cada linha, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si.

Furlani et al. (2008) e Mahl et al. (2005) trabalhando em condições similares encontraram comportamentos semelhantes para consumos de combustível horário e operacional. Entretanto, Furlani et al (2005) obteve o consumo horário operacional influenciado pela velocidade, tendo menor consumo na maior velocidade, o que proporcionou aumento de 83% na capacidade de campo operacional e diminuição de 32% no consumo operacional.

A interação espaçamento e manejo mecânico para a variável consumo horário (Tabela 6) mostrou que foi maior no espaçamento reduzido em relação ao convencional de 0,90 m nos dois tipos de manejo de cobertura (rolo-facas e triturador de palha).

Tabela 6. Interação dos fatores espaçamento e manejo para a variável consumo horário (Lh^{-1}).

Espaçamento	Manejo	
	Rolo-facas	Triturador de palhas
0,45 m	12,04 A a	10,37 B a
0,90 m	11,66 A b	10,74 A a

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si. Em cada linha, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si.

Cortez et al. (2009) trabalhando na operação de manejo de coberturas em condições semelhantes a este trabalho, encontraram maiores consumos de combustível horário (6,7%) e operacional (31%) para o manejo com triturador de palhas do que utilizando rolo-faca.

Tabela 7. Interação tripla entre os fatores espaçamento, manejo e cobertura para a variável consumo horário ($L h^{-1}$).

Causas da variação	GL	SQ	QM	Fc
Espaçamento (E)	1	13,416200	94,472*	94,472
Manejo (M)	1	0,000112	0,001	0,001
Cobertura (C)	1	0,032512	0,229	0,229
E x C	1	0,208012	1,465	1,465
E x M	1	1,147612	8,081	8,081
M x C	1	0,020000	0,141	0,141*
E x M x C	1	0,672800	4,738	4,738
Blocos	1			
Erro	24	3,408300		
Total	31	18,905550		

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade; *: significativo ($p < 0,05$); ^{ns}: não significativo ($p > 0,05$); C.V: coeficiente de variação.

Na Tabela 8 pode-se observar que a produtividade, estande inicial, estande final e massa de 100 grãos não apresentaram diferença estatística ($p > 0,05$) entre os tipos de manejo (rolo-facas e triturador) das coberturas vegetais (braquiária e milho) nos espaçamentos utilizados de 0,45 e 0,90 m, bem como para a interação entre os fatores. Cortez et al. (2009) encontraram respostas semelhantes em seus trabalhos. Este fato corrobora que independente da cultura de cobertura, o método de manejo mecânico e espaçamento entrelinhas de semeadura, a produtividade, estande inicial, estande final e peso de 100 grãos mantiveram-se semelhante, com uma média de 7.194 kg ha^{-1} , $67.332 \text{ plantas ha}^{-1}$, $66.522 \text{ plantas ha}^{-1}$ e $32,34 \text{ g}$, respectivamente.

Tabela 8. Síntese da análise de variância para produtividade (PROD), estande inicial (EI), estande final (EF), massa de cem grãos (M100), altura de planta (AP), altura de inserção de espiga (AIE).

Tratamento	PROD (kg ha ⁻¹)	E I (plantas ha ⁻¹)	E F (plantas ha ⁻¹)	M100 (g)	A P (m)	A I E (m)
Manejo Mecânico						
Rolo-facas	7.171	69.529	68.555	32,81	2,08	1,29 a
Triturador	6.840	65.135	64.288	31,87	2,16	1,20 b
Espaçamento						
45 cm	7.137	67.140	66.133	31,87	2,09	1,20
90 cm	7.440	67.525	66.377	32,81	2,16	1,26
Cobertura						
Bracchiaria	7.547	66.908	66.038	33,12	2,11	1,22
Milheto	7.030	67.756	66.740	31,56	2,14	1,25
Teste F						
Manejo (M)	2,173	1,662	1,324	0,871	3,912	5,613 *
Espaçamento (E)	0,248	0,013	0,070	0,871	2,824	3,940
Cobertura (C)	0,722	0,062	0,101	2,419	0,575	0,766
E x C	2,173	0,373	0,121	0,097	0,006	0,842
E x M	1,475	1,538	1,696	0,097	0,409	3,138
C x M	0,088	0,700	1,565	2,419	6,467 *	5,413 *
E x C x M	3,478	0,001	1,517	0,097	0,080	0,103
CV %	23,58	14,32	39,63	8,78	5,59	6,69

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade; *: significativo ($p < 0,05$); ns: não significativo ($p > 0,05$); C.V: coeficiente de variação

A interação cobertura e manejo para a variável altura de plantas (Tabela 9) mostrou que foi maior para cobertura com a cultura de milho do que a com braquiária, utilizando manejo mecânico com rolo-facas.

Tabela 9. Interação dos fatores cobertura e manejo para a variável altura plantas (m).

Cobertura	Manejo	
	Rolo-facas	Triturador de palhas
Braquiaria	2,01 B a	2,15 A a
Milheto	2,20 A a	2,12 A a

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si. Em cada linha, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si.

Stacciarini et al. (2010) utilizando o híbrido Pioneer 30K75 concluíram que a redução de espaçamento entrelinhas de cultivo (de 0,90 para 0,45 m) e aumento da densidade populacional (de 60 para 90 mil plantas ha⁻¹) resultou em maior produtividade

do híbrido, sem alterar suas características agronômicas de altura de plantas, altura de inserção de espiga, peso de 1000 grãos.

A variável altura de inserção de espigas (Tabela 8) foi 6,3% maior no manejo mecânico com rolo-facas do que no manejo mecânico com triturador de palhas. A interação cobertura e manejo para a variável altura de inserção de espiga (Tabela 10) mostrou que foi maior na cobertura de milheto em relação à cobertura de braquiária, com manejo mecânico utilizando rolo-facas.

Tabela 10. Interação dos fatores cobertura e manejo para a variável altura de inserção de espigas (m).

Cobertura	Manejo	
	Rolo-facas	Triturador de palhas
Braquiaria	1,15 B a	1,25 A a
Milheto	1,29 A a	1,25 A a

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras minúsculas não diferem entre si. Em cada linha, para cada fator, médias seguidas de mesmas letras maiúsculas não diferem entre si.

Em relação à altura de plantas, Takasu et al. (2014) verificaram diferença significativa com a redução do espaçamento entrelinhas e ajuste linear decrescente à medida que houve aumento da população de plantas. Os mesmos autores observaram que a redução de espaçamento entrelinhas de 0,90 para 0,45 m acarretou plantas com maior altura de inserção de espiga. Isso pode ser devido à maior quantidade de nutrientes e de luz solar disponíveis à cultura com a redução do espaçamento entrelinhas e menos plantas por metro.

Estes resultados diferem dos encontrados por Kappes et al.(2011) que constataram não haver diferença para o espaçamento adotado (0,45 e 0,90 m), no entanto verificaram que houve incremento linear na altura de inserção de espiga à medida que aumentou a densidade de plantas, sendo a maior altura encontrada na densidade de 90 mil plantas ha⁻¹.

4.2 SEGUNDO ANO (safra 2012/2013)

Na Tabela 11 é apresentada a produção da matéria seca (PMS) da cultura do milho aos 30, 45, 60, 90 e 115 dias após a semeadura (DAS) e no dia do manejo (125 DAS). Observa-se que houve aumento da PMS até os 115 DAS chegando a mais de 6.400 kg ha⁻¹, produção menor que a encontrada por Almeida (2011) que chegou a valores entre 7,15 e 13,54 t MS ha⁻¹, em condições edafoclimáticas semelhantes ao presente experimento no município de Jaboticabal.

Borges (2012) apresentou média geral de PMS de 5.700 kg ha⁻¹ para o milho nas regiões de Votuporanga/SP e Selvíria/MS, sendo esta produtividade superior à encontrada por Sodré Filho et al. (2004), que obtiveram 1.900 kg ha⁻¹ de PMS de milho comum na região de Planaltina/DF e por Torres et al. (2005) que constataram, em Uberaba (MG), 3600 kg ha⁻¹ de PMS para o milho, semeado no início do período seco que coincide com o inverno na região. No entanto, a produção de massa do milho foi inferior a encontrada por Boer et al. (2008), que obtiveram 10.800 kg ha⁻¹ de massa seca de milho em Rio Verde/GO, semeado em abril no início do período da seca, sendo que os autores relacionaram a alta produção ao elevado volume de chuva acumulado no período de abril a junho do ano do experimento (307 mm) e a qualidade das sementes melhoradas. Destaca-se que as diferenças entre a quantidade de massa seca produzida depende de vários fatores, tais como: época de semeadura, precipitação, tipo de solo, fertilidade entre outras.

No dia do manejo (125 DAS) a PMS apresentou decréscimo em relação à última amostragem, devido à entrada no período de senescência da cultura do milho.

Tabela 11. Produção da matéria seca (PMS) da cultura do milho aos 30, 45, 60, 90, 115 DAS e no dia do manejo (125 DAS).

DAS	kg ha ⁻¹
30	3128
45	3840
60	4150
90	6370
115	6405
Manejo (125)	6284

Na Tabela 12 são apresentados os valores da decomposição da matéria seca (DMS) do milho e de plantas daninhas aos 20, 40, 80 e 110 dias após os manejos (DAM).

Tabela 12. Decomposição da matéria seca (DMS) do milho e plantas daninhas em dias após o manejo (DAM) do milho.

DAM	Rolo-facas	Triturador	Herbicida
	(kg ha ⁻¹)		
20	3800	3050	4100
40	3740	3300	3250
80	4100	4150	4300
110	3710	3900	3900

Para o manejo com triturador de palhas houve acréscimo da DMS dos 20 aos 80 dias, devido a emergência de plantas daninhas, rebrota e sementeira de milho. O decréscimo apresentado aos 110 dias se deve a dessecação em área total após o manejo para a semeadura da soja. No manejo com rolo-facas e herbicida ocorreu diminuição da DMS dos 20 para os 40 dias, devido a morte fisiológica das plantas de milho e daninhas, o aumento apresentado aos 80 dias é relativo ao surgimento de plantas daninhas (principalmente de folhas largas) e a diminuição de massa aos 110 dias é também função da dessecação em área total para a semeadura da soja. Marques (2002), relata que após algum tempo de manejo o desenvolvimento de vegetação espontânea faz com que não haja uma diminuição da cobertura morta, o que mostra a tolerância da vegetação espontânea à deficiência hídrica. A ocorrência da vegetação espontânea pode-se tornar interessante do ponto de vista de massa seca, porém, está deve ser controlada.

Na Tabela 13 são apresentados os valores médios (uma vez que, estatisticamente não houve variação entre as parcelas experimentais) do teor de água e densidade do solo nos momentos da determinação da resistência mecânica à penetração (RMSP) e anterior à semeadura da cultura da soja. Estes resultados mostram que as diferentes formas de manejo não interferiram no teor de água do solo de acordo com as condições edafoclimáticas predominantes durante o experimento.

Tabela 13. Teor de água no solo e densidade no momento da determinação da RMSPE anterior à semeadura da cultura da soja.

Profundidade (cm)	Água (g kg⁻¹)	Densidade Solo (kg dm⁻³)
0 – 10	256	1,50
11 – 20	257	1,55

Na Tabela 14 são apresentados a distribuição longitudinal de plântulas de soja, com os espaçamentos normais, duplos e falhos e o número de dias para a emergência.

A distribuição longitudinal de plântulas não apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos. Porém, nota-se que os espaçamentos normais possuem média de 48%, os duplos 23,2% e os falhos 28,8%. Cortez (2009) realizando experimento semelhante e em condições edafoclimáticas similares também não obteve interferência ou influência pelos fatores e interações estudados. Branquinho (2003) verificou não haver significância para distribuição longitudinal de plântulas em função do manejo, velocidade e cultura.

Para Mialhe (1996), as semeadoras-adubadoras de discos verticais pneumáticos devem apresentar 90% de espaçamentos normais, o que não aconteceu neste experimento, e coeficiente de variação de no máximo 30%. Andersson (2001) cita que valores ótimos de coeficiente de variação na semeadura estão abaixo de 10%, e valores de 10% a 30% são considerados regulares e acima de 30% valores ruins.

Pelos coeficientes de variação apresentados, pode-se classificar o processo de semeadura da soja como regular neste experimento. Furlani (2005) apresentou resultados similares para a cultura da soja, indicando que menos da metade das sementes foram distribuídas com espaçamentos normais.

Vigna et al. (2007) observaram que o aumento da velocidade de deslocamento interferiu na distribuição de sementes de soja e que a menor velocidade proporcionou distribuição de sementes mais próximas da dosagem desejada, para as velocidades de 6,0 km h⁻¹; 8,0 km h⁻¹ e 9,0 km h⁻¹.

O número médio de dias para a emergência das plântulas de soja (Tabela 14) não foi afetado pelos manejos efetuados na cultura do milho e pela variação da velocidade de deslocamento do conjunto motomecanizado trator-semeadora-adubadora, sendo em média de 9,1 dias. Furlani (2005) apresentou resultados similares

para a cultura da soja, 9,8 dias para a emergência, não sendo afetados pelos manejos efetuados na cultura do milho nem pela variação da velocidade de deslocamento do conjunto motomecanizado trator-semeadora-adubadora. Cortez (2009) trabalhando com a cultura da soja, observou valores médios de cinco dias para a emergência das plântulas de soja, porém não houve variação em função dos sistemas de adubação e dos manejos, bem como da interação entre os fatores. Já Cortez (2007) encontrou valores médios de seis dias para a emergência da soja na mesma área experimental.

Tabela 14. Distribuição longitudinal de plântulas de soja em normal, duplo e falho e os dias para a emergência de plântulas.

MANEJO	Normal	Duplo (%)	Falho	Dias Emergência
Rolo-facas	48	24	28	8,8
Triturador	49	23	28	9,1
Herbicida	47	23	30	9,4
VELOCIDADE				
V₁ - 5,5	48	23	29	9,4
V₂ - 7,2	48	23	29	8,7
CV (%)	15	21	22	6

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade; *: significativo ($p < 0,05$); ^{ns}: não significativo ($p > 0,05$); C.V: coeficiente de variação.

Os estandes inicial e final das plantas de soja, apresentados na Tabela 15, não diferiram estatisticamente para os fatores manejo da cultura do milho e velocidade de semeadura da soja. No presente trabalho regulou-se a semeadora-adubadora para deposição de 28 sementes de soja por metro. Para a cultura da soja o estande de plantas pouco interferiu na produtividade da cultura, uma vez que a planta de soja pode compensar falhas da semeadura pela emissão de novos ramos. Cortez (2009) em trabalho com a cultura da soja observou valores médios de cinco dias para a emergência das plântulas de soja, porém não houve variação em função dos sistemas de adubação e dos manejos, bem como da interação entre os fatores.

Os componentes de produção da cultura da soja (vagens planta⁻¹ e grãos vagens⁻¹) também não diferiram estatisticamente (Tabela 15) no presente trabalho, sendo que a média geral de vagens por planta foi de 22,6 e 2 grãos por vagem. Cortez (2009) observou-se que o número de vagens por planta foi maior nos sistemas de adubação na semeadura do que pré-semeadura, indicando o melhor aproveitamento do

adubo pelas plantas de soja. Com relação aos manejos, o mesmo autor relatou que o manejo com rolo-facas obteve o maior número de vagens por planta, e o menor com o triturador de palhas. Estes resultados condizem com Rambo et al. (2003), que afirmam que o número de vagens é o componente de colheita que mais sofre modificações pela utilização de práticas de manejo diferenciadas. E que apenas o limite máximo do número de vagens por planta é definido geneticamente (POTAFÓS, 1997).

De acordo com Cortez (2009), o número de grãos por vagem não foi influenciado pelos fatores sistemas de adubação e manejos, o que concorda com os resultados de Board et al. (1990), Rambo et al. (2003) e Cortez (2007), devido esse componente ser determinado no final do ciclo reprodutivo da soja. Assim, o número de grãos por vagem tem controle genético substancial e por isso tem pequena variação (COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES, 1994).

Tabela 15. Estandes inicial, final e características das plantas de soja.

MANEJO	Estande inicial	Estande final	Vagens planta ⁻¹	Grãos vagem ⁻¹	Produtividade
	(plantas m ⁻¹)				
Rolo-facas	24	22	22	2	3650
Triturador	24	21	23	2	3490
Herbicida	23	20	23	2	3715
VELOCIDADE					
V₁ - 5,5	24	21	22	2	3580
V₂ - 7,2	23	21	23	2	3650
CV (%)	11	14	13	5	10

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade; *: significativo ($p < 0,05$); ^{ns}: não significativo ($p > 0,05$); C.V: coeficiente de variação.

Não houve diferença estatística para as interações e os fatores manejo da cultura do milho e velocidade de semeadura na demanda energética (força de tração por linha e potência por linha) do conjunto motomecanizado trator-semeadora-adubadora na operação de semeadura da soja, conforme apresentado na Tabela 16.

Pela Tabela 16, verificam-se os valores médios da força de tração e potência por linha de semeadura. A média geral para a força de tração por linha de semeadura foi de 3,02 kN e 4,56 kW de potência por linha de semeadura de soja. Furlani (2005) trabalhando com diferentes velocidades de semeadura de soja sobre diferentes manejos de milho e sorgo, também não observou diferença para os fatores e

interações. Zhao (2012) em sua pesquisa observou que o consumo de energia da semeadora no SPD foi maior com cultura de centeio do que a ervilhaca e a semeadura-mista, sendo que o manejo das culturas de cobertura com a segadora reduziu significativamente a demanda energética em relação ao manejo com triturador.

Tabela 16. Demanda energética do conjunto motomecanizado trator-semeadora-adubadora na semeadura da soja.

MANEJO	FT		Potência	
	FT	FT linha ⁻¹ (kN)	linha ⁻¹ (kW)	Potência
Rolo-facas	22	3,1	32	4,6
Triturador	20	2,9	30	4,3
Herbicida	21	3,0	32	4,6
VELOCIDADE				
V₁ - 5,5	21	3,0	28	4,0
V₂ - 7,2	22	3,1	37	5,3
CV (%)	11	11	19	19

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade; *: significativo ($p < 0,05$); ^{ns}: não significativo ($p > 0,05$); C.V.: coeficiente de variação.

4.3 TERCEIRO ANO (safra 2013/2014)

Na Tabela 17 são apresentados os valores médios da produção de matéria seca (PMS) e da porcentagem de cobertura (PC) do solo das culturas de cobertura depois de realizado manejo químico das mesmas e semeadura da cultura do milho. Apesar de não terem apresentado diferenças significativas entre as espécies (Tabela 17), constata-se que a *Brachiaria ruzizienses* foi a espécie que proporcionou maior acúmulo de MS (7.300 kg ha^{-1}). Com relação às produtividades de matéria seca (PMS) das espécies forrageiras avaliadas, média geral de $6.825,6 \text{ kg ha}^{-1}$, pode-se verificar que elas demonstraram grande potencial de produção, garantindo grande quantidade de fitomassa, tanto para a sustentabilidade e continuidade do sistema plantio direto, quanto para o fornecimento à alimentação animal como opção, uma vez que o pasto já fica estabelecido, tendo em vista que as espécies de *Brachiaria* garantem boa cobertura do solo e uma ótima reciclagem de nutrientes.

Andreotti (2012) trabalhando com diferentes espécies de *Brachiaria* e doses de adubação nitrogenada na região de Ilha Solteira/SP, com relação às produtividades de

matéria seca das espécies forrageiras avaliadas, verificou que, apesar de não terem apresentado diferenças significativas entre as espécies e adubação nitrogenada em cobertura, apresentaram média geral de 5.821 kg ha⁻¹.

Produtividades médias de 12 t ha⁻¹ são frequentemente obtidas e proporcionam plena cobertura do solo (palhada da forrageira + palhada do milho), com boa espessura de resíduos vegetais, principalmente quando o consórcio é feito com a cultura do milho (CRUSCIOL et al., 2009).

Tabela 17. Matéria seca e % de cobertura da parte aérea das coberturas vegetais.

Espécie	Matéria Seca	Cobertura
	(kg ha ⁻¹)	(%)
<i>B. Brizantha</i>	6.127 a	73 a
<i>B. Decumbens</i>	7.050 a	77 a
<i>B. Ruziziensis</i>	7.300 a	80 a
CV (%)	39	14

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade; *: significativo ($p < 0,05$); ^{ns}: não significativo ($p > 0,05$); C.V: coeficiente de variação.

A cobertura do solo após a semeadura da cultura do milho foi superior a 70%, média 76,6%, demonstrando que os manejos efetuados e as culturas utilizadas apresentaram quantidade adequada de resíduos sobre o solo, sendo considerados sistemas conservacionistas conforme ASAE (1992).

Na Tabela 18 são apresentados os estandes inicial e final, a distribuição longitudinal de plântulas de milho, com os espaçamentos normais, duplos e falhos e produtividade da cultura.

Os estandes inicial e final de plântulas de milho apresentaram diferenças significativas entre as forrageiras de cobertura testadas, sendo 5% maior em média (65.114 plantas ha⁻¹ inicial; 64.230 plantas ha⁻¹ final) na espécie *B. Ruziziensis* do que as demais. Verifica-se que as espécies *B. Brizantha* e *B. Decumbens* ficaram próximas de 62.097 plantas ha⁻¹ inicial e 61.279 plantas ha⁻¹ final.

Para as velocidades de deslocamento testadas na semeadura do milho não foram constatadas diferenças significativas para as variáveis estandes e distribuição longitudinal. Porém a variável produtividade foi afetada, revelando que a menor velocidade de semeadura proporcionou maior produtividade da cultura do milho, devido

melhor estabilização e distribuição das sementes no solo pelo conjunto motomecanizado nesta velocidade. No terceiro ano do experimento a porcentagem de espaçamentos normais foi maior, provavelmente devido à homogeneidade de manejo das culturas de cobertura.

A distribuição longitudinal de plântulas de milho apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos. Pela Tabela 18, verificam-se os valores médios das distribuições de espaçamentos normais, duplos e falhos. A média geral para os espaçamentos foi de 69,8% para os normais, 16,4% para os duplos e 13,8% para os falhos. A distribuição longitudinal normal apresentou maior porcentagem e equivalência entre as espécies *B. Brizantha* e *B. Decumbens*. Sendo a *B. Ruziziensis* a espécie com menor porcentagem de normalidade e maiores porcentagens de distribuição dupla e falha, porém foi a espécie que revelou maior produtividade do milho, média 10% maior que as demais (devido ao maior estande inicial e final e maior formação e acúmulo de matéria seca no inverno). Observa-se ainda que o valor do coeficiente de variação para a porcentagem de distribuição normal foi baixo em relação à porcentagem de distribuição dos falhos e duplos.

Tabela 18. Estandes inicial, final e características das plantas de milho.

Espécie	Estande		Distribuição longitudinal			Produtividade (Kg ha ⁻¹)
	Inicial (plantas ha ⁻¹)	Final	Normal	Duplo	Falho	
<i>B. Brizantha</i>	62.223 b	61.430 b	72 a	17 a	11 b	6.511 b
<i>B. Decumbens</i>	61.971 b	61.129 b	73 a	13 b	14 ab	6.409 b
<i>B. Ruziziensis</i>	65.114 a	64.230 a	64 b	19 a	17 a	7.090 a
VELOCIDADE						
V ₁ - 5,1	64.230 a	63.414 a	71 a	16 a	13 a	9.220 a
V ₂ - 6,9	63.841 a	63.021 a	69 a	17 a	14 a	6.415 b
CV (%)	9,5	11	7	13	11	12

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade; *: significativo (p < 0,05); ^{ns}: não significativo (p > 0,05); C.V.: coeficiente de variação.

Pela Tabela 19, verificam-se os valores médios da força de tração e potência por linha de semeadura. A média geral para a força de tração por linha de semeadura foi de 3,12 kN e 5,2 kW de potência por linha de semeadura de milho.

Os valores encontrados de força média de tração na barra estão acima aos observados por Cavichioli (2011) que trabalhou com semeadora-adubadora

semelhante na mesma área experimental com duas velocidades de semeadura (4,5 e 6,5 km h⁻¹) e três populações de plantas (55, 65 e 75 mil plantas ha⁻¹), e Furlani et. al (2004b) que trabalhando com uma semeadora-adubadora de 6 fileiras obtiveram valores para força média de tração na barra, que variaram de 12,87 a 14, 52 kN, indicados por ASAE (1996) onde variam em solos argilosos de 1,1 a 2,2 kN por fileira de semeadura, em função do tipo de solo, leito de semeadura e número de linhas.

Os resultados de força média de tração na barra e potência média exigida na operação de semeadura do milho não diferiram estatisticamente, tanto entre as velocidades de deslocamento quanto entre as espécies de forrageiras, conforme apresentado na Tabela 19.

Tabela 19. Demanda energética do conjunto motomecanizado trator-semeadora-adubadora na semeadura do milho.

Espécie	FT	FT linha ⁻¹	Potência	Potência linha ⁻¹
	(kN)		(kW)	
<i>B. Brizantha</i>	13 a	3,3 a	22 a	5,5 a
<i>B. Decumbens</i>	12 a	3,0 a	20 a	5,0 a
<i>B. Ruziziensis</i>	12 a	3,0 a	20 a	5,0 a
VELOCIDADE				
V₁ - 5,1	12 a	3,0 a	20 a	5,0 a
V₂ - 6,9	13 a	3,3 a	22 a	5,5 a
CV (%)	14	14	10	10

Em cada coluna, para cada fator, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade; *: significativo ($p < 0,05$); ^{ns}: não significativo ($p > 0,05$); C.V: coeficiente de variação.

Cavichioli (2011) verificou diferença significativa no fator velocidade, em relação à potência média e a potência pico exigida na barra de tração, quando se passou de 4,5 para 6,5 km h⁻¹, exigiu-se mais potência na barra de tração, um aumento de 12,1 para 19,5 kW na potência média e de 16,8 para 27,2 kW na potência pico, concordando com Furlani et al. (2004a), Siqueira et al. (2001) e Mahl et al. (2004). Furlani et al. (2005) também encontraram a maior exigência de potência (32,4 kW), no preparo convencional, para a maior velocidade estudada (8,4 km h⁻¹).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No primeiro ano do experimento a força de tração, a potência na barra, o consumo de combustível horário e operacional foram maiores no espaçamento reduzido com 0,45 m entrelinhas de semeadura de milho, o que era de se esperar uma vez que a semeadora-adubadora configurada desta maneira oferece maior arrasto e resistência; desta maneira o espaçamento convencional de 0,90 m permitiu maior capacidade de campo operacional do conjunto de máquinas com menor custo operacional. O consumo horário foi maior para o manejo com rolo-facas, e o consumo operacional com cobertura de braquiária. A velocidade, patinagem, produtividade, estande inicial e final, peso de cem grãos e altura de plantas não variaram; contudo a altura de inserção de espiga do milho foi maior para o manejo da palha de milheto com rolo-facas. A semeadura de milho com espaçamento entrelinhas de 0,90 m demandou menor força, potência e consumo, aliado à mesma produtividade semelhante do espaçamento reduzido.

O segundo ano do experimento foi caracterizado pela produção de matéria seca abaixo da média esperada para a região de Jaboticabal dadas condições climáticas presentes durante a formação da cobertura. Depois de realizado os diferentes manejos sobre a cobertura do milheto, houve decomposição homogênea entre os manejos nas áreas experimentais, não havendo influência dos tratamentos realizados. Desta maneira todas as variáveis testadas neste ano safra não foram influenciadas pelos tratamentos durante o período do experimento.

No terceiro ano onde foram testadas diferentes espécies de braquiárias, observou-se que a *B. ruzizienses* foi a espécie que formou maior quantidade de matéria seca e cobertura. Conseqüentemente, isto afetou a qualidade da distribuição das sementes de milho na semeadura, aumentando as falhas e espaçamentos duplos, porém houve maior produtividade de grãos. Os tratamentos com diferentes velocidades mostraram que menores velocidades garantem melhor qualidade na operação de semeadura, o que é refletido diretamente na produtividade da área. Com relação a força de tração e a potência na barra do sistema motomecanizado não houve influencia dos tratamentos realizados.

O experimento permitiu a possibilidade de se trabalhar com consorciação de plantas de cobertura e vegetação espontânea.

As características do solo mantiveram-se semelhantes durante o experimento, mostrando a necessidade de continuidade do sistema/projeto na área experimental com rotação.

As exigências de força de tração e potência na operação de semeadura no final deste experimento de SPD, não diferenciaram-se em função dos manejos.

O SPD na região de Jaboticabal/SP é viável e recomendável do ponto de vista de conservação dos recursos naturais solo e água, assim como da produtividade das culturas produtoras de grãos, soja e milho, que não são comuns para a região. A manutenção e duração da cobertura vegetal na superfície do solo é eficiente desde que haja o planejamento e cumprimento da semeadura das culturas de cobertura no final do período de chuvas para que as mesmas tenham condições de se desenvolver no início de ciclo.

6. CONCLUSÕES

O espaçamento reduzido no milho demandou maior FT e potência.

A decomposição foi homogênea entre os manejos utilizados. Desta maneira todas as variáveis no segundo ano não foram influenciadas pelos tratamentos.

A *B. ruzizienses* foi a espécie que proporcionou maior quantidade de matéria seca e cobertura, porém, acarretou em aumento das falhas e espaçamentos duplos, no entanto a produtividade do milho foi maior.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, E.M. **Roçadora: desempenho em função da variação da velocidade de deslocamento e da rotação do motor.** 1996. 126 f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.

ALMEIDA, E. M.; BENEZ, S. H. Roçadora: desempenho em função da velocidade de deslocamento e da rotação do rotor em terreno ondulado. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 12, n. 1, p.13-17, 1997.

ALMEIDA, G.B.S. **Produtividade, composição morfológica, perdas fermentativas e valor nutritivo do milho para produção de silagem.** 2011. 127 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

ALVARENGA, R.C.; LARA CABEZAS, W.A.L.; CRUZ, J.C.; SANTANA, D.P. Plantas de cobertura do solo para sistemas plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, p.25-26, 2001.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Agricultural Machinery Management Data.** In: *ASAE standards 1996: standards engineering practices data.* St. Joseph, 1996. p. 332-9. (ASAE D-497.2)

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS. **Agricultural Machinery Management Data.** In: *ASAE standards 1999: standards engineering practices data.* St. Joseph, 1999. p. 359-66. (ASAE D-497.4)

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

ANDRADE, R.P.; VALENTIN, J.F. Síndrome da morte do Capim-brizantão no Acre: características, causas e soluções tecnológicas. Rio Branco: **Embrapa Acre**, 2007. 43 p. (Documentos, 105).

ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N.; JUCKSCH, I. A cobertura vegetal de inverno e a adubação orgânica e/ou mineral influenciando a sucessão feijão/milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, n.4, p.867-887, 2000.

ANDREWS, D.J. e RAJEWSKI, J.F. Reading, characteristics and use of pearl millet. In: FIRST NATIONAL GRAIN PEARL MILLET SYMPOSIUM. **Proceedings...** Tifton: Georgia, 1995, p.1-4.

ANDREOTTI, M. **Adubação nitrogenada do consórcio milho/braquiária para manutenção do sistema plantio direto no cerrado sul-matogrossense.** 2012. 85 f. Tese (Doutorado em Solos) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

ARAÚJO, A. G.; CASÃO JÚNIOR, R.; FIGUEIREDO, P. R. A. Recomendações para dimensionamento e construção do rolo faca. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO SOBRE PLANTIO DIRETO NA PEQUENA PROPRIEDADE, 1., 1993, Ponta Grossa. Anais... Ponta Grossa: **Instituto Agrônomo do Paraná**, 1993. p. 271-280.

ARATANI, R.G.; MARIA, I.C.; CASTRO, O.M.; PECHE FILHO, A.; DUARTE, A.P.; KANTHACK, R.A.D. Desempenho de semeadoras-adubadoras de soja em Latossolo Vermelho muito argiloso com palha intacta de milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.517-522, 2006.

ARGENTA, G. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10520: **Normas para citação**. Rio de Janeiro, 2002. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6028: **Resumos**. Rio de Janeiro, 2003. 3 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de norma 04: 015. 06 – 004: Semeadora de precisão: ensaio de laboratório - método de ensaio**. Rio de Janeiro, 1994. 7 p.

BARBOSA, C.A. Manual da cultura do milho (Zea mays). Viçosa, MG: **Agrojuris**, 2007. 123 p.

BARBOSA, S.; DAVIDE, L. C.; PEREIRA, A. V. Citogenética de Híbridos entre Pennisetum purpureum Schumack e Pennisetum glaucum L. e seus Genitores. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, Lavras. V.27, n.1, p.26-35, 2003.

BARKER, N. W.; WHISLER, F. D.; COLWICK, R. F. Application of herbicides in small grain stubble. *Transactions American Society of Agricultural Engineers*, St. Joseph, v. 24, p.1232-1236, 1982.

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

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. São Paulo: Ícone, 1999. 355p.

BÍBLIA. Português. **Bíblia sagrada**. Tradução de Padre Antônio Pereira de Figueredo. Rio de Janeiro: Encyclopaedia Britannica, 1980. Edição Ecumênica.

BITTENCOURT, P. C. S.; VEIGA, J. B. Avaliação de pastagens de Brachiaria brizantha cv. Marandu em propriedades leiteiras de Ururá, região da Transamazônica, Pará, Brasil. *Pastures Tropicales*, v. 23, n. 2, p. 2-9, 2001.

BODDEY, R.M.; SÁ, J.C.D.M.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. The contribution of biological nitrogen fixation for sustainable agricultural systems in the tropics. **Soil Biology and Biochemistry**, v.29, p. 787-799, 1997.

BOER, C. A.; ASSIS, R. L.; SILVA, G. P.; BRAZ, A. J. B. P.; BARROSO, A. L. L.; CARGNELUTTI FILHO, A.; PIRES, F. R. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região Centro-Oeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 843-851, 2008.

BOGDAN, A. V. Tropical pasture and fodder plants (grasses and legumes). **Tropical Agriculture Series**, London: Logman, 1977. 241 p.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2ª ed. Viçosa. Ed. UFV, 2005. 969 p.

BORGES, W.L.B. **Plantas de cobertura em rotação com soja e milho**. 2012. 118 f. Tese (Doutorado em Sistemas de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2012.

BORTOLINI, C.G.; SILVA, P.R.F.; ARGENTA, G. Sistemas consorciados de aveia preta e ervilhaca comum como cobertura de solo e seus efeitos na cultura do milho em sucessão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.4, p. 897-903, 2000.

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

BRANQUINHO, K.B. **Semeadura direta da soja (*Glycine max L.*) em função da velocidade de deslocamento e do tipo de manejo do milho (*Pennisetum glaucum (L) R. Brow*)**. 2003. 62f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal, 2003.

BRANQUINHO, K. B.; FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; SILVA, R. P. da; GROTTA, D. C. C.; BORSATTO, E. A. Desempenho de uma semeadora-adubadora direta, em função da velocidade de deslocamento e do tipo de manejo da biomassa da cultura de cobertura do solo. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 374-380. 2004.

BRAZIL. Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD, DNDV, CLAV, 1992. 365 p.

BRUKEN, J. N. The systematic study of *Pennisetum* Sect. *Pennisetum* (Graminea). **American Journal of Botany**, New York, v. 64, n. 2, p. 161-176, Feb. 1977.

CALEGARI, A. **Espécies para cobertura do solo**. *Instituto Agrônomo do Paraná*, n.101, p.65-93, 1998.

CALEGARI, A. Importância da rotação de culturas e da boa cobertura do solo em sistemas de plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 8., 2002, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha, 2002. P. 79-82.

CANOVA, R.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; CORTEZ, J. W. Distribuição de sementes por uma semeadora-adubadora em função de alterações mecanismo dosador e de diferentes velocidades de deslocamento. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v. 15, n. 3, p. 299-306, 2007.

CARDOSO, F.P. **Plantio direto na palha**. São Paulo: Manah, 1998, 21p.

CARNEIRO, J. O. F.; BORGES, E. P. **Manejo de pastagem de capim braquiária (*Brachiaria brizantha*) com glyphosate, visando o plantio direto na palha**. Maracajú: Fundação MS, 1995. 3p.

CARVALHO, F.T.; PEREIRA, F.A.R.; PERUCHI, M. Manejo químico das plantas daninhas *Euphorbia heterofila* e *Bidens pilosa* em sistema de plantio direto da cultura da soja. **Plantas Daninhas**, Viçosa, v.21, n.1, p.145-150, jan/abr, 2003.

CASÃO JÚNIOR, R. Avaliação do desempenho de semeadoras de plantio direto. In: ENCONTRO NACIONAL DE PLANTIO DIRETO NA PALHA, 7, 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Federação Brasileira de Plantio Direto na palha, 2000. p.127-128.

CASTRO, C. R. T. de; CARVALHO, W.L. de; REIS, F.P.; BRAGA FILHO, J.M. Influência do tratamentos para superação de dormência com ácido sulfúrico na germinação de *Brachiaria brizantha* Stapf. **Revista Ceres**, Viçosa, v.41, n.236, p.451-458, 1994.

CAVICHIOILLI, F.A. **Sistema plantio direto: velocidade semeadura e populações de plantas de milho**. 2011. 59 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

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

CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; HERBES, M. G.; POLETTO, N. C.; SILVEIRA, M. J. da. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 49-54, 2002.

CLARK, A.E. *Managing Cover Crops Profitably*. **Sustainable Agriculture Network**, Beltsville, MD, USA. 2007.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra 2013/2014: Terceiro Levantamento da Safra de Grãos.** Novembro, 2013. Brasília, DF, 2013. 23 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, décimo segundo levantamento.** Brasília: Conab, 2014. 85 p.
COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento de Safra 2014/2015. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=2>> Acesso em: 08 jul. 2015.

COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES. How a soybean plant develops. Ames: **Iowa State University of Science and Technology**, 1994. 20p.

CORTEZ, J.W. **Densidade de sementeira 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, 2007.

CORTEZ, J.W. **Culturas de cobertura, manejo da adubação e de resíduos vegetais em sementeira direta de milho e soja.** 2009. 95 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

CREAMER, N.G.; PLASSMAN, B.; BENNETT, M.A.; WOOD, R.K.; STINNER, B.R.; CARDINA, J. *A method for mechanically killing cover crops to optimize weed suppression.* **American Journal of Alternative Agriculture** 10, 1995. p.157–162.

CREAMER, N.G.; DABNEY, S.M. *Killing cover crops mechanically, review of recent literature and assessment of new research results.* **American Journal of Alternative Agriculture** 17, 2002. p.32–40.

CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P.; BORGHI, E.; MATEUS, G.P. Integração lavoura pecuária: benefícios das gramíneas perenes nos sistemas de produção. **Informações Agrônomicas**, Piracicaba, n.125, p.2-15, 2009.

CRUZ, P.G. **Produção de forragem em Brachiaria brizantha: geração e avaliação de modelos empíricos e mecanicistas para estimativa do acúmulo de forragem.** 2010. 102 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ/USP, Piracicaba, 2010.

DABNEY, S.; DELGADO, J.A.; AND REEVES, D.W. *Using winter cover crops to improve soil and water quality.* **Communications in Soil Science and Plant Analysis** 32, 2001. p.1221–1250.

DELAFOSSÉ, R.M. **Máquinas semeadoras de grano grueso.** Santiago: Oficina Regional de La FAO para América Latina y el Caribe, 1986. 48 p.

DENARDIN, J. E.; KOCHHAM, R. A. **Requisitos para implantação e a manutenção do sistema de plantio direto.** In: EMBRAPA, CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, FUNDAÇÃO CENTRO DE EXPERIMENTAÇÃO E PESQUISA FECOTRIGO, FUNDAÇÃO ABC. *Plantio direto no Brasil.* Passo Fundo: Aldeia Norte, 1993. p. 19-27.

DERPSCH, R.; SIDIRAS, N.; HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, p.761-773, 1985.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista.** Eschborn: GTZ, 1991. 272 p.

DIAS FILHO, M.B.; ANDRADE, C.M.S. Pastagens no ecossistema do trópico úmido. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSSISTEMAS BRASILEIROS, 2., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. p. 95-104.

DIAS, D. C. F. S.; TOLEDO, F. F. Germinação e incidência de fungos em testes com sementes de *Brachiaria decumbens* STAPF. **Revista Brasileira de Sementes.** Brasília. vol. 15, n.1, p. 81-86, 1993.

DORN, B.; STADLER, M.; HEIJDEN, M.; STREIT, B. Regulation of cover crops and weeds using a roll-chopper for herbicide reduction in no-tillage winter wheat. **Soil and Tillage Research** 134, 2013. p.121-132.

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

EMBRAPA. **Serviço Nacional de levantamento e conservação do solo. Manual de métodos e análise de solo.** Rio de Janeiro, 1979. “não paginado”.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA. **Recomendações técnicas para o cultivo do milho.** 2.ed. Brasília, 1997. 204p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise do solo.** Rio de Janeiro: 1997. 412p

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja - região central do Brasil - 2004.** Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Agropecuária Oeste: Embrapa Cerrados: EPAMIG: Fundação Triângulo, 2003. 237 p. (Sistemas de Produção, 4).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA – EMBRAPA SOJA. **Tecnologia de produção de soja região Central do Brasil 2004.** Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br/producaosoja/rotacao.htm> Acesso em: 08 jul. 2015.

FANCELLI, A. L. Fisiologia da produção e aspectos básicos de manejo para alto rendimento. **Plantio Direto**, Passo Fundo, n. 58, p. 56-64, 2000. Edição especial.

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

FARIAS, J.R.B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A.L. Soja. In: MONTEIRO, J.E.B.A. Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: **INMET**, 2009. Cap. 15, p. 261-278.

FERNÁNDEZ-QUINTANILLA, C. Dinámica de las poblaciones de malas hierbas. In.: Internacional Course on Weed Biology and Control for Mediterranean Conditions. **Resúmenes...** Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza (I.A.M.Z.) International Center for Advanced Mediterranean Agronomic Studies (C.I.H.E.A.M.), 1990. p.13-23.

FERNANDEZ, M.R., ZENTNER, R.P., BASNYAT, P., GEHL, D., SELLES, F., HUBER, D., Glyphosate associations with cereal diseases caused by *Fusarium* spp. in the Canadian Prairies. **European Journal of Agronomy** 31, 2009. p.133–143.

FERREIRA, F. D. **SISVAR: sistema de análise de variância para dados balanceados**. Lavras: DCE/UFLA, 2011.

FIETZ, C.R.; RANGEL, M.A.S. Época de semeadura da soja para a região de Dourados – MS, com base na deficiência hídrica e no fotoperíodo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, p. 666-672, 2008.

FLOSS, E. Benefícios da biomassa de aveia ao sistema de semeadura direta. Revista **Plantio Direto**, Passo Fundo, RS, v. 57, n. 1, p. 25-29. 2000.

FOSTER, G.R. Modeling the erosion process. In: BASSELMAN, J.A. *Hidrological modeling of small watersheds*. St. Joseph: **American Society of Agricultural Engineer**, 1982. P.297-300.

FRANCO, M. “**Aids**” do Marandu tem raízes na umidade do solo. DBO Rural, setembro 2006. p.42-44.

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

FURLANI, C.E.A.; GAMERO, C.A.; LEVIEN, R. Semeadora-adubadora de fluxo contínuo: desempenho operacional em função de diferentes condições de preparo e cobertura do solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.22, n.1, p.60-67, 2002.

FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; TIMOSSI, P. C. Manejo de culturas de inverno para a cobertura do solo. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, v2, n. 26, p. 27-29, 2003.

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

FURLANI, C.E.A.; LOPES, A.; SILVA, R.P.; REIS, G.N. Exigências de uma semeadora-adubadora de precisão variando a velocidade e a condição da superfície do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.4, p.920-923, 2005.

FURLANI, C. E. A.; SILVA, R.P.; FILHO, A.C.; CORTEZ, J.W.; GROTTA, D.C.C. Semeadora-adubadora: exigências em função do preparo do solo, da pressão de inflação do pneu e da velocidade. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v. 32, p. 345-352, 2008.

FURLANI, C.E.A.; CANOVA, R.; CAVICHIOLI, F.A.; BERTONHA, R.S.; SILVA, R.P. Demanda energética por semadora-adubadora em função da haste sulcadora na semeadura do milho. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n.6, p. 885-889, nov/dez, 2013.

GADANHA JÚNIOR, C.D.; MOLIN, J.P.; COELHO, J.L.D.; YAHN, C.H.; TOMIMORI, S.M.A. **Máquinas e implementos agrícolas do Brasil**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1991. 468p.

GARCIA, J.; CÍCERO, S.M. Superação da dormência em sementes de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.49, n.1, p.9-13, 1992.

GARCIA, J.C.; MATTOSO, M.J.; DUARTE, J.O.; CRUZ, J.C. **Aspectos econômicos da produção e utilização do milho**. Sete Lagoas, 2006. 12 p. (Circular Técnica. EMBRAPA, n. 74)

GELMINI, G.A.; NOVO, M.S.C.C.; DE NEGRI, J.D. (Ed.). **Manejo de plantas daninhas em citros**, Fundação Cargill, 1988. 67p.

GERALDO, J.; ROSSIELLO, R.O.P.; ARAÚJO, A.P.; PIMENTEL, C. Diferença entre crescimento e produção de grãos entre quatro cultivares de milho pérola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.7, p.1367-76, jul. 2000.

GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T. et al. Avaliação de características agronômicas e morfológicas das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia aos 35 dias de crescimento nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 947-954, 2000.

GHISI, O. M. A.; PEDREIRA, J. V. S. Característica agronômica das principais *Brachiaria* spp. In: INCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *Brachiária*, Nova Odessa, 1986. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1987. p. 19-58.

GOMES, P. **A soja. 5ª ed.** São Paulo: Nobel, 1990. 149p.

GREGO, C.R.; BENEZ, S.H. Cobertura vegetal espontânea e produtiva da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), através do preparo do solo e manejo da cobertura. **Energia na Agricultura**, v.14, n.1, p. 29-38, 1999.

GREGO, C.R.; BENEZ, S.H.; COSTA, A.M.; MARQUES, J.P.; MAHL, D.; SILVA, A.R.B.; PONTES, J.R.V.; LEITE, M.A.S.; OLIVEIRA, M.F.B.; SALVADOR, A. Disponibilidade hídrica e produção de cobertura vegetal na região central do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30., 2001. Foz-do-Iguaçu. **Anais...** Foz-do-Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. 1 CD ROM.

GUIMARÃES, G. L. **Efeitos de culturas de inverno e do pousio na rotação de culturas de soja e do milho em sistema de plantio direto**. 2000. 108 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2000.

HATCHER, P.E., MELANDER, B. Combining physical, cultural and biological methods: prospects for integrated non-chemical weed management strategies. **Weed Research** **43**, 2003. p.303–322.

HEAP, I. **International survey of herbicide resistant weeds**. 2011. Disponível em: <www.weedscience.org>. Acesso em: 14/06/2015.

HENRIKSEN, B., ELEN, O. Natural Fusarium grain infection level in wheat, barley and oat after early application of fungicides and herbicides. **Journal of Phyto-pathology** **153**, 2005. p.214–220.

HERNANDEZ, M. et al. Pasture production, diet selection and liveweight gains of cattle grazing *Brachiaria brizantha* with or without *Arachis pintoi* at two stocking rates in the Athantic Zone of Costa Rica. **Tropical Grasslands**, v.29, p. 134-141, 1995.

HILTBRUNNER, J., JEANNERET, P., LIEDGENS, M., STAMP, P., STREIT, B., Response of weed communities to legume living mulches in winter wheat. **Journal of Agronomy and Crop Science** **193**, 2007a. p.93–102.

HILTBRUNNER, J., LIEDGENS, M., BLOCH, L., STAMP, P., STREIT, B., Legume cover crops as living mulches for winter wheat: components of biomass and the control of weeds. **European Journal of Agronomy** **26**, 2007b. p.21–29.

HIN, C.J.A. **Perspectivas de mercado para soja sustentável na Holanda**. **CLM Onderzoek en Advies BV** (Centro de Pesquisa para a Agricultura e Meio Ambiente) Utrecht, Holanda. 2002. Disponível em: <<http://www.bothends.org/strategic/soy10.pdf>> Acesso em: 08 jul. 2015.

HODGSON, J.; DA SILVA, S. C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., SIMPÓSIO

INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA. Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 180-202.

HULUGALLE, N.R.; FINLAY, L.A.; WEAVER, T.B. An integrated mechanical and chemical method for managing prostrate cover crops on permanent beds. **Renewable Agriculture and Food Systems** 27, 2011. p.148-156.

HUMANES, M.D.; PASTOR, M. *Comparison of chemical and mechanical mowing systems for the management of cover crops of vetch *Vicia sativa* L. in the interrow spaces of olive trees.* In: Proceedings of the Congress of the Spanish Weed Science Society, 14–16 November 1995, **Spanish Weed Science Society**, Huesca, Spain. 1995. p. 235–238.

IQBAL, Z., HIRADATE, S., NODA, A., ISOJIMA, S.I., FUJII, Y., Allelopathy of buckwheat: assessment of allelopathic potential of extract of aerial parts of buckwheat and identification of fagomine and other related alkaloids as allelochemicals. **Weed Biology and Management** 2, 2002. p.110–115.

JANK, L.; VALLE, C.B. do; KARIA, C.T.; PEREIRA, A. V. et al. Opções de novas cultivares de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais para Minas Gerais. **Informe Agropecuário**, v. 26, n. 226, p. 26-35, 2005.

JASA, P.J.; SIEMENS, J.C.; PFOST, D.L. No-till drills. In: *Conservation tillage systems and management: crop residue management with no-till, ridge-till, mulch-till.* **Ames: Midwest Plan Service**, 1992. p.98-101.

JOHAL, G.S., HUBER, D.M. Glyphosate effects on diseases of plants. **European Journal of Agronomy** 31, 2009. p.144–152.

KABEYA, K. S. et al. Suplementação de novillos mestiços em pastejo na época de transição água-seca: desempenho produtivo, característica física de carcaça, consumo e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n. 1, p. 213-222, 2002.

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C.; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Arranjo de plantas para diferentes híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 348-359, jul./set. 2011.

KLEIN, V.A.; SIOTA, T.A.; ANESI, A.L.; BARBOSA, R. Efeito da velocidade na semeadura direta de soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.22, n.1, p.75-82, 2002.

KLIEMANN, H. J.; BRAZ, A. J. B. P.; SILVEIRA, P. M. Taxa de composição de resíduos de espécies de cobertura em Latossolo Vermelho Distroférico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, GO, v.36. n.1. p.21-28, 2006.

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

KORNECKI, T.S.; PRICE, A.J.; RAPER, R.L.; BERGTOLD, J.S. *Effectiveness of different herbicide applicators mounted on a roller/crimper for accelerated rye cover crop termination.* **Applied Engineering in Agriculture** 25, 2009. p.819–826.

KORNECKI, T.S.; PRICE, A.J.; RAPER, R.L.; ARRIAGA, F.J. *New roller crimper concepts for mechanical termination of cover crops in conservation agriculture.* **Renewable Agriculture and Food Systems** 24, 2009. p.165–173.

KORNECKI, T.S., PRICE, A.J., ARRIAGA, F.J., AND RAPER, R.L. Effects of rolling operations on cover crops termination, soil moisture, and soil strength in a Southeastern US no-till system. In: R.J. Gilkes and N. Prakongkep (eds). *Soil Solutions for a Changing World, Proceedings of the 19th World Congress of Soil Science.* Brisbane, Australia [DVD]. IUSS, Brisbane, Australia. 2010. p. 80–83.

KREMER, R.J., MEANS, N.E. Glyphosate and glyphosate-resistant crop interactions with rhizosphere microorganisms. **European Journal of Agronomy** 31, 2009. p.153–161.

KRUIDHOF, H.M., BASTIAANS, L., KROPFF, M.J., Ecological weed management by cover cropping: effects on weed growth in autumn and weed establishment in spring. **Weed Research** 48, 2008. p.492–502.

KRUIDHOF, H.M., BASTIAANS, L., KROPFF, M.J., Cover crop residue management for optimizing weed control. **Plant Soil** 318, 2009. p.169-184.

LAFLEN, J. M.; AMEMIYA, A.; HINTZ, E. A. Measuring crop residue cover. *Journal of Soil and Water Conservation*, **Fairmont**, v. 36, n. 6, p. 341-3, 1981.

LANDERS, J.N. **Fascículo de experiências de plantio direto no cerrado.** Goiânia: APDC, 1995. 261 p.

LANDAU, E.C. ET al. **Cultivo do milho: clima e solo. Sistemas de produção 2.** Sete Lagoas – MG, 4 ed Set 2008. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/Milho/climaesolo.htm>> Acesso em: 13 ago. 2014.

LEVIEN, R.; FURLANI, C.E.A.; SIQUEIRA, R.; GAMERO, C.A. Desempenho de um triturador de palhas tratorizado em resíduos culturais de milho. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE INGENIERIA AGRÍCOLA, 2, INGENIERIA RURAL Y MECANIZACION AGRÁRIA EM EL ÁMBITO LATINOAMERICANO, 1, 1998, La Plata. **Trabalhos publicados...** La Plata, 1998. (CD-ROM)

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, Fo do Iguaçu. **Anais...** Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. (CD ROM)

LIU, W.; TOLLENAAR, M.; STEWART, G.; DEEN, W. Impact of planter type, planting speed, and tillage on stand uniformity and yield of corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 6, p. 1668-1672, 2004.

LIU, W.; TOLLENAR, M.; STEWART, G.; DEEN, W. Response of corn grain yield to spatial and temporal variability in emergence. **Crop Science**, Madison, v.44, n.3, p.847-54, 2004.

LOPES, A.; LANÇAS, K. P.; FURLANI, C. E. A.; NAGAOKA, A. K.; CASTRO NETO, P.; GROTTA, D. C. C. Consumo de combustível de um trator em função do tipo de pneu, da lastragem e da velocidade de trabalho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 2, p. 382-386, maio/ago. 2003.

MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema cerrado: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: SBZ, 2005. p. 56-84.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M.; PAIVA, E. **Fisiologia da planta de milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS, 1994. 27p. (EMBRAPA-CNPMS. Circular Técnica, 20).

MAHL, D.; GAMERO, C.A.; BENEZ, S.H.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, A.R.B. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.150-157, jan/abr. 2004.

MAYS, D.A.; SISTANI, K.R.; MALIK, R.K. *Use of winter annual cover crops to reduce soil nitrate levels*. **Journal of Sustainable Agriculture** 21, 2003. p.5–19.

MARCHÃO, R. L. et al. Densidade de plantas e características agrônômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 35, n. 2, p. 93-101, 2005.

MARCELINO, K.R.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.D.; FONSECA, D.M. Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.6, p. 2243-2252, 2006.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: ESALQ, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1987. 230 p.

MELLILO, J.M.; ABER, J.D.; MURATORE, J.F. Nitrogen and lignin control of hardwood leaf litter decomposition dynamics. **Ecology**, Durham, v.63, n.3, p.621-626, 1982.

MELLO FILHO, G. A.; RICHETTI, A. **Aspectos socioeconômicos da cultura do milho**. In: EMBRAPA. Milho: informações técnicas, Dourados, 1997. p. 13-38.

MELLO, L.M.M.; FERREIRA, S.R.; YANO, E.H. Desempenho do equipamento sobre o tamanho do fragmento do Guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.). In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE INGENIARÍA RURAL, 2., 1998, La Plata. **Anais...** La Plata, Argentina: ALIA, 1998. p.149-153.

MELLO, A.J.R.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; LOPES, A.; BORSATTO, E.A. Produtividade de híbridos de milho em função da velocidade de semeadura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, p.479-486, 2007.

MELLO, A.J.R. **Distribuição longitudinal e produtividade do milho em função da velocidade de deslocamento e da profundidade de deposição da semente**. 2011. 103 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Ciência do Solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaios & certificações**. Piracicaba: FEALQ, 1996. 722 p.

MIRSKY, S.B.; CURRAN, W.S.; MORTENSEN, D.A.; RYAN, M.R.; SHUMWAY, D.L. *Control of cereal rye with a roller/ crimper as influenced by cover crop phenology*. **Agronomy Journal** **101**, 2009. p.1589–1596.

MONTEIRO, M.C.C.; LUCAS, E.D.; SOUTO, S.M. Estudo de seis espécies forrageiras do gênero *Brachiaria*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 9, n. 3, p. 17-20, mar. 1974.

MORAES, A.; MARASCHIN, G.E. Pressões de pastejo e produção animal em milheto cv. Comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p. 197-205, fev. 1988.

MUNDSTOCK, C. M.; SILVA, P. R. F. **Manejo da cultura do milho para altos rendimentos de grãos**. Porto Alegre: UFRS, 2005. 51 p.

MURAISHI, C. T.; LEAL, A. J. F.; LAZARINI, E.; RODRIGUES, L. R.; GOMES JUNIOR, F.G. Manejo de espécies vegetais de cobertura de solo e produtividade do milho e da soja em semeadura direta. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 27, n. 2, p. 199-207, 2005.

MUZILLI, O. Fertilidade do solo em plantio direto. In: FACELLI, A. L.; TORRADO, P. V.; MACHADO, J. (Ed.). Atualização em plantio direto. Campinas: Fundação Cargill, 1985. p. 147-160.

MUZILLI, O.; BORGES, G.O.; MIRANDA, M. A sustentabilidade agrícola e o plantio direto. In: PEIXOTO, R.T.G.; AHRENS, D.C.; SAMAHA, M.J. Plantio direto: o caminho para uma agricultura sustentável. Ponta Grossa: **Instituto Agrônomo do Paraná**, 1997. p.48-49.

NEUMANN, G., KOHLS, S., LANDSBERG, E., STOCK-OLIVEIRA SOUZA, K., YAMADAV, T., RO"MHELD, V. Relevance of glyphosate transfer to non-target plants via the rhizosphere. **Journal of Plant Diseases and Protection Special Issue XX**, 2006. p.963–969.

NUNES, S.G.; BOOK, A. PENTEADO, M.I. de O.; GOMES, D. T. **Brachiaria brizantha cv. Marandu**. Campo Grande – MS: Embrapa – CNPQC, 1984. 31 p. (EMBRAPA – CNPQC. Documentos, 21).

OLIVEIRA, M.F.B.; SIQUEIRA, R.; RALISCH, R.; ARAÚJO, A.G.; CASÃO JÚNIOR, R. Mobilização do solo por hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 29., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Engenharia agrícola, 2000. (CD-ROM)

OLIVEIRA, F.H.T.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; CANTARUTTI, R.B. e BARROS, N.F. Fertilidade do solo no sistema plantio direto. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 2, p.393-486, 2002.

PEACHEY, R.E., WILLIAM, R.D., MALLORY-SMITH, C., Effect of no-till or conventional planting and cover crops residues on weed emergence in vegetable row crop. **Weed Technology 18**, 2004. p .1023–1030.

PEREIRA, J. R.; CAMPOS, A. T. **Controle da braquiária como invasora. Instrução técnica para o produtor de leite**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2001.

PEREIRA, F. R. da S. Arranjo espacial de plantas de milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.12, n.1, p.69–74, 2008.

PERIN, A.; GUERRA, J.G.M.; TEIXEIRA, M.G. Cobertura do solo e acumulação de nutrientes pelo amendoim forrageiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, p. 791-796, 2003.

PERSSON, S. Factors influencing forces, energy and power. In: AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURE ENGINEERS: *Mechanics of cutting plant material*. St. Joseph, 1987. p.161-217.

PITELLI, R.A. Interferência das plantas daninhas em culturas agrícolas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

PITELLI, R.A.; PITELLI, R.L.M. Biologia e ecofisiologia das plantas daninhas. In.: VARGAS, L.; ROMAN, E.S. **Manual de manejo e controle de plantas daninhas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. Cap. 2. p. 29-55.

PIZARRO, E.A.; VALLE, C.B. do; KELLER-GREIN, G. et al. Regional experience with Brachiaria: Tropical América – Savannas. In: MILES, J. W.; MAAS, B. L.; VALLER, C. B. do (Ed.). *Brachiaria: biology, agronomy and improvement*. Cali: CIAT, 1996, p. 225-246.

PONTES, J.R.V. **Manejo da vegetação espontânea, desempenho dos equipamentos e efeitos na cultura do milho (*Zea mays L.*)**. 1999. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

PORTELLA, J.A., SATLER, A., FAGANELLO, A. Índice de emergência de plântulas de soja e milho em semeadura direta no sul do Brasil. **Engenharia Agrícola**, v. 17, n.2, p. 71-78, Jaboticabal.1997.

PORTELLA, J.A.; SATTler, A.; FAGANELLO, A. Efeito da velocidade de trabalho o desenpenho de mecanismo dosadores de sementes do tipo alveolado horizontal na semeadura de milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v.3, p.43-45.

POTAFÓS. **Como a planta de soja se desenvolve**. Piracicaba: Potafós, 1997. 21p. (Arquivo do Agrônomo, nº 11).

POWLES, S.B. Evolved glyphosate-resistant weeds around the world: lessons to be learnt. **Pest Management Science** 64, 2008. p.758–770.

PRASUHN, V. On-farm effects of tillage and crops on soil erosion measured over 10 years in Switzerland. **Soil and Tillage Research** 120, 2012. p.137–146.

RAMOS, M. A. **Sistemas de preparo mínimo do solo: técnicas e perspectivas para o Paraná**. Ponta Grossa: Embrapa-CNPSo, 1976. 23 p. (Comunicação Técnica, 1).

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; PARCIANELLO, G. e FERREIRA F. G. Rendimento de grãos de soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p. 405-411, 2003.

REICOSKY, D.C. e FORCELLA, F. *Cover crops and soil quality interactions in agroecosystems*. **Journal of Soil and Water Conservation** 53, 1998. p.224–229.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. Como a planta de milho se desenvolve. **Arquivo do Agrônomo**, São Paulo, n. 15, p. 1-20, set. 2003.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A.D.; LHAMBY, J.C.B.; BERTAGNOLLI, P.F.; LUZ, J.A. Resposta quantitativa do florescimento da soja à temperatura e ao fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, p. 431-437, 2001.

SALTON, J.C.; KICHEL, A.N. **Milheto: alternativa para cobertura do solo e alimentação animal**. Dourados: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. “não paginado”

SALTON, J.C.; HERNANI, L.C.; FONTES, C.Z. **Sistema plantio direto: o produtor pergunta, a EMBRAPA responde**. Embrapa-CPAO, 1998. 248p.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; GRACIETTI, M.; BIANCHET, P.; HORN, D. Sustentabilidade do colmo em híbridos de milho de diferentes épocas de cultivo em função da densidade de plantas. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.1, n.2, p.1, 2002

SANTOS, H.P.; REIS, E.M.; DERPSCH, R. Rotação de culturas. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. **Plantio direto no Brasil**. Passo Fundo. Aldeia Norte, 1993. p.85-103.

SANTOS, S.R.; WEIRICH NETO, P.; FEY, E.; WOBETO, C. Variáveis dimensionais de sementes de soja que influenciam o processo de semeadura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7., n.1, p.177-181, 2003b.

SATURINO, H.M. Evolução do plantio direto e as perspectivas nos cerrados. **Informativo Agropecuário**, v.22, n.208, p. 5-12, 2001.

SCHAMNE, J. A.; RONZELLI JUNIOR, P.; DAROS, E. ; KOEHLER, H. S. e KRINSKI, S. A. Arranjos espaciais para o feijoeiro em sistema de semeadura convencional. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV - DFT, v. 01. p. 600- 03, 2002.

SCHUNKE, R.M. **Qualidade, decomposição e liberação de nutrientes da liteira de quatro cultivares de *Panicum maximum***. 1998. 88 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1998.

SCHNEPF, R.D.; DOHLMAN, E.; BOLLING, C. Agriculture in Brazil and Argentina: Developments and Prospects for Major Field Crops. Market and Trade Economics Division, Economic Research Service, U.S. **Department of Agriculture (USDA), Agriculture and Trade Report. WRS-01-3.** 2001. Disponível em: <<http://www.ers.usda.gov/publications/wrs013/>> Acesso em: 08 jul. 2015.

SENDULSKY, T. Chave para identificação de Brachiaria. **Jornal Agroceres**, 5(56):4-5, 1977.

SERRÃO, E.A.D.; SIMÃO NETO, M. Informações sobre duas espécies de gramíneas forrageiras do gênero Brachiaria na Amazônia: B. decumbens Stapf e B. ruziziensis Germain et Evrard. Belém. **IPEAN. Série: Estudos sobre forrageiras na Amazônia**, v.2, n.1. **Instituto de Pesquisa e Experimentação Agropecuária do Norte**, 1971. 31p.

SHRESTHA, A., LANINI, W.T., MITCHELL, J.P., VARGAS, R.N., WRIGHT, S.D. Weed Management in Conservation Tillage Systems. DANR Pub. No. 8200. University of California, **Agriculture and Natural Resources**, 2006.

SIQUEIRA, R.; BOLLER, W.; GAMERO, C.A. Eficiência de corte e consumo de energia de um triturador de palhas em diferentes coberturas vegetais. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 25., 1996, Bauru. **Anais...** Bauru: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1996. p.307.

SIQUEIRA, R.; BOLLER, W.; GAMERO, C.A. Capacidade de trabalho e consumo de combustível na trituração de três coberturas vegetais. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997. (CD ROM)

SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; BLANCANEAU, P.; LIMA, J.M.; CARVALHO, A.M. Rotação adubo verde – milho e adsorção de fósforo em Latossolo Vermelho-Escuro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.32, n.6, p.649-654, 1997.

SILVA, B. A., OLIVEIRA, C. A. O., LIMA, L. P., GUIMARÃES, E. C., TAVARES, M. Avaliação de uma semeadora-adubadora durante a implantação da cultura do milho. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 39, 2010, Vitória. **Anais...** Vitória: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2010. (CD ROM)

SILVEIRA, J. C. M.; MODOLO, A. J.; SILVA, S. L.; GABRIEL FILHO, A. Força de tração e potência de uma semeadora em duas velocidades de deslocamento e duas profundidades de deposição de sementes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.1, p.125-128, 2005.

SILVEIRA, J. C. M.; GABRIEL FILHO, A.; TIEPPO, R. C.; TORRES, D. G. B.; BALDESSIN JUNIOR, A.; BOLIGON, F. Uniformidade de distribuição de plantas e estande de milho (*Zea mays* L.) em função do mecanismo dosador de sementes. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.3, p.467-472, 2005.

SIMIDU, H. M.; SÁ, M. E.; SOUZA, L. C. D.; ABRANTES, F. L.; SILVA, M. P.; ARF, O. Efeito do adubo verde e época de semeadura sobre a produtividade do feijão, em plantio direto em região do Cerrado. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 2, p. 309-315, 2010.

SINGH, H.P., BATISH, D.R., KOHLIA, R.K., Allelopathic interactions and allelochemicals: new possibilities for sustainable weed management. **CRC Critical Reviews in Plant Sciences** 22, 2003. p.239–307.

SIQUEIRA, R.; BOLLER, W.; GAMERO, C.A. Capacidade de trabalho e consumo de combustível na trituração de três coberturas vegetais. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 26., 1997, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1997. (CD ROM)

SIQUEIRA, J.A.C.; PEREIRA, J.O.; BOMBARDELLI, M.; URIBE-OPAZO, M.A.; STIPP, O.; LIMA, S.S.; NOGUEIRA, C.E.C. Avaliação da força de tração em preparo do solo com diferentes teores de água. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. v.3, p.304-6.

SIQUEIRA, R.; ARAÚJO, A.G.; CASÃO JUNIOR, R.; RALISH, R. Desempenho energético de semeadoras-adubadoras de plantio direto na implantação da cultura da soja (*Glycine Max L.*). **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 30, 2001, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. 1 CD-ROM.

SIQUEIRA, R.; CASÃO JÚNIOR, R. **Trabalhador no cultivo de grãos e oleaginosas: Máquinas para manejo de coberturas e semeadura no sistema de plantio direto**. Curitiba. Coleção SENAR. 2004. 87 p.

SNAPP, S.S.; SWINTON, S.M.; LABARTA, R.; MUTCH, D.; BLACK, J.R.; LEEP, R.; NYIRANEZA, J.; O'NEIL, K. *Evaluating cover crops for benefits, costs and performance within cropping system niches*. **Agronomy Journal** **97**, 2005. p.322–332.

SOANE, B.D., BALL, B.C., ARVIDSSON, J., BASCH, G., MORENO, F., ROGER-ESTRADE, J. No-till in northern, western and south-western Europe: a review of problems and opportunities for crop production and the environment. **Soil and Tillage Research** **118**, 2012. p.66–87.

SOARES FILHO, C.V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. **In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM**, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários "Luiz de Queiroz", 1994. p.25-48.

SODRÉ FILHO, J.; CARDOSO, A. N.; CARMONA, R.; CARVALHO, A. M. Fitomassa e cobertura do solo de culturas de sucessão ao milho na Região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 4, p. 327-334, 2004.

TEASDALE, J.R. AND SHIRLEY, D.W. *Influence of herbicide application timing on corn production in a hairy vetch cover crop*. **Journal of Production Agriculture** **11**, 1998. p.121–125.

TEASDALE, J.R., MOHLER, C.L., *The quantitative relationship between weed emergence and the physical properties of mulches*. **Weed Science** **48**, 2000. p.385–392.

TEASDALE, J.R., ROSECRANCE, R.C. *Mechanical versus herbicidal strategies for killing a hairy vetch cover crop and controlling weeds in minimum-tillage corn production*. **American Journal of Alternative Agriculture** **18**, 2003. p.95–102.

TEASDALE, J.R., BRANDSAETER, L.O., CALEGARI, A., SKORA NETO, F., *Cover crops and weed management*. In: Upadhyaya, M.K., Blackshaw, R.E. (Eds.), *Non-Chemical Weed Management: Principles, Concepts and Technology*. **CAB International**, Oxfordshire, 2007. p. 49–64.

TESFAMARIAM, T., BOTT, S., CAKMAK, I., ROHMHELD, V., NEUMANN, G. *Glyphosate in the rhizosphere – role of waiting times and different glyphosate binding forms in soils for phytotoxicity to non-target plants*. **European Journal of Agronomy** **31**, 2009. p.126–132.

THORNTHWAITE, C.W. An approach towards a rational classification of climate. **Geographical Review**, London, v.38, p.55-94, 1948.

TORMENA, C. A.; FRIEDRICH, R.; PINTRO, J. C.; COSTA, A. C. S.; FIDALSKI, J. Propriedades físicas e taxa de estratificação de carbono orgânico num Latossolo Vermelho após dez anos sob dois sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 6, p. 1023-1031, 2004.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ANDRIOLI, I.; POLIDORO, J. C.; FABIAN, A. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura em um solo de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 609-618, 2005.

TOURINO, M. C. C.; VOLPATO, C. E. S.; SANTOS, A. P.; BARBOSA, J. A. Qualidade de sementeira na implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.) por três sementeiras-adubadoras de plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 36, 2007, Bonito. **Anais...** Bonito: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007. (CD ROM)

TRINTIN, C. G.; PINHEIRO NETO, R.; BORTOLOTTI, V. C. Demanda energética solicitada por uma sementeira-adubadora para plantio direto, submetida a três velocidades de operação. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, n. 01, p. 127-31, 2005.

UNITED STATES. Department of Agriculture. **A produção mundial de soja na safra 2013/14**. Disponível em: <<http://www.usdabrazil.org.br/home/>>. Acesso em: 08 jul. 2015.

VALLE, C.B.; MILES, J.W. Melhoramento de gramíneas do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 1-24.

VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.P.B. Gênero *Brachiaria*. In: Dilermando Miranda da Fonseca; Janaína Azevedo Matuscello. (Org.). **Plantas Forrageiras**. Viçosa: Editora UFV, 2010, v.2, p. 30-77.

VIDAL, R.A.; THEISEN, G.; FLECK, N.G.; BAUMAM, T.T. Palha no sistema de sementeira direta reduz a infestação de gramíneas anuais e aumenta a produtividade de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.28, n.3, p. 373-377, 1998.

VIEIRA, J.M. **Espaçamento e densidade de semeadura de *Brachiaria decumbens* Stapf para formação de pastagens**. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queirós”, 1974. 160p. Tese de Mestrado.

VILELA, H. **Formação de pastagens**. Belo Horizonte, EMATER, 1977. 29p. (EMATER. Circular, 1)

WEINERT, T.L.; PAN, W.L.; MONEYMAKER, M.R.; SANTO, G.S.; STEVENS, R.G. *Nitrogen recycling by nonleguminous winter cover crops to reduce leaching in potato rotations*. **Agronomy Journal** **94**, 2002. p.365–372.

WEISS, A. et al. Testes e desenvolvimento de melhoramentos para implementos de manejo mecânico de coberturas vegetais. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27.**, 1998, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1998. p.139.

WIEDER, R. K.; LANG, G. E. A critique of the analytical methods used in examining decomposition data obtained from litter bags. **Ecology**, Durham, v. 63, n. 6, p. 1636-1642. 1982.

WILLIAMS, M.M., MORTENSEN II, D.A., DORAN, J.W. Assessment of weed and crop fitness in cover crop residues for integrated weed management. **Weed Science** **46**, 1998. p.595–603.

WISHMEINER, W.D.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington: USDA. 1978. 58p.

ZERVOUDAKIS, J. T. et al. Desempenho de novilhos mestiços e parâmetros ruminais em novilhos, suplementação durante o período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31 n. 2, p. 1050-1058, 2002.

ZHAO, T.; ZHAO, Y.; HIGASHI, T.; KOMATSUZAKI, M. Power consumption of no-tillage seeder under different cover crop species and termination for soybean production. **Engineering in Agriculture, Environment and Food Research Paper**, EAEF 5(2): 50-56, 2012.

ZIMMER, A.H.; BARBOSA, R.A. Manejo de Pastagens para Produção Sustentável. **In: X Congresso Nacional de Zootecnia, 2005, Campo Grande. Anais...** X Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2005.