

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**CULTURAS DE COBERTURA, MANEJO DA ADUBAÇÃO E
DE RESÍDUOS VEGETAIS EM SEMEADURA DIRETA DE
MILHO E SOJA**

Jorge Wilson Cortez

Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

Abril de 2009

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL

**CULTURAS DE COBERTURA, MANEJO DA ADUBAÇÃO E
DE RESÍDUOS VEGETAIS EM SEMEADURA DIRETA DE
MILHO E SOJA**

Jorge Wilson Cortez

Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Angeli Furlani
Co-orientador: Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

Abril de 2009

C828c Cortez, Jorge Wilson
Culturas de cobertura, manejo da adubação e de resíduos vegetais em semeadura direta de milho e soja / Jorge Wilson Cortez.
-- Jaboticabal, 2009
xiii, 95 f. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009
Orientador: Carlos Eduardo Angeli Furlani
Banca examinadora: José Eduardo Corá, Afonso Lopes, Alberto Carvalho Filho e Antonio Machado de Rezende
Bibliografia

1. Semeadora-adubadora. 2. Colheita. 3. Mecanização agrícola. I. Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 631.33:631.55

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

JORGE WILSON CORTEZ - nascido em Umuarama no Estado do Paraná no dia 05 de agosto de 1981 ingressou no ensino fundamental na “Escola Estadual Padre César”, na cidade de Monte Carmelo – MG, estudando nesta no período compreendido entre 1989 e 1992, cursando logo após o ensino médio e colegial na “Escola Estadual Professor Vicente Lopes Perez”, na mesma cidade no período de 1993 a 1999. Em 2001 ingressou no curso de Agronomia das Faculdades Associadas de Uberaba – FAZU - MG, concluindo-o no ano de 2004. Durante a graduação participou de atividades de iniciação científica com projetos na área de “Mecanização Agrícola”, assumiu monitoria da disciplina de “Experimentação Agrônômica” e ministrou palestras em dias de campo sobre “Manejo de Solos sob Cerrado”; atuou como Diretor de Recursos Humanos e Presidente da “FAZU Júnior”, que é a empresa de consultoria júnior da Faculdade. Como Engenheiro Agrônomo atuou na empresa “CASEMG”, Companhia de Armazéns e Silos do Estado de Minas Gerais. No início de 2005 ingressou no curso de Especialização em Cafeicultura Irrigada junto à Universidade de Uberaba (UNIUBE), terminando o mesmo em março de 2006. No segundo semestre de 2005, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias do Campus de Jaboticabal (SP) no Programa de Produção Vegetal tendo bolsa de estudo concedida pela CAPES. Ingressou no Doutorado em Agronomia, nesta mesma instituição, em março de 2007, no Programa de Produção Vegetal, desenvolvendo atividades na área de Máquinas e Mecanização Agrícola, com bolsa CAPES por um ano. Em abril de 2008 foi aprovado em concurso público para Professor Assistente da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, câmpus de Juazeiro (BA) na área de Máquinas e Mecanização Agrícola. Na UNIVASF assumiu a coordenação do curso de Engenharia Agrícola e Ambiental em julho de 2008, e está até o atual momento.

“Há dois tipos de sabedoria: a inferior e a superior. A sabedoria inferior é medida por quanto uma pessoa sabe, e a superior, pela consciência que ela tem do que não sabe. Os verdadeiros sábios são os mais convictos da sua ignorância. Desconfiem das pessoas auto-suficientes. A arrogância é um atentado contra a lucidez e a inteligência. Na sabedoria inferior é cheia de diplomas, na superior ninguém se gradua, não há mestres nem doutores, todos são eternos aprendizes”.

“Augusto Cury” (Análise da Inteligência de Cristo – 4: O Mestre do Amor)

*Aos meus avôs paternos Emilio Cortez e Isaura Merotti Cortez
e maternos Gregório Gil e Luzia Larussa Gil,*

AGRADEÇO.

Aos meus pais Luís Carlos Merotti Cortez e Hermínia Gil Cortez, e

À minha irmã Patrícia Gil Cortez,

OFEREÇO.

A minha esposa Claudia Cristina Pereira Cortez,

por todos os momentos de alegrias e tristezas compartilhados.

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À FCAV/UNESP, em especial ao Departamento de Engenharia Rural, e aos funcionários do departamento, muito obrigado, pois todos de alguma forma colaboraram para minha formação.

Aos funcionários do Setor de Pós-graduação da FCAV/UNESP, pela colaboração para que eu pudesse chegar ao final dessa jornada.

Aos amigos e orientadores, Prof. Dr. Carlos Eduardo A. Furlani e Prof. Dr. Rouverson Pereira da Silva, pelo incentivo, ajuda, paciência e compreensão durante o curso de Doutorado.

Aos amigos Prof. Dr. Afonso Lopes, Prof. Dr. Alberto Carvalho Filho, Prof. Dr. Antonio Machado de Rezende e Prof. Dr. José Eduardo Corá pelos constantes esclarecimentos, ajuda na redação do trabalho, apoio e confiança para à conclusão do doutorado.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo de um ano, durante o curso de Doutorado.

Aos amigos Danilo César Checchio Grotta e Gustavo Naves dos Reis que me ajudaram e proporcionaram grandes momentos de alegria. Aos colegas de pós-graduação: Felipe Tomas da Câmara, Ana Lúcia Paschoa Botelho, Ednan Augusto Borsato, Adilson José Rocha Mello, Pamela José Alves, Rubens André Tabile e Anderson de Toledo pela ajuda durante o curso.

Agradeço em especial: a Aparecido Alves, Sebastião Francisco da Silva Filho e Valdecir Aparício pela ajuda durante a condução do experimento.

À Supervisão da Fazenda de Ensino, Pesquisa e Produção e também, ao funcionário Edvaldo Ramos do Nascimento, que muito contribuiu para a condução do experimento.

Agradeço a Deus, simplesmente por tudo.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMO	xii
SUMMARY.....	xiii
I. INTRODUÇÃO	1
II. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
1 Sistema de semeadura direta.....	3
1.1 Semeadura	5
1.2 Colheita	6
1.3 Milho	8
1.4 Soja	9
2 Rotação de culturas e consórcios.....	11
3 Manejos de resíduos	14
4 Sistemas de adubação	16
III. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
1 Local.....	20
2 Primeiro ano agrícola	21
2.1 Delineamento experimental	21
2.2 Dados meteorológicos	23
2.3 Insumos e equipamentos.....	23
2.4 Determinações	25
2.4.1 Variáveis relacionadas às máquinas	25
2.4.2 Variáveis relacionadas às plantas	26
2.4.3 Variáveis relacionadas ao solo	29
3 Segundo ano agrícola	31
3.1 Delineamento experimental	31
3.2 Dados meteorológicos	32
3.3 Equipamentos e insumos	33

3.4	Determinações	35
3.4.1	Variáveis relacionadas às máquinas	35
3.4.2	Variáveis relacionadas à planta.....	36
3.4.3	Variáveis relacionadas ao solo	38
4	Análise dos dados	38
IV.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
1.	Primeiro ano agrícola	39
1.1	Variáveis relacionadas às máquinas	39
1.1.1	Considerações finais	42
1.2	Variáveis relacionadas à planta.....	42
1.2.1	Considerações finais	51
1.3	Variáveis relacionadas ao solo	52
1.3.1	Considerações finais	55
2.	Segundo ano agrícola	56
2.1	Variáveis relacionadas à máquina.....	56
2.1.1	Considerações finais	58
2.2	Variáveis relacionadas à planta.....	58
2.2.1	Considerações finais	65
2.3	Variáveis relacionadas ao solo	65
2.3.1	Considerações finais	69
V.	CONCLUSÕES	70
VI.	REFERÊNCIAS.....	71
	APÊNDICE.....	91

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Análise granulométrica e química do solo da área experimental	20
2. Culturas intercalares utilizadas na formação do consórcio com o milho	24
3. Equipamentos utilizados na execução do primeiro ano agrícola.....	24
4. Equipamentos utilizados na execução do segundo ano agrícola.....	34
5. Síntese da análise de variância para eficiência de distribuição da semeadora-adubadora para o milho (EFM) e eficiência de distribuição das culturas pela semeadora-adubadora (EFC).....	39
6. Síntese da análise de variância para distribuição longitudinal das culturas (normal, falho e duplo) e para o milho (normal, falho e duplo).....	41
7. Síntese de análise de variância para fluxo de palha, fluxo de sabugo, fluxo de grãos e perdas	42
8. Síntese da análise de variância para número de dias para a emergência dos consórcios (NDEc), número de dias para emergência do milho (NDEm), estande inicial do milho (EI * 1000 plantas) e estande para os consórcios (EC * 1000 plantas).....	43
9. Síntese da análise de variância para biomassa das culturas intercalares	44
10. Síntese da análise de variância para cobertura do solo após a adubação de pré-semeadura (CTa), cobertura 30 dias após a adubação de pré- semeadura (CTb), cobertura após a semeadura (CTc), índice de palha (IP), cobertura do solo aos 30 dias após a semeadura pelo milho (CTd), cobertura do solo após 30 dias da semeadura com culturas de cobertura (CTe), cobertura do solo aos 30 dias após a semeadura por plantas daninhas (CTf) e porcentagem de solo descoberto aos 30 dias após a semeadura (CTg).....	45
11. Síntese da análise de variância para componentes morfológicos da planta de milho: diâmetro do colmo, altura de inserção da primeira espiga (AIPE) e altura de plantas	47
12. Síntese da análise de variância para os componentes de colheita da planta de milho: número de fileiras (NF), número de grãos na fileira (NGF),	

número de espigas viáveis (NEV), índice de espiga (IE) e o estande final (EF)	49
13. Síntese do desdobramento da interação adubação (A) e consórcios (C), para o número de grãos na fileira da espiga de milho	50
14. Síntese da análise de variância para massa de 100 grãos (M100), biomassa sobre o solo aos 120 dias (BS), biomassa das plantas de milho (BM), produtividade (P) e índice de colheita (IC)	51
15. Síntese da análise de variância para resistência a penetração do solo (MPa) 30 dias após a semeadura na fileira.....	53
16. Síntese da análise de variância para densidade do solo ($D_s - g\ cm^{-3}$) e grau de compactação do solo (GC - %) nas camadas de 0 a 30 cm	54
17. Síntese da análise de variância para teor de água no solo (TA - %) e a porosidade total (PT - %) 30 dias após a semeadura	55
18. Síntese do desdobramento da interação adubação (A) e consórcios (C), para porosidade total na camada de 0 a 10 cm.....	55
19. Síntese da análise de variância para os atributos da distribuição longitudinal de plântulas em normal (N), falho (F) e duplo (D) e o fluxo de palha (FP) e fluxo de grãos (FG) na colheita da soja.....	57
20. Síntese da análise de variância para porcentagem de cobertura do solo com palha antes da semeadura (C1), cobertura do solo com palha depois de 30 dias da semeadura (C2) e com soja (C3)	59
21. Síntese do desdobramento da interação adubação (A) e manejo (M), para porcentagem de cobertura do solo por soja.....	59
22. Síntese da análise de variância para os atributos de biomassa seca no solo antes do manejo, após o manejo e depois da semeadura	60
23. Síntese do desdobramento da interação adubação (A) e manejo (M), para massa seca no solo ($Mg\ ha^{-1}$) para o pós-manejo	61
24. Síntese da análise de variância para estande inicial (EI = 1000 plantas), estande final (EF= 1000 plantas), porcentagem de plantas sobreviventes (PS), altura de plantas (H), altura de inserção de primeira vagem (AIPV) para as plantas de soja	62

25. Síntese do desdobramento da interação adubação (A) e manejo (M), para porcentagem de plantas sobreviventes	62
26. Síntese da análise de variância para massa de 100 grãos (M100), número de vagens por planta (VP), número de grãos por vagem (GV), biomassa da soja (MC), produtividade (P) e índice de colheita (IC).....	64
27. Síntese da análise de variância para resistência a penetração (MPa), 30 dias após a semeadura da soja na fileira.....	66
28. Síntese da análise de variância para resistência a penetração (MPa), 30 dias após a semeadura entre as fileiras de soja	67
29. Síntese da análise de variância para densidade do solo ($D_s - g\ cm^3$) e grau de compactação do solo ($GC - \%$), 30 dias após a semeadura.....	68
30. Síntese da análise de variância para teor de água ($TA - \%$) e a porosidade total no solo ($PT - \%$), 30 dias após a semeadura.....	69

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Esquema das parcelas experimentais.....	21
2. Esquema do conjunto trator-semeadora-adubadora no momento da semeadura do milho (M) e das culturas (C) utilizadas para formar o consórcio.....	22
3. Dados meteorológicos mensais (precipitação pluviométrica e temperatura)	23
4. Dados meteorológicos mensais (precipitação pluviométrica e temperatura)	33

CULTURAS DE COBERTURA, MANEJO DA ADUBAÇÃO E DE RESÍDUOS VEGETAIS EM SEMEADURA DIRETA DE MILHO E SOJA

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência dos sistemas de adubação (na pré-semeadura e na semeadura) e dos consórcios de culturas intercalares (milho + feijão-mucuna-cinza-anã, milho + feijão-guandu-anão e milho + feijão-lab-lab) na cultura do milho no primeiro ano; e no segundo ano avaliar a influência dos sistemas de adubação (na pré-semeadura e na semeadura) e dos manejos de resíduos (rolo-faca, roçadora e triturador de palhas) na cultura da soja. O experimento foi realizado na FCAV- UNESP utilizando-se o delineamento em blocos ao acaso no esquema fatorial (2 x 3) com quatro repetições nos dois anos agrícolas. Os componentes avaliados foram na máquina, no solo e na planta. O diâmetro do colmo, a altura de inserção da primeira espiga e a altura de plantas de milho resultaram em maiores valores para o sistema de adubação na semeadura. O número de fileiras, espigas viáveis, índice de espiga, estande final, biomassa seca no solo, produtividade, fluxo de palha, fluxo de sabugo, fluxo de grãos e as perdas na colheita não foram afetados pelos sistemas de adubação e pelos consórcios, na cultura do milho. A avaliação da distribuição longitudinal de plantas de soja na semeadura, e o fluxo de material de soja na colhedora não foram afetados pelos sistemas de adubação e pelos manejos dos resíduos. As plantas de soja obtiveram maior altura de inserção da primeira vagem e número de vagens no manejo com rolo-faca. A produtividade da soja não foi afetada.

PALAVRAS-CHAVE: consórcios, colheita, mecanização agrícola.

CROPS OF FORAGE, FERTILIZATION MANAGEMENT AND VEGETALS HAG IN CORN AND SOYBEAN DIRECTING SOWING

SUMMARY: The aim of the present study was to evaluate the influence of the fertilization systems (at pre-sowing and sowing) and those consorts of intercalated crops (corn + bean-*Stizolobium deeringianum*, corn + bean-*Cajanus cajan* and corn + bean-*Dolichos lab lab*) in corn crop during the first year; and to evaluate, in the second year, the influence of the fertilization systems (at pre-sowing and sowing) and the management of chaff (knife roller, rotary mower and straw crusher) in the soybean crop. The experiment was done at FCAV-UNESP with totally randomized delineation, on factorial scheme (2x3) with four repetitions during the two agricultural years. The components evaluated were: machine, soil and plant. The stalk diameter, the insertion height of the first cob and the height of corn plants presented higher values for the fertilization system at sowing. The number of rows, viable cobs, cob rate, final stand, dry mass on soil, productiveness, flow of straw, cob and grains and the losses in the harvest were not affected by the fertilization systems and by the consorts in the corn crop. The evaluation of longitudinal distribution of soy plants at sowing and the soybean material flow in the harvester were not affected by the fertilization systems and by the management of chaff. The soybean plants presented higher height of insertion of the first string bean and the number of string beans in the knife roller management. The soybean yield was not affected.

KEYWORDS: consorts, harvest, agricultural mechanization.

I. INTRODUÇÃO

O sistema de semeadura direta ganha adeptos em todo o Território Nacional, pois este sistema, introduzido na década de 60, transforma a propriedade de sistema convencional. Mas por que seria tão importante esta transformação? A resposta é simples, pois o sistema de semeadura direta captura o carbono atmosférico e deixa-o na cobertura morta do solo. Este processo diminui a concentração de dióxido de carbono na atmosfera, minimizando os danos causados pelo efeito estufa.

Neste sistema precisa que se mantenha no solo a cobertura morta, que é o fator chave deste sistema. A cobertura morta pode vir do uso de rotações de culturas, que possuem diferentes relações C/N (carbono/nitrogênio), e quanto maior esta relação, maior o tempo da palha no solo. A grande dificuldade existente para os produtores que utilizam o sistema de semeadura direta é a formação de palhada em quantidade suficiente, devido à escassez de chuva logo após o cultivo da cultura de verão, de forma destacada nas regiões sudeste e centro-oeste.

As coberturas vegetais impostas para produção da camada morta de palha, devem ser manejadas para que produzam maior desempenho tanto das máquinas, como a cultura principal. Normalmente as culturas consorciadas acrescentam quantidades de matéria seca, que juntamente com os resíduos da cultura de verão, proporcionam proteção ao solo. Por outro lado, quando em grande quantidade pode dificultar a operação de semeadura. Para manejar estas culturas existem equipamentos como o rolo-faca, triturador de palhas tratorizado, roçadora e o pulverizador para aplicação de herbicida.

Além do manejo da palhada, para agilizar o processo de semeadura no sistema de semeadura direta, preconiza-se o uso de sistemas de adubação na pré-semeadura. Esta prática, adotada por alguns produtores, é baseada na aplicação de N-P-K (nitrogênio – fósforo – potássio). Para o nitrogênio, em áreas de sistema de semeadura direta, com elevados teores de matéria orgânica, solos textura médios ou argilosos e com regularidade de chuvas, apresentam resultados positivos; para o fósforo, devido a maior umidade (necessária para a difusão) na camada superficial do solo (sistema de

semeadura direta), e também porque, com maior teor de matéria orgânica haverá menor atividade de Al^{3+} , o que tem sido o suficiente para resultados positivos com a adubação de pré-semeadura. Para o potássio, que é absorvido na fase inicial de desenvolvimento, como elemento para rápido desenvolvimento inicial, as perdas não são significativas, o que justifica a aplicação em pré-semeadura.

O sistema de sistema de semeadura direta possibilita o uso dos fertilizantes N-P-K a lanço ou incorporados no solo antes da instalação da cultura principal (pré-semeadura). Deste modo, no momento da semeadura as máquinas podem desenvolver maior velocidade de deslocamento, permitindo menor tempo de semeadura, visto que as condições ambientais corretas acontecem em tempo mínimo.

A utilização da soja e do milho, no sistema de semeadura direta, contribuíram para a expansão das áreas, principalmente devido à capacidade destas espécies em se adaptarem as diferentes regiões brasileiras.

De acordo com o apresentado, pressupõe-se que os sistemas de adubação, os consórcios e os manejos não afetam o desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora, o desenvolvimento das culturas principais (milho e soja), bem como não afeta os componentes físicos do solo.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi no primeiro ano avaliar a relação máquina-solo-planta no sistema de semeadura direta, em função dos sistemas de adubação (pré-semeadura e na semeadura) e dos consórcios (milho + feijão-mucuna-cinza-anã, milho + feijão-guandu-anão e milho + feijão-lab-lab) na cultura do milho; no segundo ano, foi avaliar a relação máquina-solo-planta em função dos sistemas de adubação (pré-semeadura e na semeadura) e dos manejos de resíduos (rolo-faca, triturador de palhas e roçadora) na cultura da soja.

II. REVISÃO DE LITERATURA

1 Sistema de semeadura direta

A tecnologia do sistema de semeadura direta, testada no âmbito da pesquisa no final dos anos 60, teve adoção por agricultores individuais e em seguida por determinados grupos - chamados Clubes da Minhoca, de sistema de semeadura direta e os Amigos da Terra. Isto possibilitou vivenciar-se grande mudança, polêmica, controvertida, mas vencedora, transformando a agricultura brasileira, e tornando-a ambientalmente correta (SADE, 2000).

O termo sistema de semeadura direta originou-se da idéia de semear diretamente sobre o solo não preparado sempre protegido por resíduos (CARDOSO, 1998). Este mesmo autor cita que, o sistema de semeadura direta originou-se da idéia de controlar a erosão. Este efeito resulta do controle do escoamento da água de chuva por meio de resíduos, que reduzem a velocidade da água em movimento, dando mais tempo para a infiltração. Tudo isto devido ao uso da cobertura morta, que é obtida com rotação de culturas de cobertura, culturas intercalares ou os resíduos das culturas principais (SATURNINO, 2001).

A expressão sistema plantio direto surgiu no âmbito da Federação de Associações de Plantio Direto na Palha no Paraná, e com o uso popular, consagrou a nomenclatura, pois a operação executada é a de semeadura direta, mas o que envolve todo o sistema são os diversos equipamentos que o apóiam, como o triturador de palhas, rolo-faca, roçadora e pulverizador (DALLMEYER, 2001). O mesmo autor classifica os sistemas de manejo do solo em intensivo (uso de arados e grades), reduzido (uso do escarificador) e sistema de semeadura direta, e dentre estes, os dois últimos são considerados manejos conservacionistas. Contrastando com o sistema de sistema de semeadura direta, o “preparo convencional” é definido, e aceito pela comunidade científica, como aquele em que ocorre a mobilização do solo por preparo primário (aração) e por preparo secundário (gradagens) (BALASTREIRE, 2004).

Sistemas que mantenham quantidade adequada de cobertura vegetal sobre o solo (sistema de semeadura direta), principalmente durante os períodos mais críticos

(secos), são os mais desejados devido a preocupação cada vez maior, com a conservação do solo, que em longo prazo, poderá apresentar maior lucratividade (FURLANI, 2000). As técnicas de conservação do solo e da água são essenciais para manter as características químicas, físicas e biológicas dos solos. Por isso o estudo destas técnicas de conservação como de preparo que minimizem os problemas ambientais, como perda de solo tem obtido grande aceitação pelos produtores, tendo sido empregado o sistema de semeadura direta como uma destas técnicas (CAMILO et al., 2004).

As técnicas do sistema de semeadura direta são complementos das atuais técnicas de conservação do solo, que envolvem menor mobilização e remoção da terra e maior quantidade de restos vegetais na superfície do solo, apresentando como vantagem a redução dos custos operacionais de mecanização, além dos aspectos conservacionistas de redução das características físicas, químicas e biológicas do solo (NAGAOKA & NOMURA, 2003).

Para alcançar melhores resultados no sistema de semeadura direta o uso de plantas de cobertura é fundamental. Pois, deve-se considerar os aspectos culturais do agricultor e conhecer com profundidade os inúmeros detalhes referentes às espécies de adubo verde, o local, as condições edafoclimáticas específicas e os sistemas de produção em curso, e que serão implantados. Conhecer também o cultivo de cobertura, bem como as vantagens (aumento de carbono orgânico no solo, suprimento de nitrogênio, descompactação, diminuição de pragas e doenças, supressão de invasoras, agregação do solo, entre outras) (CALEGARI, 2000).

O Estado de São Paulo pela característica edafoambiental, pode-se utilizar a experiência dos estados do sul do País, e as experiências dos estados da região dos cerrados, como exemplo, pode-se citar a utilização da ervilhaca e da aveia que viabilizaram o sistema de semeadura direta no sul do País, e ao mesmo tempo usar milheto, girassol, sorgo e guandu, alternativas utilizadas por agricultores no cerrado (FREITAS, 2004).

1.1 Semeadura

As operações de semeadura-adubação são fundamentais para o estabelecimento de culturas anuais produtoras de grãos. Em sistemas conservacionistas, como o sistema de semeadura direta, as condições do solo e de cobertura geralmente são menos favoráveis à deposição das sementes e fertilizantes, que as verificadas nos preparos com intensa mobilização (aração e gradagens), sendo necessário maior cuidado nesta operação (CORTEZ, 2007). Portanto, as semeadora-adubadoras utilizadas no sistema de semeadura direta devem ser robustas e resistentes, possuir eficiente capacidade operacional e demandar o menor consumo de energia (LEVIEN et al., 2001).

A semeadora-adubadora que não apresentar precisão nos mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes pode comprometer a uniformidade na distribuição, que deve ser mantida independentemente de variações nas engrenagens, velocidade de deslocamento da máquina e quantidade de produto no reservatório (ANDERSSON, 2001). Avaliando a carga no depósito de adubo, verificou-se que com reservatório cheio ocorre maior distribuição de adubo, e a medida que o reservatório esvazia-se, ocorre diminuição na dose de adubo aplicada (FURLANI et al., 2006).

O desempenho de máquinas agrícolas é importante para a correta execução das operações, dentre elas, a semeadura em sistema de semeadura direta. O uso de culturas de cobertura (milheto e sorgo) não afetam o desempenho do conjunto trator-semeadora-adubadora (CORTEZ et al., 2005).

As máquinas agrícolas para semeadura, disponíveis no mercado, possuem mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes acionados pelo rodado, cuja eficiência tem relação direta com as condições do solo, a carga vertical, as características do pneu e propriedades físicas do solo. Estes fatores determinam o índice de patinagem dos rodados, que em áreas de sistema de semeadura direta apresentam menores índices, devido a menor resistência do solo ao rolamento, permitindo efetuar a operação de semeadura com maior teor de água no solo, em relação ao solo de preparo convencional (VIEIRA & REIS, 2001).

A uniformidade de distribuição de sementes, obtida pela regulagem correta da semeadora-adubadora e adequação do trator, tem sido colocada na bibliografia como uma das formas de aumento da produtividade de certas culturas, dentre as quais o milho se destaca como a mais representativa (MELLO et al., 2003).

HEINRICHS et al. (2002) avaliando o consórcio milho + feijão-de-porco concluíram que a operação de semeadura simultânea foi a mais recomendável por não haver redução na produtividade do milho.

1.2 Colheita

A colheita mecanizada é a última operação no ciclo da cultura, que se destaca em razão das dificuldades e dos altos custos envolvidos (SOUZA et al., 2001). Para reduzir as perdas, é necessário o desenvolvimento de metodologias para regulagem de colhedoras, como o uso de novos mecanismos que potencializem o desempenho da máquina (PORTELLA, 1997a).

Para a colheita mecanizada do milho no sistema de semeadura direta, o uso de culturas intercalares torna-se possível por apresentar maior espaçamento de cultivo, 0,75 a 1,0 m entre fileiras (MEROTTO JÚNIOR et al., 1997), e possuir altura de inserção da espiga acima de 1,0 m (MARCHÃO et al., 2005), o que possibilita a colheita sem maiores danos às culturas intercalares.

As perdas podem ser parcialmente evitadas, tomando-se uma série de cuidados como: monitoramento rigoroso da velocidade de trabalho da colhedora, aferição regular dos mecanismos de trilha, limpeza e separação (MESQUITA et al., 2001).

As perdas na colheita de soja e milho foram quantificadas e descritas, sendo 85% ocasionadas pela plataforma de corte, 12% por perdas internas da máquina e 3% de perda natural (EMBRAPA, 2002). A avaliação das perdas no campo pode ser feita com o uso de armação retangular de 2 m², e que as perdas não devem chegar a 60 kg ha⁻¹ e de 90 kg ha⁻¹, para as culturas de soja e milho, respectivamente (MESQUITA et al., 1998).

Existe uma relação direta entre a idade da colhedora e as perdas na colheita, sendo que as máquinas com mais de 15 anos obtiveram perdas 30% superiores aquelas encontradas nas colhedoras mais novas, o ano de fabricação é o fator que mais causa perdas, quando comparado a outros fatores como a eficiência do operador, condições de lavoura e conservação da máquina (MESQUITA et al., 2002).

As perdas na colheita mecanizada do milho, comparando a eficiência de colhedoras com o ano de fabricação, de acordo com SILVA et al. (2004), foram menores para as colhedoras com idade de 0 a 5 anos em relação aquelas com mais de 6 anos, e as máquinas com sistema de trilha axial obtiveram menores perdas em relação àquelas com sistema de trilha radial

Avaliando duas colhedoras, para soja, com diferentes anos de fabricação (3 e 6 anos de uso) observaram que as perdas totais e na plataforma não diferiram, enquanto que as perdas no sistema de trilha foram maiores naquela com seis anos de utilização (CARVALHO FILHO et al., 2005). As perdas totais na colheita mecanizada de soja indicaram valores de 62 kg ha^{-1} a uma velocidade de $4 \text{ a } 7 \text{ km h}^{-1}$, e que ocorreram perdas de 120 kg ha^{-1} para colhedoras entre 6 e 10 anos de uso (CAMPOS et al., 2005).

A colheita mecanizada de soja realizada na região de Uberlândia, com colhedoras de fluxo axial ocasionou perdas de 96 kg ha^{-1} , trabalhando com velocidade de $4,5 \text{ km h}^{-1}$, e ocorrendo grande diferença das perdas de uma parcela para outra, o que resulta em altos valores de coeficientes de variação (39%) (BRITO, 2006).

As perdas totais na colheita mecanizada de soja realizada na região de Jaboticabal resultaram em 124 kg ha^{-1} , valores estes justificados pela alta infestação de plantas daninhas na época da colheita, que por fatores fisiológicos e climáticos contribuíram para o aumento das perdas, com o maior fluxo de material dentro da colhedora, acarretou em aumento de perdas (GIRO, 2004).

A colheita mecanizada de soja realizada na região de Jaboticabal, com a colhedora de fluxo radial, ocasionou perdas de 33 kg ha^{-1} , trabalhando a $3,7 \text{ km h}^{-1}$, e o fluxo total de $2,0 \text{ kg s}^{-1}$, indicando que 60% do fluxo é devido a massa da cultura (FERREIRA, 2006).

1.3 Milho

O milho (*Zea mays*), uma das poucas culturas econômicas nativas das América, foi encontrado em cultivo pela primeira vez em 05 de novembro de 1492, quando membros da expedição de Colombo, no interior de Cuba, retornaram com um tipo de grão amplamente utilizado pelas populações nativas (FORNASIERE FILHO, 1992). No Brasil, entre os milhos indígenas, a maioria era constituída por milhos de grãos farináceos (amarelos e brancos), muito moles, que se prestavam à moagem e à produção de farinha. No entanto, havia ainda o milho pipoca (redondos e pontudos) e os de grãos duros (laranjas e brancos) (FORNASIERI FILHO, 2007).

O milho é hoje a segunda maior cultura cultivada no mundo, perdendo apenas para o trigo. No Brasil, é o segundo grão de maior volume de produção, perdendo o posto de primeiro lugar para a soja. Maior que as qualidades nutricionais do milho, só mesmo a versatilidade para o aproveitamento na alimentação humana (FORNASIERI FILHO, 2007).

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

Por ser uma planta de origem tropical, o milho, exige durante o ciclo vegetativo, calor e umidade para se desenvolver e produzir satisfatoriamente, proporcionando rendimentos compensadores. Os processos da fotossíntese, respiração, transpiração e evaporação, são funções diretas da energia disponível no ambiente, comumente designada por calor; ao passo que o crescimento, desenvolvimento e translocação de fotoassimilados encontram-se ligados à disponibilidade hídrica do solo, e os efeitos são pronunciados em condições de altas temperaturas onde a taxa de evapotranspiração é elevada (FANCELLI & DOURADO-NETO, 2000).

A adubação do milho é baseada na análise química do solo e na extração de nutrientes pela planta. A planta de milho necessita em torno de 210 kg ha^{-1} de N, considerando a produção de 10 Mg ha^{-1} , e de $10\text{-}20 \text{ kg ha}^{-1}$ de K_2O e P_2O_5 para cada $1,0 \text{ Mg}$ de grãos (FORNASIERI FILHO, 2007). O autor cita que o recorde de produtividade do milho é de $29,7 \text{ Mg ha}^{-1}$, em condições de campo nos EUA com adubação mineral equilibrada. A média da produtividade mundial é de $4,0 \text{ Mg ha}^{-1}$, enquanto que no Brasil, na safra de verão, a média é de $3,3 \text{ Mg ha}^{-1}$, e na safrinha, de $2,9 \text{ Mg ha}^{-1}$. Para o Estado de São Paulo, a média na safra de verão é de $4,7 \text{ Mg ha}^{-1}$, e na safrinha, de $2,2 \text{ Mg ha}^{-1}$.

OLIVEIRA et al. (2003) avaliaram a produção de massa de milho verde em monocultivo e em dois consórcios, um com mucuna-preta e outro com feijão-de-porco, verificou que não houve interferência das leguminosas sobre a produção e características agronômicas do milho.

1.4 Soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) que hoje é cultivada em todo o mundo, é muito diferente dos ancestrais que lhe deram origem: espécies de plantas rasteiras que se desenvolviam na costa leste da Ásia, principalmente ao longo do Rio Amarelo, na China. A 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. A importância na dieta alimentar da antiga civilização chinesa era tal, que a soja, juntamente com o trigo, o arroz, o centeio e o milheto, era considerado um grão sagrado, com direito a cerimônias ritualísticas na época da semeadura e da colheita (EMBRAPA, 2004).

A soja chegou ao Brasil por meio de Gustavo Dutra, professor da Escola de Agronomia em 1882, oriunda dos Estados Unidos (EMBRAPA, 2002). O primeiro registro de cultivo ocorreu em 1914 no município de Santa Rosa no Rio Grande do Sul, com primeiro registro no Anuário Agrícola em 1941 com produtividade de 700 kg ha^{-1} .

Dentre as culturas anuais, a soja, com o virtuoso papel na economia globalizada e as características agronômicas, é o carro chefe no desenvolvimento do sistema de semeadura direta, principalmente na rotação de culturas, com um enorme potencial para desempenhar um marcante papel na rotação com pastagens e outras forrageiras (SATURNINO, 2001).

A cultura da soja é exigente em água principalmente nos estádios de germinação-emergência e floração-enchimento de grãos, sendo em média de 7 a 8 mm dia⁻¹ chegando ao total de 450 a 800 mm ciclo⁻¹. A soja melhor se adapta as temperaturas de 20 a 30°C, sendo na germinação-emergência temperaturas de 25°C garantem uniformidade, já as temperaturas máximas e mínimas, 10 e 40°C respectivamente, induzem a crescimento nulo, e a floração é propiciada quando ocorre temperaturas de 13°C (EMBRAPA, 2002). Considerando o fotoperíodo, a soja pode ser considerada de dias curtos, e isto causa variações no ciclo a medida que se desloca em direção ao norte ou ao sul, e para minimizar estas variações plantas com período juvenil longo adaptam melhor as diversas condições brasileiras.

A produtividade da cultura da soja na década de 70 era da ordem de 1,8 Mg ha⁻¹; na década de 80 elevou para 2,4 Mg ha⁻¹; na década de 90 em razão dos investimentos em pesquisa alcançou 3,0 Mg ha⁻¹, chegando ao nível de produtividade acima de 3,6 Mg ha⁻¹, e espera-se até 4,2 Mg ha⁻¹ (SUZUKI et al. 2005). Segundo KLUTHOCOUSKI et al. (2000), a produção de soja no sistema de semeadura direta obteve média de 3,5 Mg ha⁻¹, apresentando juntamente com a cultura do feijão maior adaptabilidade ao sistema de semeadura direta quando comparado ao milho e o arroz.

Para se alcançar estas produtividades a adubação é baseada na extração dos nutrientes para cada 1,0 Mg de grãos. Sabe-se que são necessários 80 kg de N para produzir 1,0 Mg de grãos, que são obtidos pela associação simbiótica entre o *Bradyrhizobium japonicum* e as raízes da soja, e são necessários 20 kg de P₂O₅ e de K₂O para cada 1, Mg de grãos produzidos (EMBRAPA, 2002).

O crescimento, desenvolvimento e produtividade da soja resultam da interação entre o potencial genético de determinado cultivar com o ambiente. Pode-se dividir a produtividade da soja em três fatores: número de vagens por planta, número de grãos por vagem e a massa dos grãos (POTAFÓS, 1997). Os limites máximos do número de

grãos por vagem e a massa de grãos são definidos geneticamente. Nas condições de campo a natureza proporciona a maior parte das influências ambientais sobre o desenvolvimento, entretanto os produtores, por meio das práticas de manejo já comprovadas, podem manipular o ambiente de produção (SUZUKI et al., 2005).

Dentre as limitações que um solo pode impor à planta de soja, a compactação causa restrição ao crescimento e desenvolvimento radicular, que afeta direta e indiretamente a produtividade. Além disso, a compactação está relacionada com outros atributos físicos, químicos e biológicos, que são importantes ao desenvolvimento das plantas como as quantidades de ar, água e temperatura presentes no solo (CAMARGO & ALLEONI, 1997).

O efeito dos sistemas de preparo nas propriedades físicas do solo varia consideravelmente conforme o tipo de equipamento empregado, o tipo de solo e a umidade, pois pode afetar a densidade e a porosidade do solo, e o desenvolvimento e a produtividade de culturas (SILVEIRA et al., 1999).

Para se efetuar a colheita da soja recomenda-se umidade do grão de 12 a 13%, pois condições acima de 15% causam perdas e danos mecânicos latentes, e menores que 12% de umidade aparecem danos imediatos, resultando a quebra (EMBRAPA, 2002).

2 Rotação de culturas e consórcios

Para a implantação e manutenção do sistema de semeadura direta é indispensável que o sistema de rotação de culturas promova a permanência da quantidade mínima de palhada, que nunca deve ser inferior a $2,0 \text{ Mg ha}^{-1}$ de matéria seca. Sob este aspecto a soja contribui muito pouco, raramente passando de $2,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de massa seca, porém o milho tem a vantagem de deixar grande quantidade de restos culturais. As braquiárias também apresentam estas características e são excelentes alternativas nas áreas de integração lavoura-pecuária (BRANQUINHO, 2003). Portanto, é necessário introduzir no sistema plantas capazes de

produzir grande quantidade de fitomassa, para que possa ser encaixada facilmente nos sistemas de rotação de culturas (PELA, 2002).

O uso intensivo e mau manejo dos recursos naturais, muitas vezes seguidos da prática de monoculturas ou sucessão contínua de culturas (soja-trigo, soja-milho safrinha, arroz-arroz, algodão-pousio, soja-pousio) com consequente diminuição da fertilidade do solo e alteração nas propriedades físicas, químicas e biológicas, tem contribuído ao longo dos anos para o processo de degradação da matéria orgânica e diminuição do potencial produtivo das culturas (CALEGARI, 2002). Este autor ainda cita que a monocultura contribui para problemas de degradação do solo, além de aumentar os riscos das culturas a possíveis ataques de doenças e, desta forma, a rotação de culturas inclui diferentes espécies de plantas de cobertura adaptadas regionalmente, distribuídas temporal e espacialmente, que podem contribuir para uma maior biodiversidade no meio ambiente, e consequentemente, maior equilíbrio do sistema como um todo.

De acordo com CALEGARI (2000), a manutenção e/ou adição da matéria orgânica ao solo por meio da rotação de culturas, incluindo o adequado emprego das coberturas vegetais e o manejo dos resíduos pós-colheita, tende a promover melhorias significativas no sistema produtivo ao longo dos anos por: melhorar o estado de agregação das partículas por meio da formação de complexos orgânicos-minerais; aumentar a capacidade de armazenamento de água; incrementar a biologia do solo; reduzir as perdas de nutrientes e melhorar a solubilização de nutrientes facilitando o aproveitamento pelas plantas; aumentar a capacidade de troca de cátions efetiva (dependendo de pH) do solo; melhorar o desenvolvimento das culturas melhorando a estabilidade de produção ao longo dos anos.

A cobertura do solo proporciona uma série de vantagens como: diminuir o impacto das gotas de chuva, reduzir perdas de solo e água por erosão, aumentar a taxa de infiltração de água no solo, diminuir o escoamento superficial, aumentar o armazenamento de água, diminuir a variação de temperatura do solo, favorecendo processos biológicos, reciclar nutrientes, manter por mais tempo a umidade do solo por reduzir a evaporação, aumentar a matéria orgânica e auxiliar no controle de plantas daninhas (CALEGARI, 2004; FURLANI, 2005).

Em questão de consórcio, o milho e o feijão formam o mais antigo. No entanto, a incorporação de nitrogênio é pequena, e deixam o solo descoberto pelo restante do ano (CECCON, 2007). O consórcio de milho com mucuna, feijão-de-porco ou feijão-guandu tem se mostrado eficiente, por manter o solo coberto, evitar a emergência de plantas daninhas, e melhorar as propriedades do solo, sem, no entanto reduzir a produtividade do milho. O consórcio milho e feijão têm apresentado satisfatório resultado, devido o feijoeiro se adaptar a utilização da radiação difusa (CROOKSTON et al., 1975).

O emprego de plantas não leguminosas, gramíneas, devido a baixa taxa de decomposição protegem o solo (BORTOLINI et al., 2000), enquanto que para a adubação verde utiliza-se de plantas da família das leguminosas que fixam quantidades expressivas de nitrogênio, contribuindo com as culturas subsequentes, mas devido a relação C/N (carbono/nitrogênio) baixa, favorecem a decomposição (ANDREOLA et al., 2000).

Dados da pesquisa demonstram que a utilização do feijão-guandu-anão como cultura intercalar apresenta a baixa produção de massa, principalmente devido ao reduzido desenvolvimento inicial, não afetando a cultura principal (PELA, 2002).

Para a adubação verde, principalmente em olericultura e no cultivo de frutíferas perenes e cafeeiros, é a feijão-mucuna-cinza-anã, que atinge altura máxima ao redor de 44-50 cm, sendo também recomendada para consórcios de verão (GUIRRA, 2006). Dentre outras culturas, o feijão-lab-lab é uma herbácea perene e cultivada como anual (SENO et al. 1996) é um ótimo adubo verde, e apresenta boa produção de forragem no outono (LOVANDINI, 1972). O feijão-mucuna-cinza e a *Crotalaria juncea* apresentam fornecimento de palhada verde, com estabelecimento rápido, competindo de sobremaneira com as plantas daninhas. A diferença é que a segunda tem crescimento inicial rápido (ALCÂNTARA & BUFARAH, 1979).

A *Crotalaria juncea*, feijão-mucuna, ervilhaca, milho, feijão-de-porco são eficientes na ciclagem de potássio; a *Crotalaria juncea* e o feijão-mucuna na ciclagem de fósforo; a *Crotalaria juncea* e feijão-de-porco na ciclagem de magnésio (FIORIN, 1999).

O feijão-mucuna destaca-se pelo desenvolvimento sob déficit hídrico e altas temperaturas (AMABILE, 1996). Em condições favoráveis de desenvolvimento tanto

para o feijão-mucuna como para crotalária, a primeira resultou em maior rendimento em fitomassa que a segunda, com produção média de 7.380 kg ha⁻¹ (SANTOS & CAMPELO JÚNIOR, 2003).

ARF (1992) estudando o efeito da época de semeadura do feijão-mucuna-preta intercalada na cultura do milho, verificou que o consórcio não afetou a produtividade do milho. O mesmo autor encontrou produção de massa seca de 7.000 kg ha⁻¹ (média). A produção do feijão-mucuna-cinza foi de 11.610 kg ha⁻¹, e do feijão-mucuna-preta de 9.959 kg ha⁻¹ (GARCIA, 2002).

O emprego de leguminosas antes da cultura da soja pode-se ocasionar problemas devido a permanência de patógenos que podem causar danos a produtividade da soja. Dentre os patógenos possíveis, o cancro da haste (*Diaporthe phaseolorum* f.sp. meridionalis) permanece nos restos culturais do feijão-guandu apesar de não causar dano ao mesmo. O feijão-lab-lab é hospedeiro e fonte de inoculo do nematóide de galha da soja, *Meloidogyne incógnita*, *Meloidogyne javanica* e *Meloidogyne arenaria* (EMBRAPA, 2002)

3 Manejos de resíduos

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). Os mesmos autores citam que o manejo da vegetação pode ser efetuado por dois métodos: o químico, utilizando-se pulverizadores para aplicação de herbicidas, e o mecânico que pode ser realizado 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 faca e grade de discos, ficando este último descartado no sistema de semeadura direta.

De acordo com CASÃO JÚNIOR (2000), em condições superiores a 5 Mg 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.

O rolo-faca, também é denominado de rolo picador, tem como função promover pré-acamamento da vegetação. Este equipamento provoca o esmagamento dos vasos condutores de seiva das plantas, resultando na morte e/ou impedindo a rebrota, sendo muito utilizado no manejo de restos culturais e adubos verdes (FURLANI et al., 2003).

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 água no interior, para aumentar o efeito de corte das facas, que devem ser mantidas afiadas (SALTON et al., 1998). A utilização de rolo faca em vegetação nativa, composta de gramíneas perenes, espécies arbustivas e em resteva da cultura do milho, resultaram em corte de 80% e acamamento total da vegetação (WEISS et al., 1998). Um cuidado que se deve ter com o rolo-faca é que ele pode causar compactação do solo, e deve ser utilizada com o solo em baixa umidade, condição em que o mesmo é mais resistente a deformação por pressão (EMBRAPA, 2002).

O manejo das culturas de inverno e resíduos vegetais podem ser efetuados com triturador de palhas, rolo-faca e químico, sendo responsáveis por propiciar diferentes características a superfície do solo e velocidades de decomposição da palhada (BRANQUINHO et al., 2004; PRADO et al., 2002). Assim, os resíduos vegetais na superfície do solo, protegem do aquecimento e da perda de água, e devido à alta refletividade da radiação solar e baixa condutividade térmica, induz a menor amplitude térmica diária (JOHNSON & LOWERY, 1985).

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 feijão-guandu) com triturador de palhas tratorizado foi uniforme em toda faixa de trabalho. Este equipamento pode também ser usado no manejo da resteva da cultura do milho, quando à existência de grande quantidade de massa, facilitando a semeadura da cultura subsequente (SALTON et al., 1998).

4 Sistemas de adubação

O método de aplicação em sulcos é o mais utilizado, no entanto existem aqueles que fazem a distribuição do fertilizante na superfície do solo, em mistura com as sementes da cultura principal, que pode acarretar danos à germinação (SILVA & BARBOSA FILHO, 2000). Para a cultura do milho a adubação realizada a 10 cm de profundidade propicia maior estande de plantas, quantidade de espigas e produtividade, em comparação com a adubação superficial. A produtividade do milho diferiu de acordo com a velocidade de operação e com a profundidade de adubação, sendo que a adubação profunda proporcionou maior produtividade que a superficial (SILVA & SILVEIRA, 2002).

Outro método, a aplicação do fertilizante a lanço em pré-semeadura apresenta vantagens operacionais, como, flexibilidade na execução da adubação, racionalização do uso de máquinas e mão-de-obra (COELHO et al., 2002). No sistema de semeadura direta, a aplicação antecipada de fertilizantes que contêm P e K pode ser uma alternativa para tornar mais rápida a operação de semeadura (PÖTTKER & WIETHÖLTER, 1999).

Para BASSO & CERETTA (2000), a produtividade de milho, em sistema de semeadura direta, com antecipação de parte do nitrogênio, em anos de precipitação normal, foram comparáveis ao do sistema tradicional (adubação de semeadura e cobertura). No entanto, anos com elevada precipitação reduziram a produtividade do milho. E quando se aplicou 60-30-30 kg N ha⁻¹ em pré-semeadura, semeadura e cobertura, respectivamente, ou seja, 90% do nitrogênio total aplicado até a semeadura, obteve-se a maior produtividade de milho.

A aplicação do fertilizante N a lanço em pré-semeadura aumenta a disponibilidade no início do crescimento do milho, e minimizar o efeito da imobilização pelos microrganismos (SÁ, 1996). LOPES et al. (2003) afirmam que o sucesso da antecipação da adubação nitrogenada (pré-semeadura) em milho depende de: áreas com vários anos de adoção do sistema de semeadura direta, aporte de matéria orgânica, áreas com considerável liberação de nitrogênio no período de demanda máxima pelo milho, que as chuvas de primavera ocorram numa intensidade normal, e

sejam áreas de solos de textura média ou argilosa. WIETHÖLTER (2000) comenta que a ocorrência de chuvas na primavera, quando em excesso, a lixiviação de nitrogênio poderá ocorrer e promover deficiência temporária do mesmo, assim, a aplicação mais próximo do período de maior demanda (a partir de 4 a 6 folhas) será melhor.

Algumas pesquisas, realizadas no Sul do Brasil, têm demonstrado vantagens na aplicação do N em pré-semeadura do milho. O principal argumento é de que o N pode ser imobilizado momentaneamente pela matéria orgânica, em especial pelos resíduos com alta relação C/N, e se tornar disponível para a cultura do milho posteriormente nos estádios de maior demanda, pois os fatores que favorecem a mineralização do N retido na fração orgânica – alta temperatura e umidade – são os mesmos que promovem o crescimento do milho (CANTARELLA & DUARTE, 2004)

A perda de nitrogênio pode ser por lixiviação, e assim, para evitá-la, recomenda-se o parcelamento da adubação (YAMADA & ABDALA, 2000). Outras perdas, como por volatilização é dependente do pH, e aumenta a probabilidade de ocorrência acima de pH 7,0 (LOPES et al., 2003); desse modo no sistema de semeadura direta raramente ocorre problemas de pH básico, assim as perdas por volatilização são mínimas.

Em áreas com mais de seis anos de implantação do sistema de semeadura direta, ou seja, nos locais com aumento e estabilização de matéria orgânica do solo, é provável o uso mais eficiente de fósforo pelas plantas, devido o bloqueio de sítios inorgânicos de adsorção de P por moléculas orgânicas (STEVENSON, 1986), e da saturação desses mesmos sítios em função da aplicação superficial de fertilizantes, e da maior presença nas áreas de sistema de semeadura direta de fósforo - lábil e associado à biomassa microbiana (SELLES et al., 1997; OLIVEIRA et al., 2002). Desse modo, no sistema de semeadura direta a aplicação de fósforo pode ser realizada em superfície, devido que as plantas de cobertura podem influenciar no aproveitamento de fósforo, aumentando a disponibilidade; assim, parte do adubo pode ser aplicada em pré-semeadura (RODRIGUES, 2006). Com a adubação de pré-semeadura na soja em sistema de semeadura direta ocorre maior produção de fitomassa da planta de cobertura, e que não houve alteração na produção de grãos da cultura principal (SEGUATELLI, 2004).

Uma preocupação, é que a adubação superficial fosfatada no sistema de semeadura direta representa baixa eficiência agrônômica, porque o fósforo deveria ser uniformemente incorporado na camada arável, para que maior volume de raízes tivesse contato com o fertilizante (LOPES et al., 2003). No entanto, os autores verificaram por resultados experimentais com fósforo marcado (^{32}P), obtidos já na década de 60 com a cultura do milho nos Estados Unidos, que o ^{32}P fertilizante aplicado na superfície do solo no sistema de semeadura direta é absorvido pelas plantas nos períodos iniciais de desenvolvimento, em quantidade superior àquela observada quando incorporado ao solo no sistema convencional. Isso ocorre porque, aumenta a proporção de solo fertilizado com fósforo e a absorção, devido o volume de raízes que entra em contato com o fertilizante.

No sistema de semeadura direta, a eficiência da aplicação superficial de fósforo é atribuída à maior umidade (necessária para a difusão), e também porque, com maior teor de matéria orgânica, haverá menor atividade de Al^{3+} , além do fósforo ligado ao alumínio nessa matéria orgânica ser mais solúvel que o fósforo ligado à argila (THOMAS, 1986).

LOPES (1999) afirmou que em solos sob sistema de semeadura direta já estabilizado (mais de 5 anos) e que já atingiram teores altos em fósforo não existem diferenças sensíveis entre as fontes de fósforo (fosfatos reativos farelados e adubos fosfatados acidulados) e os modos de aplicação (a lanço ou em sulcos). O mesmo foi verificado para o potássio.

O potássio, importante na fase inicial das culturas, tem a máxima absorção no estágio vegetativo de 30 a 40 dias de desenvolvimento, com taxa superior à do nitrogênio e do fósforo, o que sugere maior necessidade de potássio na fase inicial, como elemento de arranque (COELHO et al., 2002). Segundo os autores, em anos com ocorrência de déficit hídrico após a semeadura, a aplicação de dose alta de potássio no sulco pode prejudicar a germinação das sementes, pela retirada de água da semente.

GIACOMINI et al. (2003) concluíram que a maior parte do potássio dos resíduos culturais das plantas de cobertura é liberada logo após o manejo das espécies. Isso ocorre porque o potássio se encontra em componentes não estruturais e na forma

iônica no vacúolo das células das plantas (MARSCHNER, 1995), sendo rapidamente lixiviado após o manejo das plantas de cobertura.

Ao avaliar os sistemas de preparo do solo, épocas de adubação e híbridos de milho, verificou-se que o maior valor de produtividade ($10,9 \text{ Mg ha}^{-1}$) foi observado nos tratamentos com adubação de pré-semeadura no sistema de semeadura direta com híbrido simples (BERTOLINI et al, 2008).

FOLONI et al. (2002) ao estudar a adubação potássica da soja (pré-semeadura), com doses de 0 a 90 kg ha^{-1} de K_2O , verificaram que não houve comprometimento da produtividade, e em alguns casos, doses de 60 e 90 kg ha^{-1} de K_2O , resultaram em incremento na produtividade. ESTEVES (2000) submeteu o sistema a adubação de pré-semeadura de fósforo e potássio na soja, e concluiu que a produtividade foi maior nesse sistema.

Estudo sobre as épocas de aplicação de P e K nas safras 1999/2000, 2000/2001 e 2001/2002 da cultura da soja indicaram não haver diferença na produtividade, massa de 100 sementes e altura de inserção da primeira vagem em relação ao solo, mesmo com a antecipação da adubação em até cinco meses (LANA et al., 2003). Estes resultados podem ser explicados pela precipitação pluviométrica da região do estudo se concentrar em novembro, momento da semeadura. Verificou-se que ao longo dos anos ocorreu incremento na produtividade da cultura da soja.

Ao avaliar a adubação antecipada (pré-semeadura) observaram que o sistema é viável, pois reduz o número de conjuntos na semeadura, os custos operacionais e totais, e possibilita o aumento na receita líquida, quando comparado ao sistema tradicional, independentemente do período de semeadura (MATOS et al., 2006). Os autores demonstraram que em períodos de semeadura de sete semanas, a adubação antecipada (pré-semeadura) resultou em 15,6% menor no custo total, e em períodos de uma semana de semeadura, resultou em 12,3% menor no custo total, quando comparado ao sistema convencional (adubação toda na semeadura).

III. MATERIAL E MÉTODOS¹

1 Local

O experimento foi conduzido na área experimental do Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola (LAMMA) do Departamento de Engenharia Rural, pertencente a UNESP/Jaboticabal, SP, localizada nas coordenadas geodésicas: latitude 21°14'S e longitude 48°16'W, com altitude média de 559 m, declividade média de 4%, ocupando área de aproximadamente 1,0 ha.

A semeadura foi realizada em LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico típico, A moderado, textura argilosa (55%) e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2006). Realizou-se amostragem de solo nos dois anos agrícolas, sendo os resultados das análises granulométrica e química apresentados na Tabela 1, que serviram para a recomendação de adubação de semeadura e cobertura das culturas nos anos agrícolas (RAIJ et al., 1985).

Tabela 1. Análise granulométrica e química do solo da área experimental

Tabela 1: Análises granulométrica e química do solo da área experimental										
Prof.	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
	CaCl ₂	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	-----mmol _c dm ⁻³ -----						%
Primeiro ano agrícola										
0-10	6,0	28	46	4,8	50	30	20	85	105	81
10-20	5,7	23	37	4,5	38	17	25	60	85	70
Segundo ano agrícola										
0-10	5,8	30	75	4,3	67	40	22	111	133	83
10-20	5,2	26	51	3,1	37	15	38	55	93	59
20-40	5,2	19	24	2,8	30	9	28	42	70	60

Arg.: argila; Sil.: silte; Are.: areia. MO: matéria orgânica; P: fósforo em resina; SB: soma de bases; T: capacidade de troca de cátions a pH 7,0. V: saturação por bases do solo.

O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é Aw, subtropical úmido, com estiagem no período do inverno.

¹ A citação de marcas comerciais não implica na recomendação de uso pelo autor.

A área experimental permaneceu em repouso nos anos de 1999 e 2000, porém com grande infestação de plantas daninhas como capim colonião (*Panicum maximum* Jacq.) e grama seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers). Foram realizados os manejos das plantas daninhas com roçadora e, posteriormente, o preparo convencional do solo com uma gradagem pesada e duas gradagens leves ao final de 2000. As culturas utilizadas na safra de verão em sucessão foram soja e milho. No inverno as culturas utilizadas na rotação foram milheto, mucuna cinza, crotalária, sorgo, tritcale e aveia.

2 Primeiro ano agrícola

2.1 Delineamento experimental

Utilizou-se o delineamento em blocos ao acaso no esquema fatorial 2 x 3 com quatro repetições, sendo dois sistemas de aplicação do adubo (pré-semeadura e semeadura) e três consórcios (milho + feijão-mucuna-cinza-anã, milho + feijão-guandu-anão e milho + feijão-lab-lab). Cada parcela experimental ocupou área de 300 m² (25 x 12 m) e, entre parcelas, no sentido longitudinal, foi reservado um espaço de 15 m, destinado a realização de manobras, tráfego de máquinas e estabilização dos conjuntos, conforme ilustrado na Figura 1.

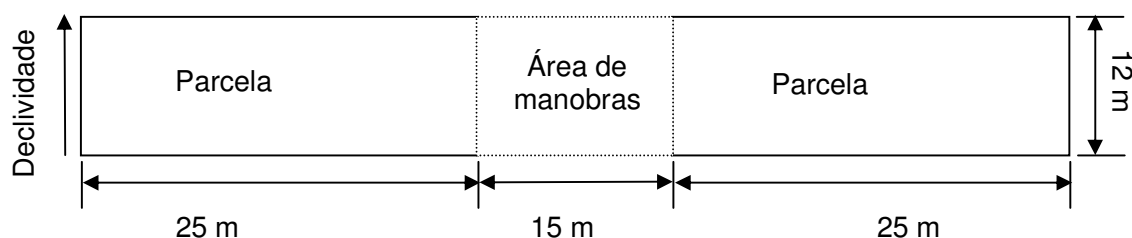


Figura 1. Esquema das parcelas experimentais

A aplicação do adubo, em pré-semeadura, foi realizada com o conjunto-trator semeadora-adubadora nas parcelas sorteadas com este tratamento, à velocidade média de 4,2 km h⁻¹, 46 dias antes da deposição das sementes utilizando as sete linhas da semeadora-adubadora (melhor distribuição de adubo na área); durante a semeadura

este tratamento recebeu apenas as sementes, sendo o mecanismo de adubo (haste sulcadora) retirado da máquina, que se deslocou a velocidade média de $6,6 \text{ km h}^{-1}$. No tratamento de aplicação de adubo, na semeadura, utilizou-se a semeadora-adubadora com todos os mecanismos de contato com o solo (disco de corte, haste sulcadora para adubo, disco duplo para a semente e rodas compactadoras) com velocidade média de $4,7 \text{ km h}^{-1}$, sendo o adubo distribuído apenas na fileira do milho.

A formação dos consórcios (milho + feijão-mucuna-cinza-anã, milho + feijão-guandu-anão e milho + feijão-lab-lab) foi obtida no momento da semeadura, em que as sementes das culturas intercalares foram depositadas a 7 cm de profundidade, enquanto o milho a 3 cm de profundidade, para obter atraso na emergência das culturas intercalares e melhor desenvolvimento do milho. Estas profundidades foram obtidas com a roda de controle de profundidade dos discos duplos de abertura do sulco de deposição de sementes. Na semeadura, os depósitos de sementes das linhas da semeadora-adubadora, espaçados de 45 cm, foram alternadamente preenchidos com milho e as sementes das culturas intercalares (Figura 2).

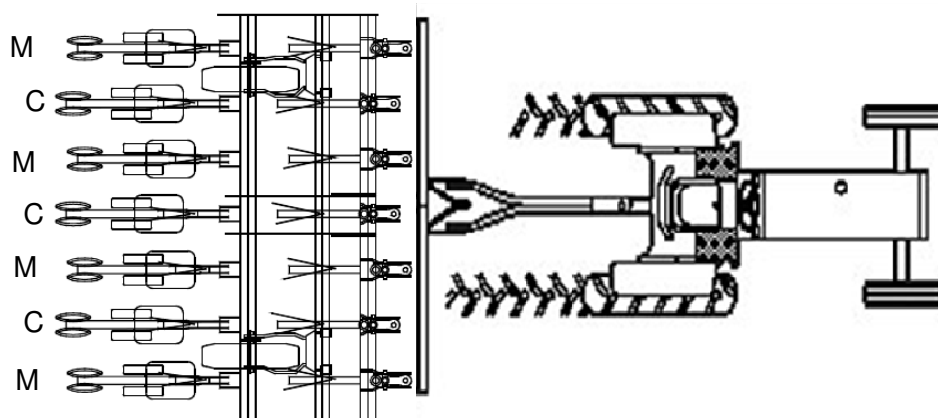


Figura 2. Esquema do conjunto trator-semeadora-adubadora no momento da semeadura do milho (M) e das culturas (C) utilizadas para formar o consórcio

Fonte: Catálogo MARCHESAN (2009)

A sequência de fotos do experimento no primeiro ano agrícola é apresentada no Apêndice A.

2.2 Dados meteorológicos

Na Figura 3 são apresentados os dados de precipitação e temperatura média durante o primeiro ano agrícola, em que foi conduzida a cultura do milho sob os tratamentos: sistemas de adubação e consórcios.

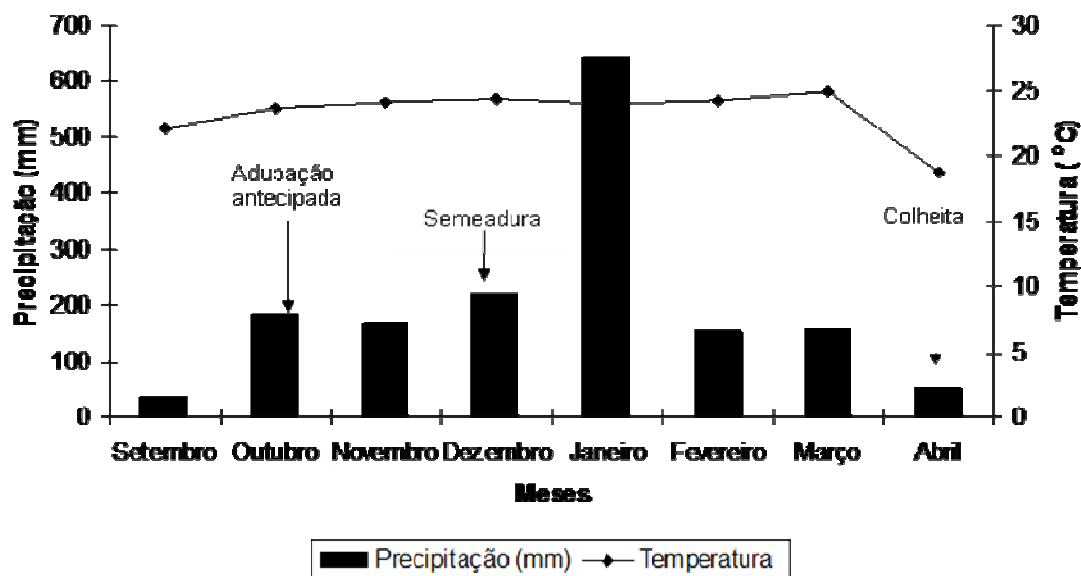


Figura 3. Dados meteorológicos mensais (precipitação pluviométrica e temperatura)
Fonte: Departamento de Ciências Exatas, FCAV – UNESP, Jaboticabal

2.3 Insumos e equipamentos

Os insumos utilizados foram: herbicida agrícola Glifosato Nortox (*Glifosato* 480 g L⁻¹), com dose de 6 L ha⁻¹ na calda de 150 L ha⁻¹, para controlar plantas daninhas, e segunda aplicação de 2,4 D (*2,4 dichlorophenoxy* 806 g L⁻¹) na dose de 1,0 L ha⁻¹ antes da sementeira;

Foram utilizadas sementes de milho (*Zea mays* L.), híbrido simples DKB 390 (maturação próxima a 120 dias - ciclo médio), com pureza e germinação de 96%, com estande de 60.000 plantas ha⁻¹ (5,8 sementes m⁻¹) e somatória térmica até o florescimento de 870 graus-dias.

As culturas intercalares utilizadas para formar os consórcios foram sementes de feijão-guandu-anão (*Cajanus cajan*) habito de crescimento indeterminado arbustivo; sementes de feijão-mucuna-cinza-anã (*Stizolobium deeringianum* Bort.) habito de crescimento indeterminado prostrado e sementes de feijão-lab-lab (*Dolichos lab lab*) com habito de crescimento trepador, sendo as características das cultivares descritas na Tabela 2.

Tabela 2. Culturas intercalares utilizadas na formação do consórcio com o milho

Espécie	Quantidade (sementes m ⁻¹)	P* (%)	G	VC	E
<i>Dolichos lab lab</i>	9	99,4	71,0	70,5	100
<i>Stizolobium deeringianum</i> Bort	9	ni	ni	ni	100
<i>Cajanus cajan</i> L.	12	98,8	74,0	73,0	133

* (P) - Pureza; (G) – Germinação; (VC) - Valor Cultural; E – Estande desejado: mil plantas; (ni) – não informado pela empresa fornecedora.

Foram utilizados os equipamentos agrícolas descritos na Tabela 3.

Tabela 3. Equipamentos utilizados na execução do primeiro ano agrícola

Equipamento	Marca	Modelo	Características
Trator*	Valtra	BM100	Potência de 73,6 kW, massa de 5.400 kg, pneus 14.9-24 R1 de 3,8 m de perímetro no eixo dianteiro e 23.1-26 R1 de 4,9 m de perímetro no eixo traseiro, com pressão de 18 psi (124 kPa) e 22 psi (152 kPa), respectivamente.
Semeadora-adubadora	Marchesan	COP Suprema	Sete linhas espaçadas de 0,45 m, com haste sulcadora com ângulo de ataque de 20°, disco de corte de 45,7 cm, disco duplo de 40,6 cm e massa de 3.070 kg.
Trator	Ford	5610	Potência de 52,9 kW, com 200 kg de lastro dianteiro, pneus dianteiros 7,5-18 e traseiros 12,4-38.
Cultivador-Adubador	Jumil	--	Dois reservatórios de 50 kg acoplado ao sistema hidráulico de três pontos, sendo o acionamento pela tomada de potência do trator a 540 rpm.
Pulverizador	Jacto	Condor M12/75	Tanque de 600 L, massa de 255 kg, 24 bicos tipo leque (XR Teejet – 110.02VS para herbicida e 110.04 para inseticida) espaçados de 50 cm e largura útil de 12 m.
Colhedora	John Deere	SLC 1165	Potência de 103 kW (140 cv), com plataforma para milho de 3,6 m de comprimento e rotação de 600 rpm no cilindro.

*TDA: Transmissão Dianteira Auxiliar.

Foi utilizado adubo na fórmula 8-28-16 (N-P-K) na dose de 390 kg ha^{-1} tanto na adubação de pré-semeadura (46 dias antes da semeadura) como na semeadura, e adubação de cobertura com uréia na dose de 140 kg ha^{-1} (62 kg ha^{-1} de N) aos 14 dias após a semeadura (4 folhas), e mais 200 kg ha^{-1} (88 kg ha^{-1} de N) aos 30 dias após a semeadura (7 folhas), com o conjunto operando a velocidades de 5 e $7,5 \text{ km h}^{-1}$, respectivamente.

Utilizou-se cipermetrina (*Cypermethrin*) na dose de 150 mL ha^{-1} e match CE (*Lefenuron*), na dose de 300 mL ha^{-1} com calda de 300 L ha^{-1} para controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*).

2.4 Determinações

2.4.1 Variáveis relacionadas às máquinas

A eficiência da semeadora-adubadora em relação ao estabelecimento da cultura é um fator de desempenho, principalmente nas semeadoras-adubadoras de sistema de semeadura direta, e foi calculada em função da quantidade de sementes distribuídas na semeadura e a quantidade de plântulas emergidas na lavoura (PORTELLA et al., 1997b) para o milho e as culturas utilizadas nos consórcios.

Na avaliação da distribuição longitudinal ou uniformidade de espaçamentos entre as plântulas de milho e das culturas para os consórcios foi mensurada com auxílio de um sarrafo de madeira de um metro com uma fita métrica (precisão de 0,5 cm) colada, no qual foi colocado um cabo, também de madeira, formando um "T" invertido. As leituras foram realizadas na fileira central de cada parcela em dois metros.

A porcentagem de espaçamentos normais, falhos e duplos foi obtida de acordo com as normas da ABNT (1984) e KURACHI et al. (1989), considerando-se porcentagens de espaçamentos:

- "duplos" (D): $< 0,5 \text{ vez o } X_{\text{ref.}}$,
- "normais" (A): $0,5 < X_{\text{ref.}} < 1,5$, e
- "falhos" (F): $> 1,5 \text{ o } X_{\text{ref.}}$.

Em que, o espaçamento médio esperado ($X_{ref.}$) para o milho foi de 17,2 cm, e para os consórcios feijão-mucuna-cinza-anã, feijão-guandu-anão e feijão-lab-lab foi de 10,9; 8,5 e 10,9 cm, respectivamente.

Com 10 espigas coletadas na parte central de cada parcela foram calculados o fluxo de material colhido em grãos, sabugo e palha, obtidos por meio da equação (1). A massa de material não grão - MOG (*Material Other Grain*) foi obtida considerando-se todo o material, exceto os grãos, que pudessem passar pelo sistema de trilha da colhedora. A massa de grãos foi obtida após a trilha das espigas em máquina estacionária específica para o milho.

$$\phi_x = \frac{L_p \cdot v \cdot M_x}{10.000} \quad (1)$$

em que,

ϕ_x : fluxo total de alimentação de grãos, ou de sabugo, ou de palha (kg s^{-1}),

L_p : largura da plataforma de corte da colhedora (m),

v : velocidade de deslocamento (m s^{-1}),

M_x : massa seca de grãos, ou de sabugo, ou de palha (kg), e

10.000: fator de conversão.

As perdas na colheita foram coletadas de acordo com a metodologia desenvolvida por MESQUITA et al. (1998), com armação retangular de 1 m² (PORTELLA, 2000). As perdas de grãos de milho foram corrigidas para 13% de umidade.

2.4.2 Variáveis relacionadas às plantas

Foram coletados dados da emergência das plântulas de milho e dos consórcios até a estabilização em dois metros demarcados na parte central da parcela. Com estes dados foi calculado o número médio de dias para emergência (EDMOND & DRAPALA, 1958), por meio da equação (2).

$$NDE = \frac{[(N_1 \cdot G_1) + (N_2 \cdot G_2) + \dots + (N_n \cdot G_n)]}{(G_1 + G_2 + \dots + G_n)} \quad (2)$$

em que,

NDE: número médio de dias para a emergência das plântulas;

N_1 : número de dias entre a semeadura e a primeira contagem de plântulas;

G_1 : número de plântulas emergidas na primeira contagem;

N_2 : número de dias entre a semeadura e a segunda contagem de plântulas;

G_2 : número de plântulas emergidas entre a primeira e a segunda contagem;

N_n : número de dias entre a semeadura e a última contagem de plântulas, e

G_n : número de plântulas emergidas entre a penúltima e a última contagem.

Na determinação do estande inicial e final foi utilizado um sarrafo de madeira de um metro, no qual foi colocado um cabo, também de madeira, formando um "T" invertido, como citado anteriormente. No campo foi colocada a parte inicial deste equipamento junto à planta de milho e efetuou-se a contagem do número de plantas, as leituras foram realizadas na fileira central de cada parcela em dois metros, tomando-se o cuidado de realizar as avaliações no mesmo local. Para o milho foi avaliado tanto o estande final como inicial, para as culturas intercalares utilizadas nos consórcios foi avaliado apenas o estande inicial.

Foi determinada a porcentagem de cobertura do solo após a adubação de pré-semeadura e aos 30 dias, após a semeadura e aos 30 dias após a semeadura (DAS) definindo o que foi cobertura do solo por milho, culturas consorciadas, plantas daninhas e solo descoberto. Utilizou um fio de cobre encapado com 7,5 m de comprimento e com marcações equidistantes de 15 cm, duas estacas nas pontas para fixação do fio rente ao solo, resultando em 50 pontos de leitura, sendo realizadas duas leituras nas diagonais da parcela, totalizando 100 pontos (Adaptado de LAFLEN et al., 1981). Com as marcações no fio foi possível identificar a porcentagem de cobertura com palha, milho, cultura intercalar e solo. A partir dessas avaliações obteve-se o índice de permanência de palha sobre o solo após a semeadura, determinado pela equação (3).

$$IP = \frac{CP}{CA} \cdot 100 \quad (3)$$

em que,

IP: índice de permanência palha no solo (%),

CP: cobertura após a passagem do equipamento, (%), e

CA: cobertura antes da passagem do equipamento, (%).

Para determinação da biomassa seca das culturas intercalares utilizadas na formação dos consórcios, utilizou-se tesoura de poda, estufa elétrica digital com circulação de ar forçado e precisão 0,1 °C e balança com carga máxima de 1.000 g e mínima de 0,25 g com precisão de 0,01 g. As avaliações foram realizadas aos 30, 60 e 90 DAS, coletando-se cinco plantas consecutivas, por parcela, de cada cultura, que foram secadas em estufa a 70°C por 48 horas até atingir massa constante.

A biomassa vegetal (plantas daninhas, culturas intercalares e palha) sobre o solo foi determinada com o auxílio de armação de 0,25 m², posicionada entre as fileiras de milho, na parte central da parcela, aos 120 dias após a semeadura do milho. Em seguida, as amostras da massa vegetal foram colocadas em estufa por 48 h e a 75 °C e posteriormente pesadas até massa constante.

Posteriormente, foram determinados os componentes morfológicos da cultura do milho: diâmetro do colmo, altura de inserção da primeira espiga (AIPE) e altura de plantas. A coleta foi efetuada em cinco plantas de milho de cada parcela, tomando como base a região do colo da planta (± 5 cm de altura) para o diâmetro, ponto de inserção da primeira espiga no colmo para AIPE e a folha bandeira (ponto inserção no colmo) para a altura de planta. Utilizou-se para medir o diâmetro do colmo, paquímetro digital com precisão de 0,1 mm; para a altura de plantas e AIPE, utilizou-se trena com precisão de 0,5 cm. Essas medidas foram realizadas aos 90 dias após a semeadura.

O número de espigas viáveis, índice de espiga (número de espigas por planta) foram calculados com base nos valores obtidos da contagem das plantas de milho em dois metros, de duas fileiras centrais.

A biomassa seca das plantas de milho foi obtida pela coleta de dez plantas na parte central da parcela, que foram secadas em estufa a 70 °C por 48 horas até atingir massa constante, sendo o valor corrigido por hectare.

Com a coleta de dez espigas na parte central da parcela, foram tomadas as medidas do número de fileiras de grãos na espiga, número de grãos em uma fileira, massa de 100 grãos e produtividade. Estas espigas foram trilhadas em máquina estacionária própria para a cultura do milho, sendo a massa de grãos das 10 espigas pesadas, e com o número final do estande, obteve-se de forma indireta a produtividade a 13% de umidade. Com a produtividade e a biomassa seca da cultura do milho calculou-se o índice de colheita.

2.4.3 Variáveis relacionadas ao solo

Para a determinação do teor de água (Equação 4), densidade (Equação 5) e porosidade total do solo as amostras foram coletadas nas camadas de 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 30 cm dentro de cada parcela, após 30 dias após a operação de semeadura, empregando-se o método do anel gravimétrico (Kopecky), que apresentam uma das bordas cortantes, com volume de 86,8 cm³, e posteriormente secas em estufa (digital com sistema de circulação de ar e aquecimento com precisão de 0,1 °C) à temperatura de 105 -110 ° C até a massa constante, e depois levadas a balança analítica (digital com carga máxima de 1.000 g e precisão de 0,01g) (EMBRAPA, 1997).

$$TA = \frac{Mu - Ms}{Ms - Ma} \cdot 100 \quad (4)$$

em que,

TA: teor de água no solo (%),

Mu: massa úmida (g) do solo (tara + solo + água),

Ms: massa seca (g) do solo (tara + solo), e

Ma: massa do anel (g).

$$D = \frac{Ms}{V} \quad (5)$$

em que,

D: densidade do solo (g cm^{-3}), e

V: volume do anel (cm^3).

O grau de compactação (Equação 6) foi definido como sendo a porcentagem de compactação que o solo tem em relação ao máximo (SUZUKI et al. 2007). O valor máximo de densidade para o Latossolo Vermelho Eutroférico é de $1,85 \text{ g cm}^{-3}$ (BEUTLER et al., 2005).

$$GC = \frac{D}{1,85} \cdot 100 \quad (6)$$

em que,

GC: grau de compactação (%), e

D: densidade do solo (g cm^{-3}).

A porosidade total (Equação 7) foi calculada utilizando-se os anéis volumétricos descritos anteriormente, com a massa de solo seco foram colocados em bandeja com água até saturação total por 24 horas e novamente pesados.

$$Pt = \frac{(V_t - V_s)}{V_t} \cdot 100 \quad (7)$$

em que,

$$V_s = V_t - V_v \quad \text{e} \quad V_v = (M_{\text{sat}} - M_s)$$

Pt: porosidade total (%),

Vt: volume total (cm^3),

Vs: volume de sólidos (cm^3),

Vv: volume de vazios (cm^3),

M_{sat}: massa do solo saturado com água e com o anel (g), e

M_s: massa seca de solo com o anel (g).

Para determinar a resistência à penetração (RP) foi utilizado um penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar (STOLF et al., 1983) com massa do êmbolo de 4 kg;

curso de queda livre de 40 cm; ponteira com cone de 30° e 0,8 cm de diâmetro; e a haste com diâmetro de 0,6 cm.

As leituras foram realizadas em todas as parcelas do experimento (uma por parcela) com valores tomados a cada 10 cm, até a profundidade de 50 cm no solo. Foram realizadas leituras 30 dias após a operação de semeadura para verificar a RP entre as fileiras do milho. Os resultados desta coleta, fornecidos em “impactos dm⁻¹”, foram transformados para MPa (Equação 8), conforme descrito por STOLF (1991).

$$RP = \frac{5,8 + 6,89.N}{10,2} \quad (8)$$

em que,

RP: resistência à penetração, (MPa), e,

N: número de impactos dm⁻¹.

3 Segundo ano agrícola

3.1 Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 3 x 2, sendo três manejos dos restos culturais da safra anterior (rolagem por meio do rolo-faca, trituração por meio do triturador de palhas e roçadura com a roçadora) e dois sistemas de adubação (em pré-semeadura e na semeadura), com quatro repetições. Cada parcela experimental ocupou área de 300 m² (25 x 12 m) e, entre as parcelas, no sentido longitudinal, foi reservado um espaço de 15 m, destinado a realização de manobras, tráfego de máquinas e estabilização dos conjuntos.

A aplicação do adubo, em pré-semeadura, foi realizada utilizando-se o conjunto-trator-distribuidor a lanço nas parcelas deste tratamento doze dias antes da deposição das sementes, trabalhando com velocidade média de 9,0 km h⁻¹. Na semeadura este tratamento recebeu apenas as sementes, sendo o mecanismo de adubo (haste sulcadora) retirado da semeadora-adubadora, proporcionando velocidade média do

conjunto trator-semeadora-adubadora de 9,4 km h⁻¹. Para a aplicação de adubo, na semeadura, utilizou-se a semeadora-adubadora com todos os mecanismos de contato com o solo (disco de corte, haste sulcadora para adubo, disco duplo para a semente, rodas de controle de profundidade e rodas compactadoras) na velocidade média de 7,8 km h⁻¹.

O manejo foi realizado sobre restevras de milho do ano anterior e na presença das plantas daninhas, capim amargoso (*Digitaria insularis*) e nabiça (*Raphanus raphanistrum* L.), em toda a área, 30 dias antes da semeadura. Utilizou-se para tal operação conjunto trator-equipamento nas velocidades médias: com rolo-faca a 10,6 km h⁻¹, com triturador a 9 km h⁻¹ e com roçadora a 8,8 km h⁻¹.

A sequência de fotos do experimento no segundo ano agrícola é apresentada no Apêndice B.

3.2 Dados meteorológicos

Na Figura 4 são apresentados os dados de precipitação e temperatura média durante o segundo ano agrícola, em que foi conduzida a cultura da soja sob os tratamentos: sistemas de adubação e manejo de restos culturais.

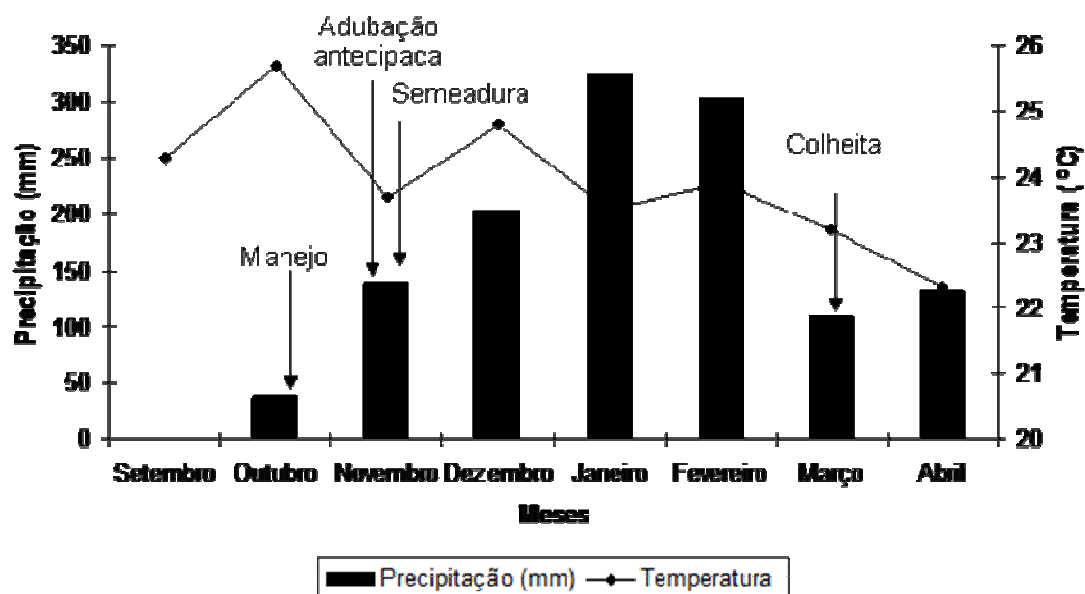


Figura 4. Dados meteorológicos mensais (precipitação pluviométrica e temperatura)
 Fonte: Departamento de Ciências Exatas, FCAV – UNESP, Jaboticabal

3.3 Equipamentos e insumos

Inicialmente, foi utilizado o herbicida Glifosato Nortox (*Glifosato* 480 g L⁻¹), com dose de 6 L ha⁻¹ na calda de 300 L ha⁻¹, para controlar plantas daninhas.

Na sementeira da soja, utilizou-se a variedade de ciclo precoce Embrapa 48 (444.444,4 plantas por hectare), semeada a 4 cm de profundidade. Tratamento de sementes com Regente (*Fipronil*) na dose de 50 g ha⁻¹, e inoculante líquido Master Fix (*Bradyrhizobium japonicum e elkani*) na dose de 6.000.000 células via líquida (50 L ha⁻¹).

Para a adubação foi utilizado o fertilizante na fórmula 4-20-20 (NPK) na dose de 230 kg ha⁻¹ na adubação em pré-semeadura a lanço, e na sementeira a profundidade de 11 cm.

Para execução dos tratamentos e aplicação dos insumos foram utilizados os equipamentos agrícolas descritos na Tabela 4.

Tabela 4. Equipamentos utilizados na execução do segundo ano agrícola

Equipamento	Marca	Modelo	Características
Trator*	Valtra	BH140	Potência de 102 kW (140 cv), massa de 8580 kg, pneus 24.5-32 R1 no eixo traseiro e 18,4-26 R1 no eixo dianteiro, operação de adubação em pré-semeadura.
Trator*	Valmet	118	Potência de 82,2 kW (112 cv), pneus 18.4-34 no eixo traseiro e 14.9-26 no eixo dianteiro, para execução do manejo de resíduos vegetais.
Trator*	Massey Ferguson	660	Potência de 110 kW (150 cv), pneus 24.5-32 no eixo traseiro e 1.4-26 no eixo dianteiro, para a semeadura da soja.
Trator	Massey Ferguson	275	Potência de 55,0 kW (75 cv), pneus 750-16 no eixo dianteiro e 12,4-38 no eixo traseiro para aplicação de defensivos agrícolas.
Distribuidor	Marchesan	DCCO 5500	Equipamento de arrasto com 1.260 kg sem carga, pneus de baixa pressão e alta flutuação.
Triturador	Jumil	2300	Equipamento montado no sistema hidráulico de três pontos, com rotor horizontal de 61 cm, 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 faca	LAMMA		Equipamento de arrasto com 13 facas dispostas na periferia, largura de corte de 2,1 m e massa com lastro de 720 kg.
Roçadora	Avaré		Equipamento de arrasto, com duas facas oscilantes com largura de corte de 1,6 m.
Semeadora-adubadora	Marchesan	COP Suprema	Sete linhas para semeadura, espaçadas de 0,45 m, com haste sulcadora com ângulo de ataque de 20°, disco de corte de 45,7 cm, disco duplo de 40,6 cm, massa de 3.070 kg.
Pulverizador	Jacto	Condor M12/75	Tanque de 600 L, massa de 255 kg, 24 bicos tipo leque (XR Teejet – 110.02VS para herbicida e 110.04 para inseticida) espaçados de 50 cm e largura útil de 12 m.
Colhedora	John Deere	SLC 1165	Potência de 103 kW (140 cv), com plataforma para soja de 3,6 m de comprimento e rotação de 600 rpm no cilindro.

*TDA: Transmissão Dianteira Auxiliar

Após a semeadura, e devido a infestação da Lagarta Elasm (*Elasmopalpus lignosellus*) com 40 lagartas maior que 1,5 cm por pano de batida (1 m de comprimento

pela largura da entrelinha) (EMBRAPA, 2002), foi utilizado Cipermetrina Nortox (*Cypermethrin*) na dose de 150 mL ha⁻¹.

Aos 15 dias após a semeadura, foi utilizado Basagran (*Bentazon*) na dose 1,2 L ha⁻¹ e 500 mL ha⁻¹ de Fusilade (*Fluzifop-p-butil*) na calda de 300 L ha⁻¹ para controle de plantas daninhas.

Para controle da Ferrugem Asiática (*Phaskopsora pachyrhizi*) após aparecimento dos primeiros sintomas, foi realizada aplicação com fungicida Opera (*Epoxiconazole*), sendo 500 mL ha⁻¹, na calda de 300 L ha⁻¹ e segunda aplicação com Priori Xtra (*Azoxistrobina e Ciproconazole*) na dose de 300 mL ha⁻¹.

Para o controle de percevejos verde (*Nezara viridula* L.) e marrom (*Euchistus heros*) com infestação maior que 4 percevejos de 0,5 cm por pano de batida (1 m de comprimento pela largura da entrelinha) na cultura da soja (EMBRAPA, 2002), foi utilizado Endosulfan 350 CE (*Endosulfan*), na dose de 1,5 L ha⁻¹, com calda de 300 L ha⁻¹. Com o aparecimento das doenças de final de ciclo (*Septoriose glycines* – Mancha Parda e *Cercospora kikuchii* – Cercospora) fez-se aplicação de Rival 200 EC (*Tebuconazole*) na dose de 300 mL ha⁻¹ com 300 L ha⁻¹ de calda.

3.4 Determinações

3.4.1 Variáveis relacionadas às máquinas

Na avaliação da distribuição longitudinal ou uniformidade de espaçamentos entre plântulas de soja, foi utilizado um sarrafo de madeira de um metro, no qual foi colocado um cabo, também de madeira, formando um "T" invertido, e acoplando-se a este equipamento fita métrica, com precisão de 0,5 cm, sendo as leituras realizadas na fileira central de cada parcela.

A porcentagem de espaçamentos normais, falhos e duplos foi obtida de acordo com as normas da ABNT (1984) e KURACHI et al. (1989), considerando-se porcentagens de espaçamentos:

- "duplos" (D): <0,5 vez o Xref.,

- "normais" (A): $0,5 < X_{ref} < 1,5$, e
- "falhos" (F): $> 1,5$ o X_{ref} .

Em que o espaçamento médio esperado (X_{ref}) para a soja foi de 5,5 cm entre plantas.

A massa de material não grão - MOG (*Material Other Grain*) foi obtida considerando-se todo o material, exceto os grãos, que passou pelo sistema de trilha da colhedora. Para quantificação desse material coletou-se 10 plantas consecutivas na fileira de semeadura. Desse modo, os fluxos de MOG e de grãos na colhedora foram obtidos por meio das equações (9) e (10).

$$\varphi_{MOG} = \frac{L_p \cdot v \cdot M_{MOG}}{10.000} \quad (9)$$

$$\varphi_G = \frac{L_p \cdot v \cdot M_G}{10.000} \quad (10)$$

em que,

φ_{MOG} : fluxo de alimentação de MOG (kg s^{-1}),

φ_G : fluxo de alimentação de grãos (kg s^{-1}),

L_p : largura da plataforma de corte da colhedora (m),

v : velocidade (m s^{-1}),

M_{MOG} : massa de MOG (kg ha^{-1}),

M_G : massa de grãos (kg ha^{-1}), e

10.000: fator de conversão.

3.4.2 Variáveis relacionadas à planta

Foram coletados dados da emergência das plântulas de soja até a estabilização, empregando-se a equação de EDMOND & DRAPALA (1958).

Na determinação do estande inicial e final de plantas de soja, foi utilizado um sarrafo de madeira como citado anteriormente. No campo, foi colocada a parte inicial desta ferramenta junto à planta de soja e efetuou-se a contagem do número de plantas

neste espaço. As contagens foram realizadas na fileira central de cada parcela tomando-se o cuidado de realizar as avaliações no mesmo local. Com os estande inicial e final calculou-se a porcentagem de plantas sobreviventes.

Para determinação da biomassa seca no solo utilizou-se um quadrado de ferro de 0,25 m², tesoura de poda, estufa elétrica digital com circulação de ar forçada e balança de precisão de 0,01g, sendo avaliada aos 30, 60, 90 DAS, coletando-se uma amostra por parcela, seca em estufa a 70 °C por 48 horas até atingir massa constante. As determinações foram realizadas na área antes do manejo mecanizado, após o manejo e após a semeadura.

Foi determinada a porcentagem de cobertura do solo antes e 30 dias depois da semeadura, utilizando-se um fio de cobre encapado com 7,5 m de comprimento e com marcações equidistantes 15 cm, duas estacas nas pontas para fixação do fio rente ao solo, resultando em 50 pontos de leitura, sendo realizadas duas leituras nas diagonais da parcela, totalizando 100 pontos (Adaptado de LAFLEN et al., 1981). Com estas marcações coletou-se os dados de porcentagem de cobertura do solo com palha antes da semeadura e 30 dias após a semeadura, definindo o que foi cobertura com palha e com soja.

A altura final de plantas foi avaliada pela mensuração de 10 plantas consecutivas na linha central de cada parcela, e os valores expressos em média por parcela.

As determinações da altura de inserção da primeira vagem (AIPV) foram avaliadas pela contagem destas em 10 plantas consecutivas na linha central de cada parcela. A altura da primeira vagem foi medida por meio de uma haste de madeira com fita métrica afixada, com precisão de 1 cm.

O número de vagens por planta foi avaliado pela contagem em 10 plantas consecutivas linha central de cada parcela. O número de grãos por vagem foi calculado obtendo uma amostra de 10 vagens, das 10 plantas colhidas, após debulha manual.

A massa de 100 grãos foi obtida pela pesagem de amostra coletada aleatoriamente dos grãos colhidos das 10 plantas de cada parcela, e corrigido o valor para 13% de umidade.

Para avaliação da biomassa seca total da cultura da soja, utilizou-se estufa elétrica com circulação de ar forçada e precisão 0,1 °C, balança com carga máxima de 1.000 g

e mínima de 0,25 g com precisão de 0,01 g. Coletou-se 10 plantas consecutivas de cada parcela, que foram secadas e pesadas, obtendo-se o valor da massa seca por meio do estande final de cada tratamento.

Para a produtividade, foram coletadas 10 plantas consecutivas da fileira central de cada parcela que foram trilhadas por meio de máquina estacionária, sendo os valores corrigidos para 13% de umidade. Com a produtividade e a biomassa seca total da cultura calculou-se o índice de colheita.

3.4.3 Variáveis relacionadas ao solo

Para a determinação do teor de água, densidade, grau de compactação e porosidade total do solo as amostras foram coletadas nas camadas de 0 a 10, 10 a 20 e 20 a 30 cm dentro de cada parcela, após 30 dias da operação de semeadura, empregando-se o método do anel gravimétrico (Kopecky), segundo metodologia da EMBRAPA (1997), e utilizando-se as equações citadas para o primeiro ano agrícola.

Para determinar a resistência à penetração (RP), foi utilizado penetrômetro de impacto modelo IAA/Planalsucar desenvolvido por STOLF et al. (1983), como descrito no primeiro ano agrícola, sendo as leituras realizadas aos 30 dias após a operação de semeadura na fileira e entre as fileiras de soja.

4 Análise dos dados

Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando o valor do teste de F foi significativo a pelo menos 5% de probabilidade, realizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para a comparação de médias (BANZATTO & KRONKA, 2006).

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Primeiro ano agrícola

1.1 Variáveis relacionadas às máquinas

A eficiência de distribuição da semeadora-adubadora (Tabela 5), para o milho, não foi afetada pelos fatores e interações testados ($P>0,05$), enquanto que a eficiência de distribuição das sementes das culturas consorciadas foi afetada ($P\leq 0,05$), fato verificado apenas no consórcio do milho com a cultura feijão-mucuna-cinza-anã, que pode estar relacionado com o fato da semente ser grande, dificultando tanto o processo de seleção do disco vertical da semeadora-adubadora, como a regulagem do vácuo para sucção.

Tabela 5. Síntese da análise de variância para eficiência de distribuição da semeadora-adubadora para o milho (EFM) e eficiência de distribuição das culturas pela semeadora-adubadora (EFC)

Fatores	Eficiência da semeadora-adubadora	
	EFM (%)	EFC (%)
ADUBAÇÃO (A)		
Pré-semeadura	104,7 A	63,3 A
Na semeadura	99,7 A	69,7 A
CONSÓRCIOS (C)		
Mucuna-cinza-anã	102,1 A	31,4 B
Guandu-anão	106,5 A	79,1 A
Lab-Lab	97,8 A	89,0 A
TESTE DE F		
A	0,9 ^{ns}	1,3 ^{ns}
C	0,9 ^{ns}	42,6 **
A x C	0,5 ^{ns}	0,3 ^{ns}
CV	12,5	20,0

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não significativo ($P>0,05$); *: significativo ($P\leq 0,05$); **: significativo ($P\leq 0,01$). CV.: coeficiente de variação (%).

A eficiência de distribuição é um parâmetro da máquina em relação a quantidade de plantas proposta na regulagem. Deste modo, quando se opta por utilizar

semeadoras-adubadoras dotadas de disco liso para corte da palhada, hastes sulcadoras para adubo e disco duplo desencontrado para sementes, estas obtiveram os melhores resultados (PORTELLA et al., 1997b), o que pode ser verificado apenas para a cultura do milho e culturas consorciadas, exceto o feijão-mucuna-cinza-anã.

A distribuição longitudinal de plântulas das culturas consorciadas com o milho (Tabela 6) foram alteradas ($P \leq 0,05$) para os espaçamentos falhos e duplos. Para espaçamentos falhos os maiores valores ocorreram no consórcio milho + feijão-mucuna-cinza-anã, o que está relacionado com a eficiência de distribuição de sementes pela semeadora-adubadora, em função do maior tamanho da semente, dificultando o ajuste do sistema de vácuo. Nos espaçamentos duplos ocorreu diferença nos fatores sistemas de adubação e consórcio milho + feijão-guandu-anão, o que está relacionado com o pequeno tamanho da semente, que deve ter preenchido um alvéolo com duas sementes. A distribuição longitudinal para a cultura do milho não foi alterada pelos fatores e interações testados ($P > 0,05$).

OLIVEIRA et al. (2000), utilizando a classificação proposta por TOURINO & KLINGESNTEINER (1983), classificaram o desempenho da semeadora-adubadora em solo Podzólico, como bom (75% a 90% de espaçamentos normais) na velocidade média de 5 km h^{-1} , e regular (50% a 75% de espaçamentos normais) na velocidade média de 7 km h^{-1} . Considerando a velocidade média de 5 km h^{-1} neste trabalho, pode-se classificar a semeadura como boa para a cultura do milho e regular para as culturas consorciadas.

Para MIALHE (1996), as semeadoras-adubadoras de discos verticais pneumáticos devem apresentar 90% de espaçamentos normais e coeficiente de variação de no máximo 30%. Para a cultura do milho observou-se apenas o coeficiente de variação abaixo de 30%.

ANDERSSON (2001) cita que valores ótimos de coeficiente de variação na semeadura estão abaixo de 10%, valores de 10% a 30% são considerados regulares e acima de 30% valores ruins. O autor considera os coeficientes de variação como um índice da eficiência dos mecanismos dosadores. Quando ocorrem muitas falhas pode causar a diminuição da produtividade, enquanto que as plantas próximas (duplos)

apresentam produtividade média próxima da ideal. Desse modo, pode-se classificar o processo de semeadura da cultura do milho neste experimento como regular, em virtude do coeficiente de variação dos espaçamentos normais ser de 25,4%. Para o processo de semeadura das culturas consorciadas pode-se classificar o processo como ruim, em função dos altos valores do coeficiente de variação.

Tabela 6. Síntese da análise de variância para distribuição longitudinal das culturas (normal, falho e duplo) e para o milho (normal, falho e duplo)

Distribuição longitudinal (%)						
Fatores	Culturas			Milho		
	Normal	Falho	Duplo	Normal	Falho	Duplo
ADUBAÇÃO (A)						
Pré-semeadura	39,0 A	42,8 A	18,1 A	73,3 A	15,8 A	10,8 A
Na semeadura	55,5 A	33,3 A	8,6 B	82,3 A	8,7 A	8,9 A
CONSÓRCIOS (C)						
Mucuna-cinza-anã	35,2 A	64,8 A	0,0 B	82,6 A	9,7 A	7,7 A
Guandu-anão	55,9 A	16,7 B	27,4 A	73,3 A	15,0 A	11,6 A
Lab-Lab	50,8 A	32,6 B	12,7 B	77,6 A	12,1 A	10,3 A
TESTE DE F						
A	3,4 ^{ns}	1,2 ^{ns}	4,6 [*]	1,2 ^{ns}	3,5 ^{ns}	0,1 ^{ns}
C	1,9 ^{ns}	10,1 ^{**}	12,6 ^{**}	0,4 ^{ns}	0,7 ^{ns}	0,2 ^{ns}
A x C	1,1 ^{ns}	2,6 ^{ns}	1,4 ^{ns}	0,5 ^{ns}	1,5 ^{ns}	0,1 ^{ns}
CV	45,8	57,0	81,7	25,4	75,4	129,7

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{ns}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01). CV: coeficiente de variação (%).

Quanto ao fluxo de material colhido e perdas na colheita (Tabela 7), não houve diferença significativa entre os fatores e interações testados para nenhuma das variáveis (P>0,05). Os valores de fluxo na colhedora de milho encontrados por GROTTA et al. (2007) foram de 4,3 kg s⁻¹ para o fluxo total, e de 3,3 kg s⁻¹ fluxo de grãos, próximos aos deste experimento.

Com relação às perdas na colheita de milho pode-se considerar a influência do C.V., que foi alto (PIMENTEL GOMES, 2000). As perdas foram baixas (média de 26,2 kg ha⁻¹), se comparadas com o limite tolerável de 90 kg ha⁻¹ para a cultura do milho (EMBRAPA, 2009). GROTTA et al. (2007) avaliaram as perdas durante a colheita de milho, e verificaram que as mesmas ficaram próximas de 20 kg ha⁻¹. GRIFFIN (1991)

cita que é aceitável perda na colheita mecânica no intervalo de 3 a 5%. Neste experimento as perdas chegaram a 0,3%.

Tabela 7. Síntese de análise de variância para fluxo de palha, fluxo de sabugo, fluxo de grãos e perdas

Fatores	Fluxo (kg s ⁻¹)			Perdas
	Palha	Sabugo	Grãos	(kg ha ⁻¹)
ADUBAÇÃO (A)				
Pré-semeadura	0,4 A	0,6 A	3,6 A	26,4 A
Na semeadura	0,4 A	0,6 A	3,6 A	25,9 A
CONSÓRCIOS (C)				
Mucuna-cinza-anã	0,4 A	0,6 A	3,5 A	16,4 A
Guandu-anão	0,4 A	0,6 A	3,8 A	19,9 A
Lab-Lab	0,4 A	0,6 A	3,7 A	42,2 A
TESTE DE F				
A	1,9 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}
C	1,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,9 ^{ns}	3,2 ^{ns}
A x C	1,6 ^{ns}	1,5 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,5 ^{ns}
CV	14,4	12,4	12,8	83,9

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01), CV: coeficiente de variação (%).

1.1.1 Considerações finais

Para o fator consórcios, apenas a EFC (eficiência de distribuição da semeadora-adubadora para as culturas intercalares) resultou em efeito significativo, sendo o menor valor encontrado para o consórcio milho + feijão-mucuna-cinza-anã.

1.2 Variáveis relacionadas à planta

O número de dias para emergência (NDE), que exprime o número de dias necessários para as plantas emergirem solo. Sendo que para a cultura do milho (Tabela 8) não foi significativo (P>0,05), enquanto que para o NDE dos consórcios ocorreu diferença significativa para os sistemas de adubação (P≤0,01) e para os tipos de culturas (P≤0,05). Nos sistemas de adubação verifica-se que em pré-semeadura ocorre

maior número de dias para a emergência. Quanto aos consórcios ocorreu diferença entre as culturas, sendo maior o feijão-mucuna-cinza-anã, feijão-guandu-anão e feijão-lab-lab, respectivamente, mesmo com as sementes semeadas a profundidade de sete centímetros. Verifica-se que as culturas feijão-lab-lab e feijão-guandu-anão obtiveram o menor NDE do que o milho, mesmo com a diferença de profundidade, provavelmente devido as características morfológicas influenciarem o rápido desenvolvimento inicial.

O estande inicial de milho (EI) não resultou em diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 8). Os resultados do EI foram próximos dos recomendados pelo fabricante. Para os consórcios verifica-se diferença ($P\leq 0,05$) em função das culturas sendo maior feijão-guandu-anão e feijão-lab-lab. O feijão-mucuna-cinza-anã obteve menor estande devido a baixa eficiência de distribuição da semeadora-adubadora.

Tabela 8. Síntese da análise de variância para número de dias para a emergência dos consórcios (NDEc), número de dias para emergência do milho (NDEm), estande inicial do milho (EI * 1000 plantas) e estande para os consórcios (EC * 1000 plantas)

Fatores	Variáveis			
	NDEc	NDEm	EI	EC
ADUBAÇÃO (A)				
Pré-semeadura	5,5 A	4,0 A	67,6 A	71,7 A
Na semeadura	5,2 B	4,1 A	64,4 A	79,1 A
CONSÓRCIOS (C)				
Mucuna-cinza-anã	7,2 A	4,0 A	65,9 A	31,9 B
Guandu-anão	4,7 B	4,1 A	68,8 A	103,5 A
Lab-Lab	4,1 C	4,0 A	63,2 A	90,9 A
TESTE DE F				
A	4,8 *	2,1 ^{ns}	0,9 ^{ns}	1,4 ^{ns}
C	213 **	2,1 ^{ns}	0,9 ^{ns}	51,0 **
A x C	2,0 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,2 ^{ns}
CV	5,9	2,0	12,6	20,0

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não significativo ($P>0,05$); *: significativo ($P\leq 0,05$); **: significativo ($P\leq 0,01$). CV.: coeficiente de variação (%).

Os dados do coeficiente de variação (WARRICK & NIELSEN, 1980) para o NDE foram baixos e para o estande de milho e das culturas foram médios, e em específico para o estande dos consórcios, este foi influenciado pela distribuição de sementes.

Para a biomassa seca das culturas intercalares (Tabela 9) observou-se diferença significativa para os consórcios aos 30 e 60 dias ($P \leq 0,05$), e aos 90 dias ($P \leq 0,01$). Não se observa diferença ($P > 0,05$) para os sistemas de adubação em todas as épocas. O feijão-lab-lab obteve a maior massa seca em todas as épocas. Aos 30 dias após a semeadura o feijão-mucuna-cinza-anã obteve a menor massa seca, aos 60 dias o feijão-guandu-anão foi o menor juntamente com a anterior. HEINRICHS et al. (2005), trabalhando num Nitossolo Eutrófico, encontraram produção de matéria seca de parte aérea de 641 kg ha^{-1} para o feijão-mucuna-anã.

Tabela 9. Síntese da análise de variância para biomassa das culturas intercalares

Fatores	Massa seca (kg ha^{-1})		
	30 dias	60 dias	90 dias
ADUBAÇÃO			
Pré-semeadura	415,0 A	751,8 A	860,7 A
Na semeadura	419,5 A	646,6 A	864,3 A
CONSÓRCIOS			
Mucuna-cinza-anã	201,7 C	357,6 B	472,2 B
Guandu-anão	424,3 B	659,6 B	944,2 AB
Lab-Lab	625,8 A	1080,3 A	1171,3 A
TESTE DE F			
Adubação (A)	0,1 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,1 ^{ns}
Consórcios (C)	75,9 ^{**}	14,3 ^{**}	5,1 [*]
A x C	0,2 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}
CV	16,5	38,8	51,3

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P \leq 0,05$); **: significativo ($P \leq 0,01$). CV.: coeficiente de variação (%).

A porcentagem de cobertura do solo (Tabela 10) representa a quantidade de palha que fica no solo após a passagem de determinada máquina ou considera o desenvolvimento de culturas implantadas.

A cobertura do solo após a adubação de pré-semeadura (Tabela 10) resultou em diferença significativa para os sistemas de adubação ($P \leq 0,05$), enquanto que nas parcelas onde foram implantados os consórcios obtiveram diferença pelo teste F ($P \leq 0,01$), mas não diferiu pelo Teste de Tukey. Desse modo, a adubação de pré-semeadura reduziu a cobertura do solo. Este fato se justifica pela quantidade de argila dos solos que ao aderir aos mecanismos da semeadora-adubadora, abrem um sulco

largo e enterram a palha. Após a adubação de pré-semeadura (30 dias), nesse tratamento, a cobertura do solo aumentou em 24,4%, enquanto que no local que foi instalado a adubação na semeadura aumentou em 9,4%, considerando os valores após a adubação de pré-semeadura.

Tabela 10. Síntese da análise de variância para cobertura do solo após a adubação de pré-semeadura (CTa), cobertura 30 dias após a adubação de pré-semeadura (CTb), cobertura após a semeadura (CTc), índice de palha (IP), cobertura do solo aos 30 dias após a semeadura pelo milho (CTd), cobertura do solo após 30 dias da semeadura com culturas de cobertura (CTe), cobertura do solo aos 30 dias após a semeadura por plantas daninhas (CTf) e porcentagem de solo descoberto aos 30 dias após a semeadura (CTg)

Fatores	Cobertura do solo (%)							
	CTa	CTb	CTc	IP	CTd	CTe	CTf	CTg
ADUBAÇÃO								
Pré-semeadura	36,6 B	45,4 B	22,6 A	50,3 A	38,7 B	16,6 A	31,5 A	13,2 A
Na semeadura	64,3 A	70,4 A	23,6 A	34,0 B	50,1 A	17,7 A	19,6 B	12,6 A
CONSÓRCIOS								
Mucuna-anã	46,9 A	58,0 A	22,0 A	40,1 A	43,6 A	6,4 C	27 AB	22,7 A
Guandu-anão	59,0 A	59,2 A	24,0 A	42,1 A	45,2 A	14,4 B	30,6 A	9,7 B
Lab-Lab	45,5 A	56,5 A	23,2 A	44,2 A	44,2 A	30,9 A	18,7 B	6,1 B
TESTE DE F								
Adubação (A)	39,2 **	29,2 **	0,1 ^{ns}	10,2 **	21,9 **	0,4 ^{ns}	12,7 **	0,1 ^{ns}
Consórcios (C)	3,7 *	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}	67,6 **	4,5 *	19,0 **
A x C	1,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	1,5 ^{ns}	2,0 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,6 ^{ns}	1,5 ^{ns}	1,2 ^{ns}
CV	21,5	19,6	35,7	29,1	13,5	24,9	32,1	44,0

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não significativo ($P>0,05$); *: significativo ($P\leq 0,05$); **: significativo ($P\leq 0,01$). CV: coeficiente de variação (%).

Após a semeadura, com a instalação dos consórcios, ocorreu drástica redução da quantidade de cobertura (Tabela 10), porém não ocorreu diferença entre os sistemas de adubação e os consórcios ($P<0,05$). Para o índice de permanência de palha (IP) ocorreu diferença entre os sistemas de adubação ($P\leq 0,05$), evidenciando a maior quantidade de cobertura no sistema de adubação em pré-semeadura.

Após a semeadura, com a instalação dos consórcios, determinou-se a cobertura do solo (Tabela 10) com o milho, os consórcios, as plantas daninhas e o solo descoberto. Para o milho ocorreu diferença entre os sistemas de adubação ($P\leq 0,05$),

demonstrando o efeito no desenvolvimento inicial da cultura, sendo que a adubação de pré-semeadura obteve a menor cobertura. Para a cobertura do solo pelas culturas consorciadas ocorreu diferença somente entre as culturas ($P \leq 0,05$), sendo o feijão-lab-lab com a maior cobertura do solo, e a menor com a feijão-mucuna-cinza-anã. Este resultado define-se pelo rápido desenvolvimento inicial do primeiro e o lento desenvolvimento da segunda. A cobertura do solo por plantas daninhas foi afetada pelos sistemas de adubação e pelos consórcios ($P \leq 0,05$), sendo que adubação de pré-semeadura favoreceu o desenvolvimento das plantas daninhas, enquanto que nos consórcios diferiu o feijão-guandu-anão do feijão-lab-lab. Como se presume dos resultados anteriores, a maior quantidade de solo descoberto encontra-se no sistema de consórcio com o feijão-mucuna-cinza-anã.

A cobertura do solo (Tabela 10) é um critério utilizado para se classificar um sistema de preparo do solo ser conservacionista ou não. Desta forma, caracteriza-se como sistema conservacionista aquele que preconiza uma cobertura do solo superior a 30% de resíduos após a semeadura (ASAE, 1982). A cobertura do solo, após a semeadura em sistema de semeadura direta, foi avaliada e verificaram cobertura de 81%, sendo a semeadura com a PST² da Marchesan dotada de haste sulcadora, e o sistema de semeadura direta manejado com herbicida (MARQUES & BENEZ, 2000). Observaram que no sistema de semeadura direta, após a semeadura, ocorreu a permanência de mais de 60% da cobertura do solo (FURLANI et al., 2004). Neste experimento, após a semedura o solo permaneceu com menos de 30% de cobertura.

As semeadoras-adubadoras incorporam a palha no momento da semeadura e sob esse aspecto, CASÃO JÚNIOR (2004) observou que as semeadoras-adubadoras, dotadas de haste sulcadora sem mecanismo de aterramento para acabamento de semeadura, acarretaram redução de 33% da palha após a passagem da mesma, enquanto que as semeadora-adubadoras com disco duplo removeram apenas 10%. O mesmo autor, em avaliação de 60 máquinas, observou que as semeadora-adubadoras que não possuíam discos aterradores reduziram de 16% a 48% a cobertura original com palha, e as que possuíam discos aterradores reduziram de 10% a 24%. Assim, a utilização de mecanismos aterradores é necessária visando a menor incorporação de

palha e aumento na quantidade de palha para cobertura do solo. Neste experimento a redução de cobertura foi de 49,7% e 66,0% no sistema de adubação em pré-semeadura e semeadura, respectivamente.

O coeficiente de variação (WARRICK & NIELSEN, 1980) pode ser classificado como alto (>24%), médio (12 a 24%) ou baixo (<12%). Desse modo, verifica-se que o coeficiente de variação da cobertura do solo ficou entre médio e alto, o que demonstra a variabilidade nas parcelas da área da pesquisa.

A adubação na semeadura resultou em maiores diâmetros de colmo, AIPE (altura de inserção da primeira espiga) e altura de plantas ($P \leq 0,05$), enquanto que os consórcios não influenciaram estes parâmetros ($P > 0,05$), e não houve interação significativa entre adubação e consórcios ($P > 0,05$) para essas variáveis (Tabela 11).

Tabela 11. Síntese da análise de variância para componentes morfológicos da planta de milho: diâmetro do colmo, altura de inserção da primeira espiga (AIPE) e altura de plantas

Fatores	Componentes morfológicos		
	Diâmetro do colmo (mm)	AIPE (cm)	Altura de plantas (cm)
ADUBAÇÃO (A)			
Pré-semeadura	18,6 B	119,1 B	211,3 B
Na semeadura	20,2 A	125,2 A	227,7 A
CONSÓRCIOS (C)			
Mucuna-cinza-anã	20,0 A	119,6 A	217,6 A
Guandu-anão	19,1 A	123,5 A	220,2 A
Lab-Lab	19,1 A	123,2 A	220,6 A
TESTE DE F			
A	9,0 **	6,4 *	35,2 **
C	1,1 ^{ns}	1,1 ^{ns}	0,5 ^{ns}
A x C	0,2 ^{ns}	2,9 ^{ns}	0,6 ^{ns}
CV	7,0	4,8	3,1

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P \leq 0,05$); **: significativo ($P \leq 0,01$), CV: coeficiente de variação (%).

O menor diâmetro dos colmos de milho encontrado na adubação de pré-semeadura ($P \leq 0,05$) que pode ser um indicativo de que a mesma não seja opção para híbridos que apresentem problemas de acamamento (Tabela 11). A adubação na

semeadura do milho resultou em diâmetro médio do colmo de 8,6% maior do que a adubação de pré-semeadura.

A adubação de pré-semeadura não proporcionou as mesmas condições de desenvolvimento para a planta de milho do que a adubação na semeadura, o que pode ser constatado pela variável AIPE e altura de plantas (Tabela 11). No tratamento com adubação na semeadura em relação a pré-semeadura, observou-se diferença de 5% para a AIPE. Quanto maior a AIPE maior poderá ser a altura da plataforma da colhedora. Isto pode evitar embuchamentos e danos às culturas consorciadas com o milho.

A altura média das plantas de milho (Tabela 11) foi modificada pelo sistema de adubação, sendo que a adubação na semeadura produziu plantas com altura 7,8% maior do que as da adubação de pré-semeadura. Como a altura de plantas se relaciona de maneira direta com o AIPE, ambas obtiveram comportamento semelhante. Dentre os componentes morfológicos, a altura de plantas não tem, geralmente, correlação com a produtividade; e cultivares modernas, com alto potencial produtivo são na maioria, de porte baixo; mas também pode-se encontrar materiais de porte alto com performances semelhantes aos baixos (CRUZ et al., 2008). A altura de planta é a medida mais fácil para se avaliar a competição das plantas de milho (SKORA NETO, 2003), desse modo, as culturas consorciadas não afetaram o desenvolvimento das plantas de milho neste experimento.

Dentre os parâmetros apresentados na Tabela 11 nota-se que o coeficiente de variação foi baixo, pois se encontra menor do que 10% (PIMENTEL GOMES, 2000). Os baixos valores podem ser explicados pelo fato de que as variáveis avaliadas são fortemente relacionadas com características genéticas. Isto foi descrito por ROSOLEM (1995), pois à medida que a planta se aproxima do estágio reprodutivo, se o ambiente for propício, a tendência é de todas as plantas se igualarem, pois a conformação final da planta é determinada geneticamente.

O número de fileiras de grãos por espiga, de espigas viáveis, o índice de espiga e o estande final não foram afetados pelos tratamentos ($P > 0,05$) e interações avaliadas (Tabela 12). Enquanto que, o número de grãos na fileira sofreu efeito da interação ($P \leq 0,05$) sistema de adubação e os consórcios (Tabela 17). O número de fileiras e a

produtividade não apresentam nenhuma relação (CASAGRANDE & FORNASIERE FILHO, 2002).

Tabela 12. Síntese da análise de variância para os componentes de colheita da planta de milho: número de fileiras (NF), número de grãos na fileira (NGF), número de espigas viáveis (NEV), índice de espiga (IE) e o estande final (EF)

Fatores	Componentes de colheita				
	NF	NGF	NEV	IE	EF (plantas ha ⁻¹)
ADUBAÇÃO (A)					
Pré-semeadura	15 A	32	11 A	1 A	59.722
Na semeadura	15 A	32	11 A	1 A	61.574
CONSÓRCIOS (C)					
Mucuna-cinza-anã	15 A	30	11 A	1 A	59.375
Guandu-anão	15 A	33	11 A	1 A	59.722
Lab-Lab	15 A	31	11 A	1 A	62.847
TESTE DE F					
A	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,5 ^{ns}
C	0,5 ^{ns}	5,0 [*]	0,7 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,7 ^{ns}
A x C	0,2 ^{ns}	5,4 [*]	2,3 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,5 ^{ns}
C V	7,0	5,2	10,0	6,6	10,4

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01), CV: coeficiente de variação (%).

O número de espigas viáveis e o índice de espiga (Tabela 12) são características intrínsecas do híbrido, definidas pelo potencial. Verifica-se que ocorreu uma espiga por planta (índice de espiga) e toda planta produziu apenas uma espiga (número de espigas viáveis).

Pode-se observar uma variação máxima de 6% no estande final da cultura do milho (Tabela 12), diferença esta não significativa (P>0,05), evidenciando que os tratamentos não interferiram na consolidação do estande final para as plantas de milho.

No sistema de adubação, na semeadura (Tabela 6), a cultura do feijão-mucuna-cinza-anã diferiu em 10% o número de grãos na fileira do milho das culturas feijão-guandu-anão e feijão-lab-lab (P≤0,05). No sistema de adubação em pré-semeadura ocorreu diferença (P≤0,05) de 11% entre o feijão-guandu-anão e o feijão-lab-lab; esta diferença ocorreu provavelmente devido ao tipo de crescimento das culturas

implantadas, pois o feijão-lab-lab é de crescimento inicial rápido, o que pode facilitar a absorção do adubo pela cultura intercalar.

Para as culturas, individualmente (Tabela 13) o feijão-mucuna-cinza-anã e o feijão-guandu-anão não diferiram nos sistemas de adubação ($P>0,05$). Somente dentro do feijão-lab-lab ocorreu diferença significativa ($P\leq 0,05$) entre adubação de pré-semeadura e na semeadura, na ordem de 10%. Como na adubação de pré-semeadura o fertilizante foi melhor distribuído na área, é provável que o feijão-lab-lab tenha aproveitado melhor o fertilizante, diminuindo a disponibilidade para o milho.

Tabela 13. Síntese do desdobramento da interação adubação (A) e consórcios (C), para o número de grãos na fileira da espiga de milho

CONSÓRCIOS	ADUBAÇÃO	
	Pré-semeadura	Na semeadura
Mucuna-cinza-anã	31,7 ABa	29,7 Ba
Guandu-anão	33,5 Aa	33,0 Aa
Lab-Lab	29,7 Bb	33,0 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A massa de 100 grãos, a biomassa no solo, a biomassa das plantas de milho, a produtividade e o índice de colheita (Tabela 14) não resultou em diferença significativa ($P>0,05$) para os fatores e interações testados. DA ROS et al. (2003) avaliando as épocas de aplicação de N para a cultura do milho em Latossolo Vermelho, verificaram não haver diferença da biomassa da cultura do milho e da produtividade em função das épocas de aplicação (pré-semeadura, semeadura e cobertura).

Para a biomassa no solo não ocorreu diferença significativa, devido o alto valor do coeficiente de variação (PIMENTEL GOMES, 2000).

Nenhum dos fatores estudados (sistemas de adubação e consórcios) diferenciou-se com relação a produtividade do milho ($P>0,05$). Isto pode ser explicado pelas condições de cultivo que proporcionaram ambiente para que o híbrido simples pudesse apresentar o potencial. Enquanto que na soja, ESTEVES (2000), concluiu que os teores dos nutrientes na planta e a produtividade foram maiores no sistema de adubação de pré-semeadura com fósforo e potássio. Mesmo com o maior diâmetro do colmo na adubação de pré-semeadura não verificou-se aumento de produtividade.

Normalmente, o diâmetro do colmo apresenta correlação com a produtividade por se tratar de um órgão de reserva da planta (CRUZ et al., 2008). O colmo atua como estrutura de armazenamento de sólidos solúveis que serão utilizados posteriormente, na formação dos grãos (FANCELLI & DOURADO-NETO 2000).

Tabela 14. Síntese da análise de variância para massa de 100 grãos (M100), biomassa sobre o solo aos 120 dias (BS), biomassa das plantas de milho (BM), produtividade (P) e índice de colheita (IC)

Fatores	M100 (g)	BS (Mg ha ⁻¹)	BM (Mg ha ⁻¹)	P (Mg ha ⁻¹)	IC (%)
ADUBAÇÃO					
Pré-semeadura	40,3 A	3,4 A	7,8 A	10,1 A	56,6 A
Na semeadura	39,1 A	2,5 A	7,6 A	10,1 A	57,3 A
CONSÓRCIOS					
Mucuna-cinza-anã	40,2 A	3,4 A	7,4 A	9,6 A	56,8 A
Guandu-anão	39,8 A	3,1 A	7,9 A	10,4 A	57,0 A
Lab-Lab	39,3 A	2,3 A	7,8 A	10,3 A	57,1 A
TESTE DE F					
Adubação (A)	2,2 ^{ns}	2,3 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,2 ^{ns}
Consórcios (C)	0,4 ^{ns}	1,2 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,1 ^{ns}
A x C	0,6 ^{ns}	0,7 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,6 ^{ns}
CV	4,5	50,2	18,7	13,0	7,8

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01), CV: coeficiente de variação (%).

1.2.1 Considerações finais

Constatou-se que o sistema de adubação afetou de forma isolada alguns parâmetros avaliados. Na adubação de pré-semeadura os maiores foram para: número de dias para emergência das culturas intercalares, cobertura do solo aos 30 dias após a semeadura pelo milho, cobertura do solo aos 30 dias após a semeadura por plantas daninhas, índice de permanência de palha, e maior valor na adubação de semeadura para cobertura após a adubação de pré-semeadura, cobertura do solo 30 dias após a adubação de pré-semeadura, diâmetro do colmo, altura de inserção da primeira espiga e altura de plantas.

Para a cultura consorciada, observou-se efeito significativo no número de dias para emergência, estande de plantas, massa seca, cobertura do solo após 30 dias da semeadura, cobertura do solo aos 30 dias após a semeadura por plantas daninhas e porcentagem de solo descoberto aos 30 dias após a semeadura. De todas essas variáveis, apenas a cobertura do solo aos 30 dias após a semeadura por plantas daninhas e a porcentagem de solo descoberto obtiveram valores menores para o feijão-lab-lab. Em todas as demais a cultura influenciou para maiores valores.

1.3 Variáveis relacionadas ao solo

Para a resistência a penetração do solo 30 dias após a semeadura (Tabela 15) verificou-se que não ocorreu diferença entre os sistemas de adubação e os consórcios em todas as camadas avaliadas ($P>0,05$). Mesmo na adubação de pré-semeadura com uma operação a mais, não se verificou aumento da resistência a penetração. O coeficiente de variação (WARRICK & NIELSEN, 1980) foi classificado como médio (12 a 24%) e alto ($>24\%$), o que demonstra a variabilidade deste componente do solo na área, principalmente na camada de 0 a 10 cm. O teor de água, no momento da coleta da resistência a penetração, encontrava-se entre 0,25 e 0,27 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$ no perfil do solo de 0 a 50 cm.

Em áreas sob o sistema de semeadura direta é de se esperar maior resistência a penetração do solo, principalmente na camada de 0 a 10 cm, pois essa camada normalmente é a que recebe o maior efeito do tráfego de máquinas. Para solos argilosos (Latossolo Vermelho) sob preparo convencional, níveis médios de resistência a penetração tem-se apresentado de 2,5 MPa (BEUTLER & CENTURION, 2004). Outros autores, como SUZUKI (2005) definem como 2,0 MPa, o limite acima do qual ocorre restrição ao sistema radicular, e que normalmente esses valores ocorrem abaixo da camada de 10 a 20 cm. Os resultados deste trabalho corroboram com o autor.

Tabela 15. Síntese da análise de variância para resistência a penetração do solo (MPa) 30 dias após a semeadura na fileira

Fatores	Camadas (cm)				
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
ADUBAÇÃO (A)					
Pré-semeadura	0,8 A	2,1 A	3,4 A	4,1 A	4,5 A
Na semeadura	1,1 A	2,4 A	2,9 A	3,5 A	3,8 A
CONSÓRCIOS (C)					
Mucuna-cinza-anã	0,8 A	2,1 A	2,8 A	3,6 A	3,8 A
Guandu-anão	1,1 A	2,4 A	3,2 A	3,6 A	4,4 A
Lab-Lab	0,9 A	2,1 A	3,5 A	4,2 A	4,3 A
TESTE DE F					
A	2,9 ^{ns}	1,8 ^{ns}	2,4 ^{ns}	2,1 ^{ns}	1,2 ^{ns}
C	1,0 ^{ns}	0,5 ^{ns}	2,3 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,3 ^{ns}
A x C	0,3 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,7 ^{ns}
CV	48,4	27,7	22,2	26,6	36,1

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não significativo ($P > 0,05$); *: significativo ($P \leq 0,05$); **: significativo ($P \leq 0,01$). CV: coeficiente de variação (%).

A densidade e grau de compactação do solo (Tabela 16) não foram afetados pelos sistemas de adubação e dos consórcios ($P > 0,05$). Verificou-se valores médios de densidade do solo de 1,4 a 1,5 g cm⁻³, e do grau de compactação de 76% na camada de 0 a 10 cm e de 81% nas camadas de 10 a 20 e 20 a 30 cm. Estudo, no Rio Grande do Sul, sobre densidade crítica e grau de compactação do solo, demonstraram que com o aumento do conteúdo de argila no solo ocorre incremento no valor da densidade crítica e observaram que com o aumento do grau de compactação do solo ocorreu diminuição da porosidade total do solo sendo 0,10 m³ m³ o limite para adequada aeração do solo (REICHERT et al., 2009). Com referência ao coeficiente de variação, apenas o da densidade do solo, na camada de 10 a 20 cm, foi médio (12 a 24%), enquanto que os demais foram baixos (<12%), segundo WARRICK & NIELSEN (1980).

Tabela 16. Síntese da análise de variância para densidade do solo (Ds - g cm⁻³) e grau de compactação do solo (GC - %) nas camadas de 0 a 30 cm

Fatores	Ds – camadas (cm)			GC – camadas (cm)		
	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
ADUBAÇÃO (A)						
Pré-semeadura	1,4 A	1,4 A	1,5 A	77,3 A	80,7 A	80,8 A
Na semeadura	1,4 A	1,5 A	1,5 A	76,1 A	81,5 A	81,1 A
CONSÓRCIOS (C)						
Mucuna-cinza-anã	1,4 A	1,4 A	1,5 A	76,0 A	82,1 A	81,3 A
Guandu-anão	1,5 A	1,5 A	1,5 A	77,9 A	81,4 A	80,8 A
Lab-Lab	1,4 A	1,5 A	1,5 A	76,1 A	79,9 A	80,7 A
TESTE DE F						
A	0,5 ^{ns}	1,7 ^{ns}	0,9 ^{ns}	1,5 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,1 ^{ns}
C	2,8 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,6 ^{ns}	1,6 ^{ns}	1,0 ^{ns}	0,2 ^{ns}
A x C	1,7 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,3 ^{ns}	1,7 ^{ns}	1,2 ^{ns}
CV	3,9	14,9	3,1	3,2	3,9	2,6

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01). CV: coeficiente de variação (%).

O teor de água e porosidade total do solo (Tabela 17) não tiveram efeito dos sistemas de adubação e dos consórcios (P>0,05), exceto para a porosidade total na camada de 0 a 10 cm, que recebeu ação conjunta (P≤0,05) dos sistemas de adubação e dos consórcios (Tabela 18). Os valores médios do teor de água variaram entre 24,0 e 28,0 %, enquanto que na porosidade ficaram de 38 a 41%. SUZUKI (2005) relata que a porosidade total ao longo das camadas no Latossolo Vermelho distroférico típico, foram em torno de 50%. Com referência ao coeficiente de variação, estes foram baixos (<12%), o que indica a baixa variabilidade desses componentes ao longo do perfil do solo (WARRICK & NIELSEN,1980).

Na camada de 0 a 10 cm, a porosidade total do solo sofreu ação conjunta dos sistemas de adubação e dos consórcios (Tabela 17). Observou-se, que dentro da adubação de pré-semeadura a menor porosidade foi encontrada no consórcio com o feijão-guandu-anão. Isto pode estar associado ao desenvolvimento do sistema radicular. No sistema de adubação na semeadura não se observou diferença entre os consórcios. Somente o consórcio com o feijão-guandu-anão diferiu nos sistemas de adubação, sendo menor a porosidade na pré-semeadura.

Solos que apresentam cobertura vegetal recebem melhor o impacto das águas da chuva, e conseqüentemente aumenta a infiltração de água. Quando o solo encontra-

se em processo de secagem a cobertura vegetal retém melhor o teor de água no solo. Desse modo, o teor de água no perfil do solo fica distribuído de maneira uniforme, principalmente quando sob o sistema de semeadura direta (OLIVEIRA et al., 2000). Por isto, pode-se observar maior valor na camada de 0-10 cm.

Tabela 17. Síntese da análise de variância para teor de água no solo (TA - %) e a porosidade total (PT - %) 30 dias após a semeadura

Fatores	TA – camadas (cm)			PT – camadas (cm)		
	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
ADUBAÇÃO (A)						
Pré-semeadura	28,3 A	25,5 A	26,6 A	40,7	39,3 A	40,2 A
Na semeadura	27,7 A	25,9 A	26,6 A	40,8	39,5 A	40,1 A
CONSÓRCIOS (C)						
Mucuna-cinza-anã	28,5 A	26,2 A	26,6 A	40,7	39,9 A	40,0 A
Guandu-anão	27,1 A	24,7 A	26,4 A	39,9	38,4 A	40,2 A
Lab-Lab	28,4 A	26,7 A	26,7 A	41,5	40,0 A	40,3 A
TESTE DE F						
A	1,6 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}
C	3,5 ^{ns}	1,6 ^{ns}	0,1 ^{ns}	3,3 ^{ns}	1,0 ^{ns}	0,1 ^{ns}
A x C	2,4 ^{ns}	2,5 ^{ns}	1,8 ^{ns}	5,1 *	1,8 ^{ns}	0,2 ^{ns}
CV	4,1	7,1	3,9	3,0	6,3	3,1

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01). CV: coeficiente de variação (%).

Tabela 18. Síntese do desdobramento da interação adubação (A) e consórcios (C), para porosidade total na camada de 0 a 10 cm.

CONSÓRCIOS	ADUBAÇÃO	
	Pré-semeadura	Na semeadura
Mucuna-cinza-anã	41,5 Aa	39,9 Aa
Guandu-anão	38,8 Bb	41,1 Aa
Lab-Lab	41,8 Aa	41,3 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

1.3.1 Considerações finais

Constatou-se que o fator sistema de adubação e as culturas intercalares isoladamente, não afetaram nenhuma das variáveis relacionadas ao solo. De todas essas, apenas a porosidade total do solo na camada de 0-10 cm obteve efeito

significativo, com menor porosidade para o feijão-guandu-anão na adubação de pré-semeadura.

2. Segundo ano agrícola

2.1 Variáveis relacionadas à máquina

A distribuição longitudinal de plântulas de soja (Tabela 19) em normal, falho e duplo não foi influenciada pelos fatores e interações estudados ($P>0,05$), o que pode ser justificado pelos altos valores do coeficiente de variação (WARRICK & NIELSEN, 1980). 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 ruim neste experimento.

Segundo KLEIN et al. (2002), demonstraram na semeadura de soja os espaçamentos normais, falhos e duplos resultaram em 38,4%, 23,7% e 37,8%, respectivamente, e afirmam que menos da metade das sementes foram depositadas com espaçamentos adequados. FURLANI (2005) apresentou resultados similares para a cultura da soja, indicando que menos da metade das sementes foram distribuídas com espaçamentos normais.

O fluxo de material colhido com plataforma para soja foi dividido em fluxo de palha e de grãos (Tabela 19). Verificou-se que não houve diferença significativa para ambos os fluxos ($P>0,05$), o que pode estar associado ao valor do coeficiente de variação, considerado alto (WARRICK & NIELSEN, 1980). Segundo FERREIRA et al. (2007) o aumento da velocidade de deslocamento não aumenta o fluxo de palha e grãos para a cultura da soja.

Tabela 19. Síntese da análise de variância para os atributos da distribuição longitudinal de plântulas em normal (N), falho (F) e duplo (D) e o fluxo de palha (FP) e fluxo de grãos (FG) na colheita da soja

Fatores	Distribuição longitudinal			Fluxo (kg s ⁻¹)	
	N (%)	F (%)	D (%)	FP	FG
ADUBAÇÃO (A)					
Pré-semeadura	44,8 A	22,4 A	31,9 A	1,6 A	1,8 A
Na semeadura	54,0 A	21,6 A	24,3 A	1,6 A	2,0 A
MANEJO (M)					
Rolo-faca	52,7 A	22,4 A	24,9 A	1,8 A	2,2 A
Triturador	42,2 A	22,2 A	35,6 A	1,4 A	1,6 A
Roçadora	53,4 A	21,5 A	23,9 A	1,5 A	1,8 A
TESTE DE F					
A	2,0 ^{ns}	0,1 ^{ns}	2,8 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,8 ^{ns}
M	1,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}	2,7 ^{ns}	1,7 ^{ns}	2,7 ^{ns}
A x M	0,3 ^{ns}	2,4 ^{ns}	0,1 ^{ns}	1,7 ^{ns}	0,7 ^{ns}
CV	30,9	29,8	40,9	34,1	34,1

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01). CV: coeficiente de variação (%).

HOBSON (1988) e PRICE (1993), citados por NEALE et al. (2003), afirmam que a redução no fluxo de palha, contido no material colhido, permite que o cilindro de trilha separe uma proporção mais elevada de grãos e que o sistema de separação retenha maior quantidade da palha, permitindo o aumento nas taxas de colheita de grãos. Desta forma, espera-se que se obtenham menores fluxos de palha em relação do fluxo de grãos.

QUEIROZ et al., (2004) afirmam que cada mecanismo da colhedora tem capacidade de processamento dependente das características mecânicas e das condições do produto que está sendo colhido. Sempre que a capacidade-limite de um mecanismo é ultrapassada, tanto perdas quantitativas quanto qualitativas podem ocorrer, pelo risco de sobrecarga no sistema. Isto confirma o que foi citado anteriormente, que é melhor obter a menor quantidade de fluxo de palha dentro da colhedora.

Os resultados deste experimento (valores médios de 3,0 - 4,0 kg s⁻¹) são maiores do que os encontrados por FERREIRA (2006), para a colheita mecanizada de soja com a colhedora de fluxo radial, sendo o fluxo total de 2,0 kg s⁻¹. Isto indica que 60% do

fluxo é devido a massa da cultura. Diferindo deste experimento, que em todos os tratamentos, o fluxo de grãos foi maior do que o de palha.

2.1.1 Considerações finais

Constatou-se que para o fator sistemas de adubação e manejo, bem como a interação, que não ocorreu efeito significativo para as variáveis relacionadas a máquina.

2.2 Variáveis relacionadas à planta

A porcentagem de cobertura do solo antes da semeadura (Tabela 20) foi significativa ($P \leq 0,05$) pelo teste de F para os sistemas de manejo, mas não ocorreu diferença significativa entre as médias pelo teste de Tukey, explicado pelos testes possuírem diferentes poderes para detectar diferenças entre médias (BANZATTO & KRONKA, 2006). A porcentagem de cobertura do solo, com palha aos 30 dias após a semeadura, não ocorreu diferença ($P > 0,05$) entre os fatores, mas a cobertura com soja sofreu efeito conjunto dos fatores sistemas de adubação e manejo ($P \leq 0,01$), descritos na Tabela 21. A porcentagem de cobertura vegetal do solo após a semeadura em relação à inicial resultou em diminuição de 40% (CORTEZ, 2007), e esta diminuição ocorre pela ação dos mecanismos sulcadores no solo, revolvendo-o e mantendo o material nas entre fileiras da cultura. Os coeficientes de variação apresentados na Tabela 20 foram classificados como médios (12 a 24%) (WARRICK & NIELSEN, 1980).

Analisando os manejos dentro do sistema de adubação na semeadura (Tabela 21), não houve diferença, mas dentro da adubação em pré-semeadura, observou-se que o rolo-faca proporcionou o maior desenvolvimento das plantas de soja, e conseqüentemente maior cobertura do solo. Já o manejo com roçadora proporcionou a menor cobertura do solo com plantas de soja. Considerando os manejos individualmente, verifica-se diferença no rolo-faca e na roçadora. No primeiro, a adubação de pré-semeadura obteve a maior cobertura do solo com soja, enquanto que

no segundo, o sistema de adubação na pré-semeadura, a cobertura do solo com soja foi menor.

Tabela 20. Síntese da análise de variância para porcentagem de cobertura do solo com palha antes da semeadura (C1), cobertura do solo com palha depois de 30 dias da semeadura (C2) e com soja (C3)

Fatores	Cobertura do solo (%)		
	C1	C2	C3
ADUBAÇÃO (A)			
Pré-semeadura	47,4 A	38,4 A	34,9
Na semeadura	48,9 A	41,9 A	34,0
MANEJO (M)			
Rolo-faca	51,2 A	43,2 A	37,2
Triturador	42,7 A	36,9 A	35,0
Roçadora	50,5 A	40,4 A	31,1
TESTE DE F			
A	0,2 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,2 ^{ns}
M	3,8*	1,0 ^{ns}	2,6 ^{ns}
A x M	0,1 ^{ns}	0,2 ^{ns}	6,9**
CV	15,8	21,6	21,1

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{ns}: não significativo ($P>0,05$); *: significativo ($P\leq 0,05$); **: significativo ($P\leq 0,01$). CV: coeficiente de variação (%).

Tabela 21. Síntese do desdobramento da interação adubação (A) e manejo (M), para porcentagem de cobertura do solo por soja

MANEJO	ADUBAÇÃO	
	Pré-semeadura	Na semeadura
Rolo-faca	43,0 Aa	31,5 Ab
Triturador	35,0 ABa	35,0 Aa
Roçadora	26,7 Bb	35,5 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A biomassa seca no solo antes do manejo e depois da semeadura, como as interações, não ocorreu diferença significativa ($P>0,05$), mas para a biomassa seca no solo no pós-manejo ocorreu diferença para os sistemas de adubação ($P\leq 0,01$) e para a ação conjunta dos sistemas de adubação e dos manejos ($P\leq 0,05$), descritos na Tabela 22. Os coeficientes de variação apresentados na Tabela 22 foram classificados como médios (12 a 24%) e altos ($>24\%$) (WARRICK & NIELSEN, 1980).

Resultados de outros trabalhos demonstram que os equipamentos de manejo de resíduos não apresentam diferença na biomassa seca no solo. MACIEL (2002), avaliando sistemas de manejo (tritador de palhas, ceifadora de tambor e pulverizador), não encontrou diferença significativa na quantidade de biomassa seca no solo aos 30; 60; 90 e 120 dias após a semeadura. REIS et al., (2007a) avaliando os equipamentos tritador, rolo-faca e pulverizador, não encontraram diferença na quantidade de biomassa seca no solo após o manejo aos 30, 50 e 71 dias. REIS e al., (2007b) verificaram que não há diferença na matéria seca no solo com rolo-faca, tritador e herbicida aos 30 e 51 dias após o manejo, mas aos 71 dias após manejo ocorreu diferença, sendo maior o tritador e menor o pulverizador.

Tabela 22. Síntese da análise de variância para os atributos de biomassa seca no solo antes do manejo, após o manejo e depois da semeadura

Fatores	Biomassa no solo		
	Antes do manejo (Mg ha ⁻¹)	Pós-manejo (Mg ha ⁻¹)	Depois da semeadura (Mg ha ⁻¹)
ADUBAÇÃO			
Pré-semeadura	10,4 A	10,9	8,1 A
Na semeadura	9,5 A	8,5	7,7 A
MANEJO			
Rolo-faca	9,6 A	9,3	8,1 A
Triturador	9,9 A	10,2	6,8 A
Roçadora	10,5 A	9,7	9,0 A
TESTE DE F			
Adubação (A)	0,7 ^{ns}	10,8 ^{**}	0,1 ^{ns}
Manejo (M)	0,2 ^{ns}	0,5 ^{ns}	1,7 ^{ns}
A x M	1,5 ^{ns}	3,6 [*]	0,2 ^{ns}
CV	23,9	24,2	33,2

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não significativo (P>0,05); ^{*}: significativo (P≤0,05); ^{**}: significativo (P≤0,01). CV: coeficiente de variação (%).

Analisando os sistemas de adubação (Tabela 23), verifica-se que os manejos não diferiram dentro de adubação em pré-semeadura e na semeadura. Mas ao analisar individualmente os manejos, verifica-se que o manejo com triturador de palhas obteve a menor biomassa seca no solo, no sistema de adubação na semeadura, o que segundo MELLO et al., (1998), em manejo de guandu, verificou que o triturador de palhas proporcionou fragmentos menores que a roçadora. Comparando a fragmentação de

crotalária com roçadora, rolo faca e triturador horizontal, MELLO & YANO (1998) verificaram que os três equipamentos proporcionaram a mesma velocidade de decomposição de palhas.

Tabela 23. Síntese do desdobramento da interação adubação (A) e manejo (M), para massa seca no solo (Mg ha^{-1}) para o pós-manejo

MANEJO	ADUBAÇÃO	
	Pré-semeadura	Na semeadura
Rolo-faca	10,7 Aa	7,9 Aa
Triturador	12,6 Aa	7,8 Ab
Roçadora	9,6 Aa	9,8 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O estande inicial e final das plantas de soja (Tabela 24) não diferiu estatisticamente para os fatores adubação e manejo, como também a interação ($P>0,05$). 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. Nesse enfoque, TOURINO et al. (2002) afirmam que densidades de semeadura, em torno de 10 a 15 plantas por metro, além de não reduzirem a produtividade, proporcionam redução nos custos de produção pela diminuição nos gastos com sementes. Segundo CARPENTER & BOARD (1997), os mecanismos responsáveis pela compensação da produtividade por planta, por variações nas densidades, foram em razão de alterações no número de vagens por planta.

A porcentagem de plantas sobreviventes (Tabela 24) não variou em função dos manejos e da adubação ($P>0,05$), mas ocorreu ação conjunta dos fatores ($P\leq 0,05$) apresentada na Tabela 25.

Observando-se os manejos dentro de cada sistema de adubação (Tabela 25), verifica-se que na pré-semeadura não houve diferença entre os manejos, mas no sistema de adubação na semeadura o menor número de plantas sobreviventes ocorreu no manejo com triturador de palhas. Isto pode estar relacionado com a menor quantidade de palha sobre o solo, pois solo descoberto apresenta menor armazenamento de água, seca mais rápido e consequentemente tem piores condições

para o desenvolvimento inicial das plântulas. TOURINO et al. (2002) citam que a porcentagem de sobrevivência das plantas aumenta a medida que ocorre redução da densidade de semeadura, devido a competição intra-específica das plantas. Com este fato pode explicar o estande de plantas numericamente maior no manejo realizado com triturador de palhas. Comparando os manejos individualmente, dentro dos sistemas de adubação, houve diferença apenas para a porcentagem de plantas sobreviventes no manejo com roçadora, no sistema de adubação em pré-semeadura, com menores valores.

Tabela 24. Síntese da análise de variância para estande inicial (EI = 1000 plantas), estande final (EF= 1000 plantas), porcentagem de plantas sobreviventes (PS), altura de plantas (H), altura de inserção de primeira vagem (AIPV) para as plantas de soja

Fatores	Componentes morfológicos					
	EI	EF	PS (%)	NDE	H (cm)	AIPV (cm)
ADUBAÇÃO (A)						
Pré-semeadura	326,8 A	322,2 A	80,2	5,2 A	67,3 A	13,0 A
Na semeadura	273,1 A	277,7 A	82,9	5,1 A	71,4 A	11,9 A
MANEJO (M)						
Rolo-faca	301,4 A	301,3 A	85,5	5,0 A	71,2 A	14,5 A
Triturador	311,1 A	311,1 A	80,8	5,4 A	68,0 A	12,2 AB
Roçadora	287,5 A	287,4 A	78,4	5,1 A	69,0 A	10,6 B
TESTE DE F						
A	4,1 ^{ns}	2,3 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,1 ^{ns}	2,1 ^{ns}	1,2 ^{ns}
M	0,3 ^{ns}	0,2 ^{ns}	1,4 ^{ns}	2,1 ^{ns}	0,4 ^{ns}	5,1 [*]
A x M	0,3 ^{ns}	0,5 ^{ns}	6,1 [*]	0,4 ^{ns}	1,8 ^{ns}	2,7 ^{ns}
CV	23,2	23,7	13,8	8,4	9,1	24,9

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não significativo (P>0,05); ^{*}: significativo (P≤0,05); ^{**}: significativo (P≤0,01). CV: coeficiente de variação (%).

Tabela 25. Síntese do desdobramento da interação adubação (A) e manejo (M), para porcentagem de plantas sobreviventes

MANEJO	ADUBAÇÃO	
	Pré-semeadura	Na semeadura
Rolo-faca	85,9 Aa	85,2 ABa
Triturador	84,2 Aa	72,5 Ba
Roçadora	71,4 Ab	90,4 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O número de dias para a emergência (Tabela 26) não variou ($P>0,05$), em função dos sistemas de adubação e dos manejos e bem como da interação entre ambos. Observou-se valores médios de cinco dias para a emergência das plântulas de soja, enquanto CORTEZ (2007) encontrou valores médios de seis dias para o NDE da soja na mesma área experimental.

A altura de plantas (Tabela 26) não variou ($P>0,05$) nos sistemas de adubação, manejos e na interação testado. Já a altura de inserção da primeira vagem obteve diferença significativa ($P\leq 0,05$) para os sistemas de manejo, sendo a maior AIPV encontrada para a operação com o rolo-faca e a menor para a operação com roçadora. GARCIA (1979) cita que as alturas de inserção da primeira vagem e final de plantas variou de acordo com o ciclo de maturação dos cultivares, assim com o aumento do ciclo de maturação ocorre maior altura final de planta e de inserção da primeira vagem. CORTEZ (2004) trabalhando com soja, variedade Vencedora, conseguiram média de 17 cm para a altura de inserção da primeira vagem, valores maiores do que neste experimento, provavelmente por se tratar de ciclos diferentes. CORTEZ (2007) trabalhando com variedade de ciclo super-precoce, encontrou valores de altura de inserção da primeira vagem próximos de 9,0 cm. Os coeficientes de variação apresentados na Tabela 26 foram classificados como altos ($>12\%$) para a AIPV (WARRICK & NIELSEN, 1980).

A massa de 100 grãos, os grãos por vagem, a massa das plantas de soja, a produtividade e o índice de colheita não foram significativos ($P>0,05$) em função dos tratamentos, sistemas de adubação e manejo dos resíduos, como da interação (Tabela 26). No entanto, o número de vagens por planta (Tabela 26) foi afetado pelos sistemas de adubação ($P\leq 0,05$) e pelos manejos ($P\leq 0,01$) e não teve influência da interação de ambos ($P>0,05$). Observou-se que o número de vagens por planta foi maior nos sistemas de adubação na semeadura, indicando o melhor aproveitamento do adubo pelas plantas de soja. Com relação aos manejos, observou-se que o manejo com rolo-faca obteve o maior número de vagens por planta, e o menor foi o triturador. 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).

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..., 1994).

A biomassa das plantas de soja representa o residual que ficará sobre o solo após a colheita e assim, quanto maior sua quantidade melhor será a cobertura; entretanto a quantidade de massa não pode afetar a relação palha x grãos, pois do ponto de vista de colheita mecanizada, recomenda-se que haja mais grãos do que palha.

Tabela 26. Síntese da análise de variância para massa de 100 grãos (M100), número de vagens por planta (VP), número de grãos por vagem (GV), biomassa da soja (MC), produtividade (P) e índice de colheita (IC)

Fatores	Componentes de colheita					
	M100 (g)	VP	GV	MC (Mg ha ⁻¹)	P (Mg ha ⁻¹)	IC (%)
ADUBAÇÃO (A)						
Pré-semeadura	15,4 A	52,4 B	2,2 A	4,4 A	4,9 A	50,7 A
Na semeadura	15,4 A	61,6 A	2,3 A	4,5 A	5,5 A	52,3 A
MANEJO (M)						
Rolo-faca	15,5 A	64,4 A	2,3 A	5,1 A	6,3 A	52,4 A
Triturador	14,9 A	49,3 B	2,3 A	3,9 A	5,1 A	51,3 A
Roçadora	15,9 A	57,4 AB	2,1 A	4,3 A	4,4 A	50,8 A
TESTE DE F						
A	0,1 ^{ns}	7,5*	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,7 ^{ns}	2,5 ^{ns}
M	1,1 ^{ns}	6,8**	2,0 ^{ns}	1,3 ^{ns}	2,7 ^{ns}	0,9 ^{ns}
A x M	0,3 ^{ns}	3,0 ^{ns}	0,2 ^{ns}	1,2 ^{ns}	0,7 ^{ns}	1,1 ^{ns}
CV	7,9	21,5	12,6	33,6	33,8	5,0

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{ns}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01). CV: coeficiente de variação (%).

A produtividade da cultura da soja depende de vários fatores e segundo KLUTHOCOUSKI et al. (2000), a produção de soja no sistema de semeadura direta obteve média de 3.500 kg ha⁻¹, e a cultura do feijão e da soja são as que apresentam

maior adaptabilidade ao sistema de semeadura direta. A produtividade encontrada confirmou a afirmação de que as novas variedades de soja chegariam a produzir mais de 4.200 kg ha⁻¹ (SUZUKI et al., 2005).

Os coeficientes de variação apresentados na Tabela 26 foram classificados como baixos (<12%) para massa de 100 grãos e índice de colheita, médios (12 a 24%) para vagens por planta e grãos por vagem, e altos (>24%) para a massa da cultura e produtividade (WARRICK & NIELSEN, 1980).

2.2.1 Considerações finais

Com os sistemas de adubação constatou-se efeito significativo apenas para o número de vagens por planta, sendo o maior valor na adubação de semeadura.

Para o fator manejo, isoladamente, verifica-se efeito significativo para vagens por planta, altura de inserção da primeira vagem, e cobertura do solo antes da semeadura. Em todas as variáveis observou-se maior valor para a operação com rolo-faca no manejo dos resíduos.

A ação conjunta dos fatores, sistemas de adubação e manejo resultaram em efeitos significativos para porcentagem de plantas sobreviventes e biomassa seca no solo, após o manejo e porcentagem de cobertura do solo por soja. A menor biomassa seca no solo foi observada no manejo dos resíduos com triturador de palhas tratorizado.

2.3 Variáveis relacionadas ao solo

A resistência a penetração do solo (Tabela 27) na fileira de soja, aos 30 dias após a semeadura, não ocorreu diferença significativa ($P > 0,05$) para os sistemas de adubação e manejo, bem como para as interações. Os coeficientes de variação apresentados na Tabela 27 foram classificados como altos (>24%) para a camada de 0-10 cm, e médios para as demais profundidades (12 a 24%), e provavelmente por ser a

que recebe a maior ação do movimento de máquinas no solo (WARRICK & NIELSEN,1980).

Tabela 27. Síntese da análise de variância para resistência a penetração (MPa), 30 dias após a semeadura da soja na fileira

Fatores	Camadas (cm)				
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
ADUBAÇÃO (A)					
Pré-semeadura	0,8 A	1,3 A	1,6 A	1,9 A	2,4 A
Na semeadura	0,7 A	1,4 A	1,6 A	1,9 A	2,3 A
MANEJO (M)					
Rolo-faca	0,7 A	1,3 A	1,6 A	1,8 A	2,3 A
Triturador	0,7 A	1,5 A	1,5 A	2,1 A	2,4 A
Roçadora	0,7 A	1,3 A	1,7 A	1,9 A	2,2 A
TESTE DE F					
A	2,0 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,2 ^{ns}
M	0,1 ^{ns}	2,8 ^{ns}	0,7 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,4 ^{ns}
A x M	0,9 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,6 ^{ns}
CV	24,1	17,5	22,9	19,6	16,7

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01). CV: coeficiente de variação (%).

Segundo KLEIN et al. (1998), a resistência à penetração foi altamente influenciada pelo teor de água no solo; já a determinação, apenas quando o solo se encontra próximo da capacidade de campo, não é recomendável, pois grandes variações de compactação poderão não ser detectadas. FURLANI (2005) verificou não haver efeito dos equipamentos de manejos (rolo-faca, triturador e herbicida) sobre a compactação do solo. Para solos argilosos (Latosolo Vermelho) níveis médios de resistência a penetração próximos de 2,5 MPa (BEUTLER & CENTURION, 2004).

A resistência a penetração entre as fileiras da soja aos 30 dias após a semeadura (Tabela 28) não ocorreu efeito significativo (P>0,05) nas camadas de 10-20, 30-40 e 40-50 cm e nas interações. No entanto, as camadas de 0-10 e 20-30 cm tiveram efeito (P≤0,05) dos equipamentos de manejo dos resíduos. Os resultados significativos nas duas camadas foram semelhantes, em que o triturador de palhas apresentou a maior resistência a penetração que a roçadora. Isto pode ser justificado pelo sistema de rodado, pois o triturador possui pneus para transporte (FURLANI,

2005), já a roçadora possui rodado de metal estreito que pode ter afetado menos o solo.

Tabela 28. Síntese da análise de variância para resistência a penetração (MPa), 30 dias após a semeadura entre as fileiras de soja

Fatores	Camadas (cm)				
	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50
ADUBAÇÃO (A)					
Pré-semeadura	0,9 A	1,5 A	2,1 A	2,5 A	2,7 A
Na semeadura	0,8 A	1,5 A	1,9 A	2,4 A	2,8 A
MANEJO (M)					
Rolo-faca	0,9 AB	1,5 A	1,9 AB	2,4 A	2,8 A
Triturador	1,1 A	1,6 A	2,3 A	2,7 A	3,1 A
Roçadora	0,7 B	1,4 A	1,8 B	2,2 A	2,3 A
TESTE DE F					
A	2,3 ^{ns}	0,4 ^{ns}	1,6 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}
M	4,3*	0,7 ^{ns}	5,2*	2,1 ^{ns}	2,1 ^{ns}
A x M	1,7 ^{ns}	0,1 ^{ns}	1,1 ^{ns}	0,7 ^{ns}	1,9 ^{ns}
CV	27,6	15,2	19,8	23,9	29,5

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{ns}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01). CV: coeficiente de variação (%).

GREGORICH et al. (1993) afirmam que a resistência a penetração é maior na camada de 10-20 cm, devido o efeito do trânsito de máquinas, e na camada de 20-30 cm devido a carga de pressão dos rodados. Discordando destes resultados, BRANQUINHO (2003) afirmou não haver diferença entre os manejos (rolo-faca, triturador e herbicida) para a resistência a penetração.

Os coeficientes de variação apresentados na Tabela 28 foram classificados como médios (12 a 24%) para as camadas de 10-20, 20-30 e 30-40 cm e altos (>24%) para as camadas de 0-10 e 40-50 cm (WARRICK & NIELSEN, 1980).

Não se observa diferença (P>0,05) entre os sistemas de adubação, manejo e as interações para a densidade do solo e do grau de compactação (Tabela 29). FURLANI (2000) concluiu que o manejo com triturador, rolo-faca e herbicida não afetou a densidade do solo nas camadas de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m, o que concorda com este experimento. Entretanto, FURLANI (2005) verificou que o manejo com triturador de palhas resultou na maior densidade do solo do que o manejo com herbicida (pulverizador montado), e relacionou este fato devido o triturador possuir rodas de

transporte e controle da altura de corte em contato com o solo, discordando deste experimento. Os coeficientes de variação apresentados na Tabela 29 foram classificados como baixos (<12%) (WARRICK & NIELSEN,1980).

Tabela 29. Síntese da análise de variância para densidade do solo (Ds - g cm⁻³) e grau de compactação do solo (GC - %), 30 dias após a semeadura

Fatores	Ds – camadas (cm)			GC – camadas (cm)		
	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
ADUBAÇÃO						
Pré-semeadura	1,3 A	1,4 A	1,4 A	73,0 A	75,9 A	74,3 A
Na semeadura	1,3 A	1,4 A	1,4 A	71,7 A	74,1 A	74,3 A
MANEJO (M)						
Rolo-faca	1,3 A	1,4 A	1,3 A	71,7 A	73,5 A	72,1 A
Triturador	1,4 A	1,4 A	1,4 A	74,5 A	75,1 A	76,1 A
Roçadora	1,3 A	1,4 A	1,4 A	69,9 A	76,4 A	74,1 A
TESTE DE F						
A	0,1 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,1 ^{ns}
M	0,8 ^{ns}	0,4 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,9 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,7 ^{ns}
A x M	0,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,2 ^{ns}
CV	10,4	7,1	8,6	10,3	7,1	8,6

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01). CV: coeficiente de variação (%).

O teor de água e a porosidade total do solo não foram significativos (P>0,05), em relação aos sistemas de adubação, aos manejos e a interação (Tabela 30). Analisando os manejos para a cultura do sorgo, o triturador de palhas tratorizado obteve o maior teor de água no solo (discordando deste experimento), enquanto o rolo-faca e o herbicida não diferiram; o triturador de palhas tratorizado proporcionou a melhor cobertura do solo, o que, provavelmente, causou o maior teor de água no solo para esse tratamento (CORTEZ et al., 2006). Já FURLANI (2005) encontrou resultados divergentes, em que o triturador de palhas e o manejo com pulverizador obtiveram o maior valor de teor de água no solo, porque os órgãos ativos não entram em contato com o solo, diferentemente do rolo-faca, que obteve a menor condição de teor de água. OLIVEIRA et al. (2000) também não encontraram diferença no teor de água no solo ao longo do perfil avaliado, quando cultivado no sistema de semeadura direta, atribuindo-se tal fato a cobertura vegetal.

Os coeficientes de variação apresentados na Tabela 30 foram classificados como baixos (<12%), exceto para a camada de 10-20 cm na porosidade total do solo, que foi médio (12 a 24%) (WARRICK & NIELSEN,1980).

Tabela 30. Síntese da análise de variância para teor de água (TA – %) e a porosidade total no solo (PT - %), 30 dias após a semeadura

Fatores	TA – camadas (cm)			PT – camadas (cm)		
	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
ADUBAÇÃO (A)						
Pré-semeadura	28,8 A	27,6 A	27,8 A	44,3 A	75,9 A	74,3 A
Na semeadura	29,3 A	28,0 A	28,4 A	44,9 A	74,1 A	74,3 A
MANEJO (M)						
Rolo-faca	29,8 A	27,9 A	28,5 A	44,4 A	73,5 A	72,0 A
Triturador	28,9 A	27,7 A	28,2 A	43,5 A	75,1 A	76,1 A
Roçadora	28,4 A	27,7 A	27,7 A	45,8 A	76,4 A	74,9 A
TESTE DE F						
A	0,3 ^{ns}	1,4 ^{ns}	1,8 ^{ns}	0,3 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,1 ^{ns}
M	1,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	1,1 ^{ns}	1,3 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,7 ^{ns}
A x M	0,4 ^{ns}	1,1 ^{ns}	1,2 ^{ns}	0,2 ^{ns}	0,5 ^{ns}	0,2 ^{ns}
CV	6,0	3,3	4,4	5,6	14,7	2,9

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo Teste de Tukey.^{ns}: não significativo (P>0,05); *: significativo (P≤0,05); **: significativo (P≤0,01). CV: coeficiente de variação (%).

2.3.1 Considerações finais

Constatou-se, para o fator sistema de adubação, isoladamente, que não ocorreu efeito significativo para as variáveis relacionadas com o solo.

Para o fator manejo, isoladamente, constatou-se efeito significativo quanto a resistência a penetração entre as fileiras da cultura da soja nas camadas de 0-10 cm e 20-30 cm. Os maiores valores de resistência a penetração, foram encontrados para o manejo dos resíduos com triturador de palhas tratorizado.

V. CONCLUSÕES

A eficiência de distribuição das sementes e a distribuição longitudinal foram alteradas pelo tamanho das sementes de feijão-mucuna-cinza-anã, que ocasionaram tanto má distribuição, como baixa emergência.

Dentre os consórcios utilizados, milho + feijão-mucuna-cinza-anã, milho + feijão-guandu-anão e milho + feijão-lab-lab, o último produziu a maior quantidade de biomassa seca aos 90 dias após a semeadura.

A adubação de semeadura proporcionou plantas de milho mais desenvolvidas em comparação com a adubação de pré-semeadura, mas a produtividade não foi afetada.

O maior número de operações no sistema de adubação em pré-semeadura ocasionou menor porcentagem de cobertura, sem afetar os atributos físicos do solo para a cultura do milho e da soja.

A distribuição longitudinal das plântulas e o fluxo de material dentro da colhedora não foram afetados pelos sistemas de adubação (pré-semeadura e na semeadura) e os manejos dos resíduos (rolo-faca, triturador de palhas e roçadora) para a cultura da soja.

O manejo com rolo-faca proporcionou plantas de soja com maior inserção da primeira vagem e número de vagens por planta em comparação com o triturador de palhas e a roçadora, sem afetar a produtividade.

O sistema de adubação com aplicação somente na semeadura favoreceu maior número de vagens das plantas de soja.

VI. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT (Rio de Janeiro, RJ). *Projeto de norma 04:015.06-004 - semeadoras de precisão: ensaio de laboratório - método de ensaio*. São Paulo, 1984. 26 p.

ALCÂNTARA, P.B.; BUFARAH, G. *Plantas forrageiras: gramíneas & leguminosas*. São Paulo: Nobel, 150p. 1979.

AMABILE, R.F. *Comportamento de adubos verdes em épocas de semeadura nos Cerrados do Brasil Central*. 1996. 123f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

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

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*, Viçosa, v.24, n.4, p.867-87, 2000.

ARF, O. *Efeito da adubação verde no desempenho e produção das culturas de milho (Zea mays L.)*. Ilha Solteira: UNESP, 1992. 48p.

AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS - ASAE. Terminology and definitions for soil tillage and soil tool relationships. In:_____ *ASAE Standards 1982: standards engineering practices data*. St. Joseph, 1982, p. 229-241. (ASAE EP291.1)

BALASTREIRE, L.A. *Máquinas Agrícolas*. Piracicaba: Luis Antonio Balastreire, 2004. 322p.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: Funep, 2006. 237p.

BASSO, C.J.; CERETTA, C.A. Manejo do nitrogênio no milho em sucessão a plantas de cobertura de solo, sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.24, n.4, p.905-915, 2000.

BERTOLINI, E.V.; GAMERO, C.A.; SALATA, A.C.; PIFFER, C.R. Antecipação da adubação de semeadura do milho em dois sistemas de manejo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.32, n.3, p.2355-2366, 2008.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F. Compactação do solo no desenvolvimento radicular e na produtividade da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.6, p.581-588, 2004.

BEUTLER, A.N.; CENTURION, J.F.; ROQUE, C.G.; FERRAZ, M.V. Densidade relativa ótima de Latossolos Vermelhos para a produtividade de soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.29, n. 6, p.843-850, 2005.

BOARD, J.E.; HARVILLE, B.G.; SAXTON, A.M. Narrow-row seed-yield enhancement indeterminate soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v.82, n.1, p.64-68, 1990.

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

BRANQUINHO, K B. *Semeadura direta da soja (Glicine max L.) em função da velocidade de deslocamento e do tipo de manejo do milheto (Pennisetum glaucum (L) R. Brow)*. 2003. 62 f. Dissertação de mestrado em Agronomia - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal.

BRANQUINHO, K.B.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; GROTTA, D.C.C.; BORSATTO, E.A.D. Desempenho de uma semeadora-adubadora direta, em função da velocidade de deslocamento e do tipo de manejo da biomassa da cobertura do solo. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.24, n.2, p.375-379, 2004.

BRITO, F.F. *Perdas quali-quantitativas na colheita mecanizada de soja*. 2006. 40f. Monografia (Graduação em Agronomia). UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.

CALEGARI, A. Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura: dificuldade para sua adoção. 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.145-146.

CALEGARI, A. Importância da rotação de culturas e da cobertura do solo em sistema 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.

CALEGARI, A. Alternativas de culturas para rotação em plantio direto. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, n.80, p.62-70, 2004.

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

CAMILO, A.J.; FERNANDES, H.C.; MODOLO, A.J.; RESENDE, R.C.; Influência de mecanismos rompedores e velocidades de trabalho no desempenho de uma semeadora-adubadora de plantio direto do feijão. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.12, n.3, 203-211, 2004.

CAMPOS, M.A.O.; SILVA, R.P.; CARVALHO FILHO, A.; MESQUITA, H.C.B.; ZABANI, S. Perdas na colheita mecanizada de soja no estado de minas gerais. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.207-213, 2005.

CANTARELLA, H.; DUARTE, A.P. Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: GALVÃO, J.C.C.; MIRANDA, G.V. (eds.). *Tecnologia de produção de milho*. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.139-182.

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

CARPENTER, A.C.; BOARD, J.E. Growth dynamic factors controlling soybean yield stability across plant populations. *Crop Science*, Madison, v.37, n.5, p.1520-1526, 1997.

CARVALHO FILHO, A.; CORTEZ, J.W.; SILVA, R.P.; ZAGO, M.S. Perdas na colheita mecanizada da soja no Triângulo Mineiro. *Nucleus*, Ituverava, v.3, n.1, p.57-60, 2005.

CASAGRANDE, J.R.R.; FORNASIERE FILHO, D. Adubação nitrogenada na cultura do milho safrinha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 37, n. 1, p. 33-40, 2002.

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.

CASÃO JÚNIOR, R. Máquinas: aperfeiçoamento da unidade de semeadura. *Plantio Direto*, Passo Fundo, v. 83, p. 39-42, 2004.

CECCON, G. *Consórcio de culturas: lucro certo em pequenas propriedades*. 2007. Artigo em Hipertexto. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/consorcio/index.htm>. Acesso em: 19 de outubro de 2007.

COELHO, A.M.; FRANÇA, G.E.; PITTA, G.V.E.; ALVES, V.M.C.; HERNANI, L.C. *Cultivo do milho: nutrição e adubação*. Sete Lagoas: Embrapa, 2002. 12p. (Comunicado técnico 44)

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

CORTEZ, J.W. *Avaliação de semeadora-adubadora em coberturas, manejos e velocidades de semeadura na cultura da soja*. 2004. 62f. Monografia (Graduação em Agronomia) Faculdades Associadas de Uberaba, FAZU.

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

CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A.; LOPES, A.; SILVA, R.P. Avaliação de uma semeadora-adubadora em sistema de plantio direto para a cultura da soja. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, 13, n.4, p268-276, 2005.

CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; LOPES, A. Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.26, n.2, p.502-510, 2006.

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

CROOKSTON, R.K.; O'TOOLE, J.; LUDFOR, P.; OZBUN, J.L. Response of beans of shading. *Crop Science*, Madison, v.14, p.708-712, 1974.

DA ROS, C.O.; SALET, R.L.; PORN, R.L.; MACHADO, J.N.C. Disponibilidade de nitrogênio e produtividade de milho e trigo com diferentes métodos de adubação nitrogenada no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.33, n.5, p.799-804, 2003.

DALLMEYER, A.U. Equipamentos: semeadura. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, n.2, p.6-9, 2001.

EDMOND, J.B., DRAPALA, W.L. The effects of temperature, sand and soil acetone on germination of okra seed. *Proceedings of American Society Horticulture Science*, Alexandria, v.71, p.428-34, 1958.

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Centro Nacional de Pesquisas de Solos, 2006. 370p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *Tecnologia de produção de soja na região central do Brasil*. Londrina: Embrapa Cerrados, 2002. 199p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *Tecnologia de produção de soja na região central do Brasil*. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/producaosoja/rotacao.htm>> Acessado em: 03 fev. 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *Copo medidor de perdas na colheita de soja, milho e arroz*. Disponível em: <http://www.catalogosnt.cnptia.embrapa.br/catalogo20/catalogo_de_produtos_e_servicos/arvore/CONTAG01_594_2012200681455.html> Acessado em: 12 de março de 2009.

ESTEVES, J.A.F. *Produção de soja em função da antecipação da adubação fosfatada e potássica em semeadura direta*. 2000. 107 p. Dissertação (Mestrado) – UNESP, Botucatu.

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

FERREIRA, I.C. *Perdas quantitativas na colheita de soja (Glycine max (L.) Merrill) em função da velocidade de deslocamento e de regulagens no sistema de trilha*. 2006. 35f. Monografia (Graduação em Agronomia). UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2006.

FERREIRA, I.C.; SILVA, R.P.; LOPES, A.; FURLANI, C.E.A. Perdas quantitativas na colheita de soja em função da velocidade de deslocamento e regulagens no sistema de trilha. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.15, n.2, 141-150, 2007.

FIORIN, J.E. Plantas recuperadoras da fertilidade do solo. In: *Fertilidade do solo em plantio direto*. Aldeia Norte Editora Ltda., p.39-55, 1999.

FORNASIERE FILHO, D. *A cultura do Milho*. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 273p.

FORNASIERE FILHO, D. *Manual da cultura do Milho*. Jaboticabal: FUNEP, 2007. 574p.

FOLONI, J.SS; ROSOLEM, C.A.; ERLO, J.V.; TAVARES, C.A. Antecipação da adubação potássica da soja em rotação com o milheto. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE

FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25, Rio de Janeiro, 2002. *Anais...* Rio de Janeiro: SBCS, UFRRJ, 2002. Cd_rom.

FREITAS, P.L. São Paulo arranque em plantio direto. *Direto no Cerrado*, Brasília, n.34, p. 11, 2004.

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

FURLANI, C.E.A. *Sistemas de manejo e rotação de culturas de cobertura em plantio direto de soja e milho*. 2005. 99f. Tese (Livre Docência em Máquinas Agrícolas) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

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

FURLANI, C.E.A.; GAMERO, C.A.; LEVIEN, R.; LOPES, A.; LEVIEN, 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, 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.; CORTEZ, J.W.; SILVA, R.P.; REIS, G.N.; ZANETTI, L.A.; GROTTA, D.C.C. Avaliação do desempenho de uma semeadora-adubadora em função da velocidade de deslocamento e carga no depósito de adubo. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.14, n.4, p.270-277, 2006.

GARCIA, A. *Estudo do índice de colheita e de outras características agronômicas de dez cultivares de soja (Glycine max (L.) Merrill) e de suas correlações com a produção de grãos, em duas épocas de semeadura*. 1979. 76p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, 1979.

GARCIA, L.F. Introdução e avaliação de leguminosas para adubação verde em solos arenosos de tabuleiros costeiros do Piauí. *Revista Fac. Agron.*, Maracay, n.28, p.93-103. 2002.

GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; HUBNER, A.P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E.; AMARAL, E.B. Liberação de fósforo e potássio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1097-1104, 2003.

GIRO, G. *Influência do manejo de culturas de cobertura nas perdas quantitativas da colheita mecanizada de soja (Glycine max (L.) Merrill)*. 2004. 38f. Monografia (Graduação em Agronomia) UNESP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2004.

GREGORICH, E. G.; REYNOLDS, W.D.; CULLEY, J.L.B.; McGOVERN, M.A. Changes in soil physical properties with depth in a conventionally tilled soil after no-tillage. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v. 26, p.289-299, 1993.

GRIFFIN, G. A. *Combine harvesting: operating maintaining and improving efficiency of combines*. Fourth Edition. Fundamentals of Machine Operation. Illinois, EUA: John Deere & Company/Malone, 1991. 207 p.

GROTTA, D.C.C; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; CORTEZ, J.W. Cultura do milho em diferentes profundidades de deposição de adubo sobre duas culturas de cobertura. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, Campina Grande, v.6, n.2, p.65-71, 2007.

GUIRRA. *Mucuna anã*. Disponível no site: <<http://www.guirra.com.br>> Acesso em 18 de setembro de 2006.

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

HEINRICHS, R.; VITTI, G. C.; MOREIRA, A.; FIGUEIREDO, P. A. M.; FANCELLI, A. F.; ORAZZA, E. J. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, Campinas, v. 29, p 71-79, 2005.

JOHNSON, M. D.; LOWERY, B. Effect of three conservation tillage practices on soil temperature and thermal properties. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 49, p. 1547-1552, 1985.

KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L.; SILVA, A.P. Resistência mecânica do solo à penetração sob diferentes condições de densidade e teor de água. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.18, n.2, p.45-54, 1998.

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

KLUTHOCOUSKI, J. FANCELLI, A.L.; DOURADO-NETO, D.; RIBEIRO, C.M.; FERRARO, L.A. Manejo do solo e o rendimento de soja, feijão, milho e arroz em plantio direto. *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v 57, n. 1, p. 97-104, 2000.

KURACHI, S. A. H.; COSTA, J.A.S.; BERNARDI, J.A.; COELHO, J.L.D.; SILVEIRA, G.M.. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento e dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. *Bragantia*, Campinas, v.48, n.2, p.249-262, 1989.

LAFLEN, J.M.; AMEMIYA, M. HINTZ, E.A. Measuring crop residue cover. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v.36, n.6, p. 341-343, 1981.

LANA, R.M.Q.; VILELA FILHO, C.E.; ZANÃO JUNIOR, L.A.; PEREIRA, H.S.; LANA, A.M.Q. Adubação superficial com fósforo e potássio para a soja em diferentes épocas em pré-semeadura na instalação do sistema de plantio direto. *Scientia Agraria*, Curitiba, v.4, n.1-2, p.53-60, 2003.

LEVIEN, R.; GAMERO, C.A.; FURLANI, C.E.A. Manejo mecânico de aveia preta com rolo faca e triturador de palhas tratorizado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 30, 2001, Foz do Iguaçu. *Anais...* Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2001. 1 CD ROM.

LOPES, A.S. Recomendações de calagem e adubação no sistema plantio direto. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V.H. (Editores). Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais: recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação . Viçosa, MG, 1999. p.93-99.

LOPES, A.S.; WIETHOLTER, S.; GUILHERME, L.R.G.; SILVA, C.A. *Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo*. São Paulo: ANDA, 2003. 115p.

LOVANDINI, L.A.C. Emprego de *Dolichos lab lab* como adubo verde. Estudo do plantio intercalado na cultura do milho. *Bragantia*, Campinas, v.5, n. 8, p.97-108, 1972.

MACIEL, R.F. *Manejo das culturas de crotalária (Crotalária juncea L.) e mucuna-cinza (Stizolobium niveum) visando ao plantio direto*. 2002. 53 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

MARCHÃO, R.L.; BRASIL, E.M.; DUARTE, J.B.; GUIMARÃES, C.M.; GOMES, J.A. Densidade de plantas e características agronômicas de híbridos de milho sob espaçamento reduzido entre linhas. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v.35, n.2, p.93-101, 2005.

MARCHESAN. *Produtos: plantadeiras.* Disponível em: <<http://www.marchesan.com.br/Produtos/ProdutoIndice.asp?IDProduto=58>> Acesso em 23 de abril de 2009.

MARQUES, J.P.; BENEZ, S.H. Manejo da vegetação espontânea para a implantação da cultura do milho (*Zea mays* L.) em plantio direto e preparo convencional do solo. *Energia na Agricultura*, Botucatu, v. 15, n.1, p.13-26, 2000.

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. New York: Academic Press, 1995. 674p.

MATOS, A.M.; SALVI, J.V.; MILAN, M. Pontualidade na operação de semeadura e a antecipação da adubação e suas influências na receita líquida da cultura da soja. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.26, n.2, p.493-501, 2006.

MELLO, L.M.M.; YANO, E.H. Decomposição do guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) e produtividade do milho (*Zea mays* L.) sob decomposição da palha e doses de nitrogênio. In: CONGRESSO LATINO AMERICA DE INGENIERIA RURAL, 2, 1998. *Anais...* La Plata: ALIA, 1998. Cd_rom.

MELLO, L.M.M.; FERREIRA, S.R.; YANO, E.H. Desempenho do equipamento sobre tamanho do fragmento do guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). In; BALBUENA, R.H.; BENES, S.H., JORAJURIA, D. *Ingenieria rural y mecanizacion agrária em el âmbito Latinoamericano*. La Plata: Editorial de La U.N.L.P., 1998. p.143-148.

MELLO, L.M.M.; PINTO, E.R.; YANO, E.H. Distribuição de sementes e produtividade de grãos da cultura do milho em função da velocidade de semeadura e tipos de dosadores. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.23, n.3, p.563-567, 2003.

MEROTTO JÚNIOR, A.; M. L. DE ALMEIDA; O. FUCHS. Aumento no rendimento de grãos de milho através do aumento da população de plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.27, n.4, p.549-554, 1997.

MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; MANTOVANI, E.C.; ANDRADE, J.C.M.A.; FRANÇANETO, J.B.; SILVA, J.G.; FONSECA, J.R.; PORTUGAL, F.A.F.; GUIMARÃES SOBRINHO, J.B. *Manual do produtor: como evitar os desperdícios nas colheitas de soja, milho e do arroz*. Londrina: Embrapa – CNPSo, 1998. 31p.

MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.; ANDRADE, J.G.M. Caracterização da colheita mecanizada da soja no Paraná. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.21, n.2, p.197-205, 2001.

MESQUITA, C.M.; COSTA, N.P.; PEREIRA, J.E.; MAURINA, A.C.; ANDRADE, J.G.M. Perfil da colheita mecânica da soja no Brasil: safra 1998/1999. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.22, n.3, p.398-406, 2002.

MIALHE, L. G. *Máquinas Agrícolas: ensaios e certificações*. Piracicaba: FEALQ, 1996. 722p.

NAGAOKA, A. K.; NOMURA, R. H. C. Tratores: semeadura. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, n.18, p.24-26, 2003.

NEALE, M.A.; HOBSON, R.N.; PRICE, J.S.; BRUCE, D.M.; Effectiveness of three types of grain separator for crop matter harvested with a stripping header. *Biosystems Engineering*, Edinburgh, v. 84, n. 2, p.177 – 197, 2003.

OLIVEIRA, M.L.; VIEIRA, L.B.; MANTOVANI, E.C.; SOUZA, C.M.; DIAS, G.P. Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.35, n.7, p.1455-1463, 2000.

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

OLIVEIRA, T. K. de; CARVALHO, G. J. de; MORAES, R. N. de S.; MAGALHÃES JÚNIOR, P. R. Características agronômicas e produção de fitomassa de milho verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 27, n. 1, p. 223-227, 2003.

PELA, A. *Uso de plantas de cobertura em pré-safra e seus efeitos nas propriedades físicas do solo e na cultura do milho em plantio direto na região de Jaboticabal – SP*. 53f. 2002. Dissertação (Mestrado), FCAV – UNESP, Jaboticabal, SP.

PIMENTEL GOMES, F. *Curso de Estatística Experimental*. Piracicaba: ESALQ, 2000. 477p.

PORTELLA, J. A. *Colheita de grãos mecanizada: implementos, manutenção e regulação*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2000. 190 p.

PORTELLA, J. A. Perdas de trigo, de soja e de milho x umidade do grão durante a colheita mecanizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 26, 2007, Campina Grande. *Anais...* Campina Grande: SBEA, 1997a. CD Rom.

PORTELLA, J. A.; SATTler, A.; FAGANELLO, A. Desempenho de elementos rompedores de solo sobre o índice de emergência de soja e de milho em plantio direto no sul do Brasil. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.5, n.3, p.209-217, 1997b.

PRADO, R.M. NATALE, W. FURLANI, C.E.A. *Manejo mecanizado de atividades para a implantação de culturas*. Jaboticabal: SBEA, 2002. 99p.

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

PÖTTKER, D.; WIETHÖLTER, S. Antecipação da aplicação de nitrogênio em milho. In: EMBRAPA TRIGO: Pesquisa em Andamento, n.1, 1999. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_pa01.htm>. Acesso em: 29 ago. de 2003.

QUEIROZ, D.M.; SOUZA, C.M.A.; PINTO, F.A.C.; MANTOVANI, E.C. Simulação dos processos de trilha e separação em colhedoras de grãos. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.12, n.2, 105-117, 2004.

RAIJ, B.V.; SILVA, N.M.; BATAGLIA, O.C.; GUAGGIO, J.A.; HIROGE, R.; CANTARELLA, H.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; DECHEN, A.R.; TRANI, P.E. *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas: IAC, 1985. 107p.

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

REICHERT, J.M.; SUZUKI, L.E.A.S.; REINERT, D.J.; HORN, R.; KANSSON, I.H. Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils. *Soil & Tillage Research*, Amsterdam, v.102, 242–254, 2009.

REIS, G.N.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, R.P.; GERLACH, J.R.; CORTEZ, J.W.; GROTTA, D.C.C. Decomposição de culturas de cobertura no sistema plantio direto, manejadas

mecânica e quimicamente. *Engenharia na Agricultura*, Jaboticabal, v.27, n.1, p.194-200, 2007a

REIS, G.N.; SILVA, R.P.; FURLANI, C.E.A.; CAVALIN NETO, J.; GROTTA, D.C.C; CORTEZ, J.W. Manejo do consórcio com culturas de adubação verde em sistema plantio direto. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.29, supl., p.677-681, 2007b.

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, 2003.

RODRIGUES, C.R. *Frações de fósforo e produção da soja e do feijoeiro em sucessão a gramíneas adubadas com diferentes fertilizantes fosfatados*. 113f. 2006. Tese (Doutorado) – UFLA, Lavras, MG.

ROSOLEM, C. A. *Relações solo-planta na cultura do milho*. Jaboticabal: Funep, 1995. 53 p.

SÁ, J. C. M. *Manejo de nitrogênio na cultura de milho no sistema plantio direto*. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 23 p.

SADE, M. Breve histórico do sistema de plantio direto na palha no Brasil. 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.15-18

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. L. *Sistema de Plantio Direto: o produtor pergunta a Embrapa responde*. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1998. 248p.

SANTOS, V.S.; CAMPELO JUNIOR, J.H. Influência dos elementos meteorológicos na produção de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.7, n.1, p.91-98, 2003.

SATURNINO, H.M. Evolução do Plantio direto e as perspectivas nos cerrados. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.22, n. 208, p.5-12, 2001.

SEGUATELLI, C.R. *Produtividade da soja em semeadura direta com antecipação da adubação fosfatada e potássica na cultura de Eleusine coracana (L.) Gaertn.* 58f. 2004. Dissertação (Mestrado) ESALQ, Piracicaba, SP.

SELLES, F.; KOCHHANN, R.A.; DENARDIN, J.E.; ZENTNER, R.P.; FAGANELLO, A. Distribution of phosphorus fractions in a Brazilian Oxisol under different tillage systems. *Soil Till. Res.*, Amsterdam, v.44, n. 1, p.23-34, 1997.

SENO, M.S.; GOMES, L.; CORTELAZZO, A.L. Caracterização do material de reserva em feijão-guandu, lab-labe e mucuna. *Bragantia*, Campinas, v. 55, n. 1, p. 67-73, 1996.

SILVA, O.F.; BARBOSA FILHO, M.P. *Adubação de cobertura com uréia: a alternativa mais econômica para a cultura do feijoeiro irrigado em sistema plantio direto*. Santo Antonio de Goiás: Embrapa, 2000. (Pesquisa em foco nº 39)

SILVA, J.G.; SILVEIRA, P.M. *Avaliação de uma semeadora adubadora na cultura do milho*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. 19 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Arroz e Feijão).

SILVA, R.P., CAMPOS, M.A.O., MESQUITA, H.C.B., ZABANI, S. Perdas na colheita mecanizada de milho no Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba – MG. *FAZU em Revista*, Uberaba, n.1, p.3-10, 2004.

SILVEIRA, P. M.; SILVA, J.G.; STONE, L.F.; ZIMMERMAN, F.J.P. *Efeito do sistema de preparo na densidade do solo*. Santo Antônio de Goiás (GO): EMBRAPA, novembro de 1999. (EMBRAPA: Pesquisa em foco n. 23)

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. 1 CD ROM.

SKORA NETO, F. Uso de caracteres fenológicos do milho como indicadores do início da interferência causada por plantas daninhas. *Planta daninha*, Viçosa, v. 21, n. 1, p.1-87, 2003.

SOUZA, C.M. A.; QUEIROZ, D.M.; CECON, P.R.; MANTOVANI, E.C. Avaliação de perdas em uma colhedora de fluxo axial para feijão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 5, n.3, p. 530-537, 2001.

STEVENSON, F.J. *Cycles of soil*. New York: Wiley-Interscience Publication, 1986. 380p.

STOLF, R. Teoria e teste experimental de formulas de transformação dos dados de penetrômetro de impacto em resistência do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v15, n.2, p.229-235, 1991.

STOLF, R.; FERNANDES, J. ; FURLANI NETO, V. Penetrômetro de impacto – modelo IAA/Planalsucar – STOLF. *STAB*, Piracicaba, v1, n. 3, p.18-23, 1983.

SUZUKI, L.E.A.S. *Compactação do solo e sua influência nas propriedades físicas do solo e crescimento e rendimento de culturas*. 2005. 151f. Dissertação (Mestrado – Ciência do Solo), Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

SUZUKI, S.; YUYAMA, M.M.; CAMACHO, S.A. *Boletim de Pesquisa de Soja 2005*. Rondonópolis: Fundação Mato Grosso, 2005. 230p.

SUZUKI, L.E.A.; REICHERT, J.M.; REINERT, D.J.; LIMA, C.L.R. Grau de compactação, propriedades físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.42, n.8, p.1159-1167, 2007.

THOMAS, G.W. *Mineral nutrition and fertilizer placement*. In: SPRAGUE, M.A. e TRIPLETT, G.B. No-tillage and surface-tillage agriculture; the tillage revolution. New York: John Wiley, 1986. p.1-18.

TOURINO, M.C.C.; REZENDE, P.M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.37, n.8, p. 1071-1077, 2002.

TOURINO, M.C.; KLINGENSTEINER, P. Ensaio e avaliação de semeadoras-adubadoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 13, 1983, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro : UFRRJ, 1983. v.2, p.103-116.

VIEIRA, L.B.; REIS, E.F. Máquinas para o plantio direto. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.22, n.208, p. 44-54, 2001.

WARRICK, A.W.; NIELSEN, D.R. *Spatial variability of soil physical properties in the field*. New York, Academic Press, 1980.

WEISS, A.; SANTOS, S.; BACK, N.; FORCELLINI, F.A.; DIAS, A. 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. v.3, p.139.

WIETHÖLTER, S. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto: Experiência nos Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24, 2000 (Fertbio 2000), *Anais...* Santa Maria, RS. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000.35p. (CD-ROM).

YAMADA, T.; ABDALLA, S.R.S. Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho? *Informações Agronômicas*, Piracicaba, n.91, p.1-5, 2000.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Sequência de fotos na execução do experimento no primeiro ano agrícola com a cultura do milho nos fatores sistemas de adubação e consórcios



Trator BM100



Conjunto trator-semeadora-adubadora para adubação em pré-semeadura



Adequação das culturas intercalares nas linhas de semeadura



Semeadura do milho e das culturas intercalares



Emergência do milho e feijão-guandu-anão



Emergência do milho e feijão-lab-lab



Emergência do feijão-mucuna-cinza-anã



Milho com o feijão-mucuna-cinza-anã



Milho com o feijão-guandu-anão



Milho com o feijão-lab-lab



Milho no estágio reprodutivo



Colhedora SLC John Deere

APÊNDICE B – Sequência de fotos na execução do experimento no segundo ano agrícola, com a cultura da soja, nos fatores equipamentos de manejo de resíduos e sistemas de adubação



Área experimental antes do manejo



Conjunto trator-rolo-faca



Conjunto trator-triturador de palhas



Conjunto trator-roçadora



Trator Valtra BH 140 para pré-semeadura



Conjunto trator-distribuidor



Adubação de pré-semeadura



Trator MF 660 para semeadura



Semeadora Marchesan Cop Suprema



Semeadura da soja em sistema de
semeadura direta



Soja aos 30 dias pós-semeadura (V3)



Soja na maturidade fisiológica (R7)