UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

FRANCISCA EDCARLA DE ARAUJO NICOLAU

DESEMPENHO ENERGÉTICO E OPERACIONAL DO CONJUNTO TRATOR-SEMEADORA EM FUNÇÃO DE COBERTURAS DO SOLO E MECANISMOS SULCADORES: ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE.

FORTALEZA
2016

FRANCISCA EDCARLA DE ARAUJO NICOLAU

DESEMPENHO ENERGÉTICO E OPERACIONAL DO CONJUNTO TRATOR-SEMEADORA EM FUNÇÃO DE COBERTURAS DO SOLO E MECANISMOS SULCADORES: ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alessandro Chioderoli.

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

N548d Nicolau, Francisca Edcarla de Araujo.
Desempenho energético e operacional do conjunto trator-semeadora em função de coberturas do solo e mecanismos sulcadores: : atributos físicos do solo e componentes de produtividade. / Francisca Edcarla de Araujo Nicolau. – 2016.
102 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2016.
Orientação: Prof. Dr. Carlos Alessandro Chioderoli.

1. Zea mays L.. 2. Sistema plantio direto. 3. Disco. 4. Haste. I. Título.

CDD 630

FRANCISCA EDCARLA DE ARAUJO NICOLAU

DESEMPENHO ENERGÉTICO E OPERACIONAL DO CONJUNTO TRATOR-SEMEADORA EM FUNÇÃO DE COBERTURAS DO SOLO E MECANISMOS SULCADORES: ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E COMPONENTES DE PRODUTIVIDADE.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Área de concentração: Engenharia de Sistemas Agrícolas com Linha de Pesquisa em Máquinas e Mecanização Agrícola.

Aprovada em: 19/07/2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Alessandro Chioderoli (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Danilo Roberto Loureiro
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Cristiano Zerbato
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP)

À Deus.
Aos meus pais, Ariamilton Bento Nicolau e Francisca Francineide de Araujo, a minha tia Antonia Pereira de Araujo e a toda a minha família.

AGRADECIMENTOS

À Deus pelo dom da vida e pela oportunidade de realização desse trabalho.

Aos meus familiares pelo apoio e carinho. Em especial ao meu pai Ariamilton Bento Nicolau, à minha mãe Francisca Francineide de Araujo e à minha tia Antonia Pereira de Araujo que sempre estiveram presentes nessa jornada de estudos e trabalhos da faculdade, que acreditaram no meu potencial, não medindo esforços para me proporcionarem as melhores condições de estudo, estando comigo nas horas difíceis, dando apoio para a realização desta conquista.

Aos meus irmãos que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho: Ari Araujo Nicolau, Carlos Eduardo Pereira Nicolau, Cicero Carlos de Araujo Muniz e Ana Carolina de Araujo.

Aos meus sobrinhos e sobrinhas que proporcionaram momentos de alegria e descontração (Nycolle, Ari Filho, Maria Gabriela, José Eduardo e Maria Eduarda).

Às minhas cunhadas, tios e tias, primos e primas e toda a Família Nicolau e Araujo.

As poderosas do bloco 8 Ap. 101 condomínio mister hull: Rosenya, Francieli, Clarissa, Nayara e Jaiane que considero como irmãs, obrigada pelo carinho, amizade e companheirismo.

Ao meu orientador, professor e amigo Carlos Alessandro Chioderoli, que acreditou meu potencial como bolsista contribuindo significativamente para minha formação profissional e pessoal. Pelos ensinamentos, confiança e amizade.

Aos Membros da banca Prof. Danilo Roberto Loureiro e Prof. Cristiano Zerbato que aceitaram o convite em participar da banca e contribuir para a realização desse projeto.

À todos os integrantes do Núcleo Integrado de Máquinas e Projetos Agrícolas que participaram ativamente na execução do experimento, em especial Paulo Ricardo, clice, Marcelo, Jean, Albertina, Evanaldo, Renata, Isabela, Nivanda, Henrique, Elivânia e Mara.

Aos professores do departamento de engenharia agrícola da Universidade Federal do Ceará, em especial aos da área de sistemas agrícola pelos ensinamentos dentro e fora de sala de aula.

Aos operadores, Emanuel, Vasconcelo, Sandoval, Deleon e seu Carlos pela ajuda em dias de trabalho de campo.

Às minhas amigas: Joana, Aline e Francieli pelas palavras amiga nos momentos difíceis.

As meninas: Renata, Nivanda e Isabela pelo carinho nos momentos difíceis.

As meninas do bloco 1 Ap. 103 do condomínio mister hull: Clice, Hellen, Jordânia e Rosa pela amizade, carinho e companheirismo.

As minhas vizinhas Tamires e Layane.

A todos os servidores da UFC – Campus Pici que de alguma forma contribuíram para a minha formação.

A todos aqueles que possam ter contribuído de alguma forma para a realização desta conquista na minha vida profissional.

RESUMO

NICOLAU, Francisca Edcarla de Araujo, Universidade Federal do Ceará. Julho de 2016. **Desempenho energético e operacional do conjunto trator-semeadora em função de coberturas do solo e mecanismos sulcadores: atributos físicos do solo e componentes de produtividade.** Orientador: Prof. Dr. Carlos Alessandro Chioderoli. Conselheiros: Prof. Dr. Danilo Roberto Loureiro, Prof. Dr. Cristiano Zerbato.

Os mecanismos sulcadores da semeadora-adubadora exercem importância no desempenho tratório e energético do conjunto trator-semeadora. Objetivou-se avaliar o desempenho energético e operacional do conjunto trator-semeadora na semeadura do milho, atributos físicos do solo e componentes de produtividade em função de coberturas do solo e mecanismos sulcadores na região Nordeste. O experimento foi instalado em área agrícola da Universidade Federal do Ceará (UFC Campus do Pici), em Argissolo Vermelho-amarelo. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com oito tratamentos em esquema fatorial (2x3)+2, com quatro repetições, totalizando 32 parcelas experimentais. Os tratamentos foram constituídos por dois mecanismos sulcadores (disco e haste) e três plantas de cobertura (crotalária, sorgo e capim mombaça) + duas testemunhas (milho em solo nu com disco e milho em solo nu com haste). Foram avaliados o desempenho energético e operacional do conjunto trator-semeadora, os atributos físicos do solo e as características fitotécnicas do milho. A porosidade total não apresentou significância para os fatores mecanismos e coberturas do solo nas três profundidades analisadas. Esse resultado está associado com a macro e microporosidade do solo não terem apresentado diferença, pois a porosidade total é obtida pelo o somatória da macro e microporosidade do solo. A resistência específica operacional foi obtida por meio da relação força por área mobilizada, em função da haste requerer maior força para tracionar semeadora-adubadora e a área mobilizada apresentar-se estatisticamente igual, consequentemente o mecanismo haste apresentou maior resistência específica operacional. Altura de planta e altura de inserção de primeira espiga apesar de serem características genéticas da planta podem ser influenciadas pelo manejo, e de acordo com os resultados as plantas de cobertura proporcionaram crescimento das plantas de milho com destaque para a crotalária. O mecanismo sulcador tipo disco requereu maior demanda energética para consumo específico e consumo específico por área mobilizada e melhor desempenho operacional do conjunto trator-semeadora. A cobertura com crotalária proporcionou menor densidade do solo nas profundidades de 0,0-0,10 m e 0,20-0,30m. A cobertura do solo com crotalária foi a que apresentou maior produtividade.

Palavras-chave: *Zea mays L.*. Sistema plantio direto. Disco. Haste.

ABSTRACT

NICOLAU, Francisca Edcarla de Araujo, Federal University of Ceará. July of 2016. **Energetic and operational performance of tractor-seeder set depending on soil covers and furrower mecanisms: soil physical attributes and productivity components.** Advisor: Prof. Dr. Carlos Alessandro Chioderoli. Counselors: Prof. Dr. Danilo Roberto Loureiro, Prof. Dr. Cristiano Zerbato.

The mechanisms of furrow openers seeder exert importance in tratório and energy performance of tractor- seeder set . The objective of this study was to estimate energy and operational demand of tractor-seeder set associated to corn sowing, soil physical properties and productivity components depending on soil covers and furrower mecanisms in Northeast Region of Brazil. The experiment was installed at the Federal University of Ceará, Fortaleza, Ceará, in an Yellow Red Argisol. The experiment was set in a randomized block design, in a (2x3) +2 factorial scheme, with four replicates resulting in 32 experimental plots. The treatments were two furrower mecanisms (disc furrower and shank) and three cover crops (sunn hemp, sorghum and mombasa grass) and two controls (maize on bare soil traeted with disc furrower and with shank). Power and operational performance of tractor-seeder set, soil physical attributes and maize phytotechnical characteristics were evaluated. The soil total porosity showed no significance to the mechanisms and to the soil covers in three depths analyzed. This result is associated with no difference of soil macro and microporosity of treatments, because the total porosity is obtained by the sum of macro and soil microporosity. The shank showed higher specific operational resistance that was obtained by force per mobilized area, due to the shank require more force to pull seeder and the statistical equivalence of mobilized area. Plant height and first ear height were evaluated because these genetic caracteristics could be influenced by production system, and the results presented cover crops, especially sunn hemp, provided the growth of maize. The disc furrower required greater energy demand on specific consumption and specific consumption per mobilized area and resulted better operational performance of tractor-seeder set (less slippage of the front and rear axles and greater travel speed). Sunn hemp cover provided lower density of soil at depths of 0.0 to 0.10 m and 0.20 to 0.30 m and presented the highest corn productivity.

Keywords: *Zea mays L.*.No-tillage system. Disc furrower. Shank.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Médias de precipitação, temperaturas máxima, mínima e média durante a condução do experimento. Fortaleza-CE, 2015.....32
Figura 2 – Tratores utilizados na semeadura do milho.....36
Figura 3 – Semeadora utilizada na semeadura do milho.....37
Figura 4 – Mecanismo sulcador disco (4A) e mecanismo sulcador haste (4B).....38
Figura 5 – Distribuição das parcelas na área experimental.....39
Figura 6 – Demonstração da área útil.....40
Figura 7 – Delimitando o perfil natural.....41
Figura 8 – Medidores de fluxo de combustível.....42
Figura 9 – Comboio de tratores.....43
Figura 10 – Célula de carga HBM, modelo U 10M.....43
Figura 11 – Profundidade de atuação dos mecanismos sulcadores.....50
Figura 12 – Coeficientes de assimetria e curtose para os atributos físicos do solo nas profundidades de 0,0 – 0,10m, 0,10 – 0,20m, 0,20 – 0,30m.....52
Figura 13 – Coeficientes de assimetria e curtose para o desempenho energético e operacional do conjunto trator-semeadora.....60
Figura 14 – Coeficientes de assimetria e curtose para as características fitotécnicas.....72

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 – Máquinas e equipamentos utilizados na operação de dessecação das plantas de cobertura.....34
Quadro 2 – Equipamentos utilizados no controle de pragas.....34
Quadro 3 – Máquinas e equipamentos utilizados na operação de semeadura do milho.....35
Quadro 4 – Máquinas e equipamentos utilizados na trilha dos grãos.....36

LISTA DE TABELA

Tabela 1 – Caracterização física do solo da área experimental, nas camadas de 0,0-0,10 m; 0,1- 0,20 m e 0,2-0,3 m, antes da instalação do experimento.....33

Tabela 2 – Metodologia recomendada por Kurachi *et al*. (1989).....46

Tabela 3 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Macroporosidade e Microporosidade nas profundidades de 0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m em função dos mecanismos sulcadores e coberturas do solo.....54

Tabela 4 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Macroporosidade e Microporosidade nas profundidades de 0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m em comparação com as testemunha 1 e testemunha 2.....55

Tabela 5 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Porosidade Total e Densidade do solo nas profundidades de 0,0 – 0,10, 0,10 – 0,20 e 0,20 – 0,30 m em função dos mecanismos sulcadores e coberturas do solo.....56

Tabela 6 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Porosidade Total e Densidade do solo nas profundidades de 0,0 – 0,10, 0,10 – 0,20 e 0,20 – 0,30 m em comparação com as testemunha 1 e testemunha 2.....58

Tabela 7 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para a Força na barra de tração, Potência, Área mobilizada, Resistência Específica e Profundidade de Atuação do Mecanismo.....61

Tabela 8 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para a Força na barra de tração, Potência, Área mobilizada, Resistência Específica e Profundidade de atuação do mecanismo com as testemunha 1 e testemunha 2.....63

Tabela 9 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Patinamento do Rodado Dianteiro, Patinamento do Rodado Traseiro, Velocidade de Deslocamento, Capacidade de Campo Operacional (CCO) e Deslizamento do Rodado da Semeadora.....64

Tabela 10 – Síntese de análise de variância e do teste de médias do desdobramento da interação entre os mecanismos sulcadores e as coberturas do solo para o deslizamento do Rodado da semeadora.....66

Tabela 11– Síntese de análise de variância e do teste de médias para Patinamento do Rodado

Dianteiro, Patinamento do Rodado Traseiro, Velocidade de Deslocamento, Capacidade de Campo Operacional (CCO) e Deslizamento do Rodado da Semeadora em comparação com as testemunha 1 e testemunha 2.....67
Tabela 12 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Consumo Horário, Consumo por Área, Consumo Específico e Consumo específico por Área Mobilizada.....69
Tabela 13 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Consumo Horário, Consumo por Área, Consumo Específico e Consumo específico por Área Mobilizada em comparação com as testemunha 1 e testemunha 2.....70
Tabela 14 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Número médio de dias para a emergência de plântulas (dias), Altura de planta (m), Altura de inserção de primeira espiga (m) e Diâmetro do colmo (m).....73
Tabela 15 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Número médio de dias para a emergência de plântulas (dias), Altura de planta (m), Altura de inserção de primeira espiga (m) e Diâmetro do colmo (m) em comparação com as testemunha 1 e testemunha 2.....75
Tabela 16 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para População Inicial, População Final, Distribuição Normal, Distribuição Falha e Distribuição Dupla.....76
Tabela 17 – Síntese de análise de variância e do teste de médias do desdobramento da interação entre os mecanismos sulcadores e as coberturas do solo para População Inicial.....76
Tabela 18 – Síntese de análise de variância e do teste de médias do desdobramento da interação entre os mecanismos sulcadores e as coberturas do solo para População Final.....76
Tabela 19 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para População Inicial, População Final, Distribuição Normal, Distribuição Falha e Distribuição Dupla em comparação com as testemunha 1 e testemunha 2.....78
Tabela 20 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Índice de sobrevivência, Número de Espigas por hectare, Número de fileiras por espiga e Número de grãos por fileira.....79

Tabela 21 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Índice de Sobrevivência, Número de Espigas por hectare, Número de fileiras por espiga e Número de grãos por fileira em comparação com as testemunha 1 e testemunha2.....80
Tabela 22 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Massa de 1000 grãos (g), Produtividade (kg ha^{-1}), Produção de Matéria Seca de Milho (kg ha^{-1}), Produção de Matéria Seca das Plantas de Cobertura (kg ha^{-1}) e Produção de Matéria Seca Total (kg ha^{-1}).....81
Tabela 23 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Massa de 1000 grãos (g), Produtividade (kg ha^{-1}), Produção de Matéria Seca de Milho (kg ha^{-1}) e Produção de Matéria Seca das Plantas de Cobertura (kg ha^{-1}) em comparação com as testemunha 1 e testemunha 2.....83
Tabela 24 – Valores da análise descritiva para os dados de Macroporosidade e Microporosidade nas profundidades de 0,0 – 0,10m, 0,10 – 0,20m e 0,20 – 0,30m.....94
Tabela 25 – Valores da análise descritiva para os dados de Porosidade Total e Densidade do Solo nas profundidades de 0,0 – 0,10m, 0,10 – 0,20m e 0,20 – 0,30m.....95
Tabela 26 – Valores da análise descritiva para os dados de Força, Potência, Velocidade de deslocamento, Capacidade de Campo Operacional e Resistência específica.....96
Tabela 27 – Valores da análise descritiva para os dados de Consumo Horário, Consumo por Área, Consumo Específico e Consumo Específico por Área Mobilizada.....97
Tabela 28 – Valores da análise descritiva para os dados de Patinamento do Rodado Dianteiro, Patinamento do Rodado Traseiro, Deslizamento do Rodado da Semeadora, Área Mobilizada e profundidade de Atuação do Mecanismo.....98
Tabela 29 – Valores da análise descritiva para os dados de Número médio de emergência de plântulas, Altura de planta, Altura de inserção de primeira espiga e Diâmetro do colmo.....99

Tabela 30 – Valores da análise descritiva para os dados de Número de espigas por hectare, Número de fileiras por espigas, Número de grãos por fileiras e Massa de 1000 grãos.....100
Tabela 31 – Valores da análise descritiva para os dados de População inicial, População final, Índice de Sobrevivência e Produção de matéria seca de milho.....101
Tabela 32 – Valores da análise descritiva para os dados de Distribuição normal, Distribuição falha, Distribuição dupla, Produtividade e Produção de matéria seca das plantas de cobertura.....102

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO....16

2 REVISÃO DE LITERATURA....19

2.1 Plantas de cobertura e rotação de culturas....19

2.2 Cultura do milho....24

2.3 Desempenho energético e operacional....25

2.4 Semeadora-adubadora e mecanismos sulcadores....27

2.5 Física do solo....29

3 MATERIAL E MÉTODOS....31

3.1 Caracterização da área experimental....31

***3.1.1 Clima e dados de precipitação*....31**

***3.1.2 Histórico da área e preparo do solo*....32**

3.2 Insumos....33

***3.2.1 Sementes*....33**

***3.2.2 Fertilizantes*....33**

***3.2.3 Defensivos agrícolas*....34**

3.3 Máquinas e equipamentos....34

3.4 Métodos....37

3.4.1 *Descrição dos tratamentos*....37

***3.4.2 Desempenho energético e operacional do conjunto-trator-semeadora*....40**

3.4.2.1 Velocidade de deslocamento, área mobilizada e capacidade de campo operacional....40

3.4.2.2 Consumo horário de combustível, consumo operacional, consumo específico e consumo por área mobilizada....41

3.4.2.3 Força e potência na barra de tração....42

3.4.2.4 Patinamento dos rodados do trator e deslizamento do rodado da semeadora....44

***3.4.3 Características fitotécnicas e componentes de produtividade do milho*....45**

3.4.3.1 Número médio de dias para a emergência de plântulas de milho....45

3.4.3.2 Distribuição longitudinal de plântulas de milho....46

3.4.3.3 População inicial, final das plantas e índice de sobrevivência....47

3.4.3.4 Altura de planta, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro de colmo.....47
3.4.3.5 Número de fileiras de grãos por espiga e número de grãos por fileira.....47
3.4.3.6 Produtividade de grãos.....47
3.4.3.7 Massa de mil grãos.....48
3.4.3.8 Produção de matéria seca de milho, plantas de cobertura e total.....48
***3.4.4 Determinação dos atributos físicos do solo*.....49**
***3.4.5 Resistência especifica operacional e profundidade de atuação do mecanismo sulcador*.....49**
***3.4.6 Análise estatística dos dados*.....50**
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....52
4.1 Atributos Físicos do solo.....52
4.2 Desempenho operacional e energético do conjunto trator-semeadora.....59
4.3 Características agronômicas do milho.....71
5 CONCLUSÕES.....84
REFERÊNCIAS.....85
APÊNDICE A – Estatística descritiva dos atributos físicos do solo.....94
APÊNDICE B – Estatística descritiva do desempenho energético e operacional do conjunto trator-semeadora.....96
APÊNDICE C – Estatística descritiva das características fitotécnicas do milho.....99

1 INTRODUÇÃO

O trator agrícola é a principal fonte de potência no meio rural, desempenhando diversos processos mecanizados juntamente com os equipamentos agrícolas para proporcionar condições de crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas. Para realizar esses processos de forma eficiente é necessário avaliar diversos parâmetros energéticos e operacionais do conjunto trator-equipamento com o intuito de realizar as operações mecanizadas corretamente e com menor custo possível.

Dentre esses processos mecanizados encontra-se o processo de semeadura do milho podendo ser realizado por semeadora-adubadora de precisão que preparam o solo somente na fileira de semeadura, proporcionando o mínimo de mobilização possível e depositando as sementes em espaçamentos pré-definido entre uma semente e outra. O processo de semeadura pode proporcionar reflexos significativos no sistema produtivo, pois a atuação dos órgãos ativos da semeadora, tais como, disco de corte, mecanismos sulcadores para deposição de fertilizantes, disco duplo desencontrado para deposição de sementes e roda compactadora necessitam de regulagens específicas para tal operação.

Qualquer falha nesse processo poderá refletir na produtividade de grãos em decorrência de diversos fatores, como por exemplo, a uniformidade da profundidade de deposição e compactação lateral da semente, interferindo na população de plantas e tornando-se difícil corrigir as possíveis falhas da semeadura, sendo necessário ser realizada de forma eficiente para se obter altas produtividades e consequentemente lucro.

A configuração da semeadora-adubadora deve ser levada em consideração, pois os mecanismos de abertura de sulco e deposição das sementes no leito de semeadura exercem importância no desempenho tratório e energético do conjunto trator-semeadora, como por exemplo, demanda de força e potência, consumo de combustível e capacidade de campo operacional, tornando-se necessário identificar qual configuração dos mecanismos de abertura (disco e haste) proporcionará melhor desempenho do conjunto trator-semeadora.

Associados aos processos mecanizados encontram-se as plantas de cobertura em decorrência do uso de máquinas específicas para a implantação do sistema plantio direto que realiza a semeadura sobre a cobertura existente na superfície do solo sem nenhum preparo prévio.

Para o sucesso da semeadura direta torna-se necessário que as plantas de cobertura proporcionem uma distribuição homogênea da palha, facilitando a atuação dos órgãos ativos da semeadora e o sucesso na distribuição de sementes.

O manejo das plantas de cobertura é de fundamental importância para o sucesso do processo de semeadura direta, podendo ser realizado pelo método químico com o uso de herbicidas, podendo favorecer a manutenção do aporte de palhada na superfície do solo por manter o material vegetal em sua integralidade estrutural, que possivelmente irá contribuir na redução da taxa de decomposição, proporcionando maior longevidade de cobertura no solo.

A manutenção do aporte de cobertura na superfície do solo está relacionada ao tipo de cobertura utilizada para a formação da palhada, sendo que as gramíneas por apresentarem alta relação C/N podem proporcionar maior longevidade do aporte de palhada na superfície do solo quando comparada as leguminosas, visto que por apresentar baixa relação C/N a matéria orgânica é mineralizada rapidamente. Outro fator diretamente relacionado à manutenção do aporte de palhada na superfície são as condições de temperatura elevada e precipitação, características semelhantes às condições climáticas do nordeste, que podem favorecer o processo de aceleração de decomposição do material vegetal, com a necessidade de buscar por alternativas que aumente e conserve o aporte de palhada na superfície do solo, dentre elas identificar plantas de cobertura que apresente bom aporte de palhada, favorecendo a manutenção da cobertura vegetal na superfície do solo por maior período de tempo.

Em função de o solo ser um organismo vivo que naturalmente sofre degradação e principalmente pela ação antrópica ocorre à aceleração desse processo tornando os solos muitas vezes improdutivos.

Diante dessa problemática buscam-se alternativas para a recuperação e preservação desse elemento fundamental no sistema agrícola, dentre essas alternativas encontra-se o uso de plantas de cobertura que apresente benefícios ao solo, dentre eles redução da erosão, diminuição do impacto direto da gota da chuva, redução da amplitude térmica, maior infiltração de água, além de melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo.

Além da manutenção e conservação do solo as plantas de cobertura podem proporcionar melhor crescimento e desenvolvimento das culturas comerciais e consequentemente maior incremento na produtividade de grãos.

Em decorrência das poucas pesquisas realizadas na Região Nordeste com mecanismos sulcadores e plantas de coberturas do solo objetivou-se avaliar o desempenho energético e operacional do conjunto trator-semeadora na semeadura do milho, atributos físicos do solo e componentes de produtividade em função de coberturas do solo e mecanismos sulcadores na região Nordeste.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Plantas de cobertura e rotação de culturas

De acordo com Wutke et al. (2014) a parti de 1980 o conceito de adubação verde então vigente passou a ser denominado também de “plantas de coberturas”, com ou sem incorporação ao solo, devido também à introdução de outras espécies vegetais, não apenas de leguminosas, mas gramíneas (Poáceas), crucíferas (brássicas) e compostas (asteráceas), entre outras, tendo principal finalidade de promover cobertura do solo, preservar e recuperar a produtividade das áreas em cultivo.

O uso das plantas de cobertura nos sistemas de produção é uma prática que visa manter resíduos vegetais na superfície do solo, protegendo-o e promovendo a liberação de nutrientes para a cultura principal, além de melhorar a qualidade física, química e biológica do solo (FERREIRA et al., 2000).

Qualquer espécie vegetal pode ser utilizada como planta de cobertura. Contudo, algumas características agronômicas devem ser priorizadas para obter as principais finalidades do uso das plantas de coberturas. Destacando-se as seguintes características: elevado potencial de produção de biomassa vegetal, rápida velocidade de crescimento, semeadas em rotação, sucessão ou consórcio com espécies de importância econômica, ciclo compatível com a cultura comercial, eficiência na ciclagem de nutrientes, resistentes ao estresse hídrico, adaptadas as condições de baixa fertilidade do solo, não hospedeira de pragas e doenças da cultura principal (SILVA et al., 2014).

Plantas de cobertura proporcionam inúmeros benefícios para os ecossistemas agrícolas melhorando suas qualidades físicas, químicas e biológicas do solo, como por exemplo, reduzindo o impacto direto da gota da chuva, a amplitude térmica e a erosão do solo. Conforme Bressan et al. (2013) os resíduos vegetais de milheto e braquiária sobre a superfície do solo contribui para a elevação do pH e redução do Al^{+3} trocável, acréscimo na soma de bases por meio do aumento nos teores de nutrientes, além do aumento da CTC efetiva nas primeiras camadas do solo.

A melhoria dos atributos químicos do solo resulta do elevado acúmulo de fitomassa sobre a superfície do solo e dos processos de decomposição e mineralização do resíduo vegetal,

liberando nutrientes em quantidades, principalmente de N e K nos agrosistemas produtivo, promovendo um ambiente favorável ao desenvolvimento da atividade biológica com efeito na fertilidade do solo (COSTA et al., 2015).

A qualidade física do solo pode ser comprovada por meio de alguns atributos físicas do solo como, por exemplo, densidade, macroporosidade, microporosidade e porosidade total. Em sistema de semeadura direta com semeadura de diferentes tipos de coberturas do solo e muitos anos de cultivo, Torres et al. (2015) observarem redução da densidade, diminuição da macraporosidade, aumento da microporosidade e da porosidade total solo na camada de 0,10-0,20 para a crotalária, milheto, pousio e sorgo, a redução da macroporosidade não atingiu os 10% do valor de referência que limita o crescimento das raízes, as trocas gasosas e a percolação de água.

Cultivo consorciado com leguminosas de verão apresentou melhorias nos atributos físicos do solo em relação ao monocultivo, com redução significativa da densidade do solo e aumento da macroporosidade, características que interferem diretamente no desenvolvimento das culturas, pois densidade afeta o crescimento radicular e a macroporosidade é responsáveis pelas trocas gasosas no solo (CHIEZA et al., 2013).

Outro fator importante a ser considerado nas plantas de cobertura está relacionado com a quantidade de palhada sobre a superfície do solo, ou seja, a capacidade de permanecer protegendo a superfície do solo (ALVARENGA et al., 2001).

O tempo de permanência das plantas de cobertura sobre a superfície do solo está relacionada diretamente com a velocidade de decomposição da cobertura do solo podendo ser influenciada por diversos fatores dentre eles as condições edafoclimáticas e a relação carbono/nitrogênio. A combinação de elevadas temperaturas e alto indicie pluviométrico, atrelada a baixa relação C/N proporciona maior taxa de decomposição da fitomassa de plantas e consequentemente maior liberação de nutrientes para as plantas por meio da mineralização (ACOSTA et al., 2014).

De acordo com Mendonça (2013) a crotalária e o feijão bravo do Ceará são plantas de cobertura que apresentam distribuição homogênea no perfil do solo de nitrogênio disponível por serem leguminosas e consequentemente apresentarem baixa relação C/N, decompondo-se rapidamente na superfície do solo e liberando nutrientes ao longo do perfil do solo. Contudo o milheto por ser um gramínia tem razão C/N alta indicando ser bastante lenta a mineralização dos nutrientes.

A crotalária spectabili (*Crotalaria spectabilis Roth)*, é uma leguminosa anual com crescimento inicial lento e possui raiz pivotante, podendo romper camadas compactadas. É uma planta de porte médio com tamanho entre 0,60 a 1,50 m de comprimento e ramificada, denominada subarbustiva. É de clima tropical e subtropical, se desenvolve bem nos diferentes tipos de textura do solo, inclusive nos relativamente pobres em fósforo (BARRETO; FERNANDES, 2001).

A crotalária spectabilis apresenta uma grande produção de matéria verde/seca, com 42 e 9,66 toneladas de massa verde e seca, respectivamente (SCHEUER; TOMASI, 2011).

O sorgo (*Sorghum bicolor* (L). Moench) é uma gramínea que possui um potencial de se desenvolver e produzir em regiões com ocorrência de deficiência hídrica, distribuição irregular de chuvas e altas temperaturas, condições climáticas que caracteriza a região Nordeste do Brasil (SANTOS et al., 2007).

O sorgo cultivar BRS ponta negra apresentou altura de planta e diâmetro de colmo superiores as demais cultivares analisados no estudo, caracterizando-o como um sorgo forrageiro por apresentar porte alto, maior percentual colmo e diâmetro do colmo e também lâmina foliar, consequentemente maior produção de biomassa. A cultivar apresentou peso de massa verde e seca de 52,14 e 12,07 52,14 kg h^{-1}, respectivamente (PERAZZO et al., 2013).

Bonelli et al. (2011) avaliando as características produtivas e morfológicas das gramíneas forrageiras Brachiaria brizantha vc. Piatã e Panicum maximum cv. Mombaça, sob níveis de compactação do solo, observaram que o capim mombaça apresentou médias superiores nas variáveis de número de perfilhos, massa seca das folhas, massa seca do colmo e massa seca da parte aérea no primeiro corte quando comparado com o capim piatã. Contudo no segundo corte o capim mombaça apresentou redução na produção nos níveis de compactação.

Os principais agentes externos envolvidos na desagregação do solo em condições de campo são aqueles ligados ao impacto das gotas da chuva, ao escoamento superficial e a intensidade da chuva, a presença de cobertura vegetal sobra a superfície do solo é de fundamental importância na redução desses agentes, Santos et al. (2008) trabalhando com cobertura vegetal, manejo do solo em nível, morro a baixo e solo descoberto, observaram que a condição de solo com cobertura vegetal apresentou redução das taxas de desagregação de 94,74 e 84,62% em relação à parcela desmatada, para as intensidades de 60 e 120 mm h^{-1}.

A presença de cobertura na superfície do solo interfere diretamente no processo de infiltração de água e determina a quantidade de água disponível para as plantas, as práticas conservacionistas proporcionam o melhor aproveitamento da águas das chuvas, diminuindo as perdas excessivas de solo por escoamento superficial, além de reduzir as perdas de água por evaporação mantendo a umidade do solo (BORGES et al., 2014).

A maior produtividade de grãos pode estar relacionada à velocidade de emergência das plântulas que no sistema plantio direto é superior ao sistema convencional sendo justificado pela falta de cobertura na superfície do solo (LIMA et al., 2010).

O uso de plantas de cobertura na agricultura não está relacionado somente à conservação do solo e da água, mas também nas melhores características fitotécnicas do milho que estão diretamente relacionadas com a produtividade. Albuquerque et al. (2013) ressaltam a importância do cultivo do milho em sucessão a plantas de cobertura no aumento da produtividade, pois os melhores resultados para massa de 100 grãos e produtividade do milho, foram obtidos no cultivo com os resíduos de crotalária.

A rotação de cultura é uma prática de cultivo que consiste na alternância de diferentes culturas de forma ordenada no mesmo tempo (ciclo), na mesma área e na mesma estação do ano de acordo com os princípios básicos levando em consideração a família botânica das espécies, priorizando culturas que possuam sistemas radiculares diferentes como, por exemplo, leguminosas e gramíneas, que apresente efeito residual positivo para solo e consequentemente para a cultura sucessora (GONÇALVES et al., 2007).

No sistema de rotação de cultura existe a cultura principal que é definida como sendo aquela que entre as praticadas na rotação, gera maior rendimento líquido para o produtor. Definida qual a cultura principal dentro do sistema as demais são classificadas como culturas secundárias, tendo como principal objetivo proporcionar melhorias no sistema para a próxima cultura (BARROS & CALADO, 2011).

Conforme Franchini et al. (2011) o sistema de rotação de cultura deve seguir algumas exigências com o intuito de se obter melhorais para a qualidade do solo, aumentar a produtividade da cultura principal, estabilizar a produção e racionalizar o uso de insumos, atendendo-se aos seguintes princípios:

- Produzir fitomassa da parte aérea e raiz em quantidade suficiente que proporcione o aumento do teor de matéria orgânica no solo e consequentemente boa formação de cobertura morta

sobre a superfície do solo com o objetivo de proteger contra os processos erosivos, reduzir a amplitude térmica e perdas de água;

- Escolher culturas que não sirva de hospedeiro de pragas e doenças da cultura principal;
- Culturas que apresente capacidade de aproveitamento de nutrientes e exigências nutricionais diferentes;
- Diversificar princípios ativos e mecanismos de ação dos agroquímicos, com o intuito de evitar a seleção de espécies/biótipo tolerantes/resistentes;
- Proporcionar renda direta por meio da produção de grãos, sementes ou produção de forragem ou de forma indireta, pelos efeitos positivos sobre as culturas subsequentes.

O uso do sistema de rotação de culturas influencia diretamente no crescimento, desenvolvimento e produtividade dos agrosistemas por meio dos benefícios que promovem aos atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Os efeitos benéficos são: capacidade de infiltração de água, aeração, condutividade hidráulica, estabilização dos agregados, fornecimento de nutrientes para as culturas, aumento da capacidade de troca de cátions do solo (CTC), ciclagem e reciclagem de nutrientes, o controle biológico e a fixação de N (FRANCHINI et al., 2011).

Segundo Llanillo et al. (2013) analisando o cultivo de semeadura direta em diferentes sistemas de produção observaram que o manejo de culturas anuais em semeadura direta e rotação de cultura, apresentou perfil do solo com melhor morfologia estrutural, sem ocorrência de compactação visível, com traços de atividade biológica, boa porosidade aparentemente e valores relativamente baixos de resistência do solo a penetração devido aos diferentes sistemas radiculares e a incorporação da matéria orgânica contribuindo para minimizar os efeitos da compactação no solo.

De acordo com Luís (2014) avaliando as características agronômicas do milho observou maior produtividade do milho semeado em diferentes culturas antecessoras se comparada ao pousio, isso devido às culturas antecessoras apresentarem capacidade de proporcionar maior fitomassa protegendo a superfície do solo e melhorando sua fertilidade em função da maior disponibilidade de nutrientes.

2.2 Cultura do milho

A cultura do milho apresenta uma ampla distribuição geográfica, podendo ser cultivado em diversas regiões do mundo, sendo considerado o terceiro cereal mais cultivado, no Brasil é a principal commodity de produção nacional com estimativa de produção de grãos de 80.208,4 mil toneladas na safra 2014/2015 (CONAB, 2015).

O milho apresenta grande importância econômica e social no mundo, por ser um dos principais produtos utilizados na alimentação humana e animal, além de ser cultivado em diversas propriedades rurais. No Brasil a cultura do milho ocupa posição significativa na economia, devido a área cultivada, valor de produção agropecuária e do volume produzido (PAIVA, 2011).

O milho apresenta a seguinte classificação botânica: reino Plantae; divisão Anthophta; classe Monocotiledonae; ordem Poales (DOEBLEY, 1990); família Poaceae; gênero Zea; espécie *Zea may L.* (PATERNIANI; CAMPOS, 1999).

A ecofisiologia do milho tem a finalidade de conhecer as diferentes fases do crescimento e desenvolvimento da planta. O desenvolvimento fenológico é subdividido em fase vegetativa e reprodutiva, sendo importante conhecer as exigências nutricionais de cada uma delas para que se realize um manejo adequado da cultura (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

Segundo Pelá et al. (2010) avaliando as características agronômicas do milho em função dos diferentes tipos de cobertura do solo, observaram que, para a altura da planta, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro do colmo que as parcelas com as coberturas de *C. juncea*e *C. Spectabilis* apresentaram maiores valores em relação a braquiária para as características estudadas, isso devido pela maior disponibilização de N para o milho, por se tratar de uma leguminosa que realiza a fixação de nitrogênio atmosférico por meio dos rizóbios.

O uso de plantas de cobertura interfere diretamente no desenvolvimento e consequentemente na produtividade da cultura, pois Borges et al. (2015) analisando a produtividade do milho observaram melhores resultados para o milho semeado nas plantas de cobertura.

A incidência de plantas daninhas em áreas de cultivo de milho intervém no desenvolvimento fenológico, principalmente nos primeiros estádios desenvolvimento em função da competição por água, luz e nutrientes, as plantas de cobertura proporciona redução das plantas

daninhas, decorrente das espécies produzirem diferentes compostos alelopáticos e formação de barreiras físicas, que inibem ou impedem a germinação e/ou desenvolvimento das plantas daninhas, favorecendo o desempenho produtivo do milho (MORAES et al., 2013).

De acordo com Trogello et al. (2014) os diferentes mecanismos sulcadores não influenciam nos parâmetros de desenvolvimento inicial do milho como por exemplo, número médio de dias para a emergência, estande inicial e altura de plantas. Com relação aos parâmetros de produtividade Trogello et al. (2013) também não observaram interferência dos mecanismos sulcadores para número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, massa de mil grãos e produtividade.

2.3 Desempenho energético e operacional

O desempenho energético e operacional dos tratores agrícolas são indicadores inter-relacionados entre si que avalia a execução das atividades mecanizadas auxiliando na tomada de decisão para o controle e melhoria na qualidade dos processos mecanizados nas propriedades agrícolas, com o objetivo de realizar os processos mecanizados de forma rápida e eficiente com menor custo (PELOIA; MILAN, 2010).

Os custos com as operações agrícolas mecanizadas muitas vezes torna-se onerosa e as condições da superfície do solo tem uma relação direta com a capacidade tratória do conjunto mecanizado, pois Filho et al. (2010) analisaram o desempenho do trator em três superfícies de solo, observaram que na superfície de solo mobilizado o desempenho do trator para as variáveis de consumo horário e específico de combustível foi inferior ao obtido em solo coberto com palha de milho e braquiária.

A capacidade de campo operacional (ha h^{-1}) diz respeito à quantidade de área que o conjunto trator-implemento com segue realizar o processo em determinado tempo, sendo influenciada diretamente pela velocidade deslocamento de trator, pois quanto maior a velocidade maior a área que o trator consegue trabalhar em menos tempo (AMORIM et al., 2015).

O consumo de combustível em tratores agrícolas é um parâmetro afetado por diversos fatores dentre eles, tipo de operação que está realizando, profundidade de trabalho e velocidade deslocamento, pois o consumo de combustível aumenta em maiores profundidades (MACHADO

et al.,2015) e em maiores velocidades de deslocamento devido acréscimo na potência necessária para tracionar o implemento (BECKER et al., 2014).

Muitos parâmetros são avaliados no desempenho operacional de uma máquina agrícola, dentre eles estão o patinamento e a velocidade de deslocamento, Chioderoli et al. (2010) avaliando esses parâmetros em três sistemas de preparo de solo diferente (preparo convencional, plantio direto e conservacionista), observaram que na semeadura direta os índices de patinamento para solo firme ficaram dentro dos limites proposto pela ASAE (1996), já para o solo escarificado obtiveram valores superiores a estes limites, tais resultados deve-se ao fato de que na semeadura direta não há o revolvimento do solo, a rugosidade do terreno se mantém, resultando no menor patinamento dos rodados, pois a superfície não revolvida apresenta menores obstáculos ao rolamento dos rodados. Na velocidade de deslocamento a semeadura direta obteve os melhores resultados no solo escarificado isso devido à maior quantidade de palhas na superfície do solo que faz o contato de forma eficiente entre o pneu e o solo.

Nos catálogos fornecidos pelos fabricantes a força requerida na barra de tração para tracionar um equipamento agrícola geralmente é superestimada, ensaios realizados no campo de acordo com as condições locais de solo, mostram que a força requerida está abaixo ao indicado no catálogo das máquinas, podendo ser evitado um gasto desnecessário de energia por parte do conjunto mecanizado (MACHADO et al., 2007).

A força requerida para tracionar um equipamento pode ser influenciada pelo número de linhas da semeadora, pois quanto maior o número de linhas maior será a força requerida para tracioná-la (MODOLO et al., 2005), além do aumento da velocidade de deslocamento do trator que promove acréscimo na força média requerida pela barra de tração (BELLÉ et al., 2014).

De acordo com Brandão et al. (2013) analisando o desempenho operacional nos preparos convencional e reduzido solo observaram que o escarificador requer maior força na barra de tração devido o equipamento trabalhar a maiores profundidades, além de apresentar capacidade de campo operacional superior se comprado ao preparo convencional devido ao menor número de operações, já com relação ao consumo de combustível foi superior para o preparo convencional em função do maior número de operações realizadas.

2.4 Semeadora-adubadora e mecanismos sulcadores

No processo de semeadura direta o preparo do solo é realizado na linha de semeadura, contudo o bom desenvolvimento da cultura depende de alguns fatores relacionados ao ambiente onde a semente foi depositada como umidade, temperatura e aeração que são influenciados pelo tipo de sulcadores do solo, por serem componentes que realizam a abertura do sulco usada em semeadoras estabelecendo a relação solo-máquina (REIS; FORCELLINI, 2006).

Segundo Portella (2001) as semeadoras-adubadoras são utilizadas no processo de semeadura direta, geralmente são constituídas de um chassi básico, mecanismos dosadores de adubos e sementes, reservatórios de adubos e sementes, sulcadores, condutores de adubos e sementes, mecanismos cobridores de sementes, rodas compactadoras, rodas de controle de profundidade de semeadura e rodas de sustentação.

Nas semeadoras-adubadoras os mecanismos sulcadores tem a função abrir o sulco para deposição de adubos e/ou sementes no solo, depositando-os em profundidade adequada para cada espécie vegetal, proporcionando condições ideais para germinação, emergência e crescimento da planta, podendo ser configurada com haste ou disco duplo (BALASTREIRE, 2004).

O processo de semeadura é uma das etapas mais importante dentro de um sistema produtivo devendo ser realizado de forma eficiente para se obter uma população de plantas de acordo com a densidade estabelecida (AMADO et al., 2005).

Com isso as semeadoras-adubadoras de precisão são máquinas projetadas para depositar as sementes no leito de semeadura em espaçamentos pré-definidos para cada cultura, utilizando sementes denominadas graúdas, como por exemplo, o milho (SINGH et al., 2005). Por realizar a semeadura com espaçamentos definidos é necessário que as semeadoras-adubadoras estejam dimensionadas e reguladas corretamente de modo a distribuir sementes e adubos de forma adequada (MAHL et al., 2001).

A semeadora-adubadora configura com o mecanismo tipo haste ao abrir o sulco no solo obtém maior profundidade se comparado com o disco duplo, consequentemente maiores esforços de tração e exigência de potência e aumento da área mobilizada do solo (ANDREOLLA; FILHO, 2006).

A utilização de haste sulcadora para deposição de fertilizante vem crescendo entre os agricultores nos últimos anos, sendo explicado pelo fato da haste romper camadas compactadas principalmente em áreas com sistema de plantio direto consolidado, além de realizar um bom preparo em solos mais argilosos (SANTOS et al., 2008).

O estudo dos diferentes tipos, formas e ângulos de ataque da haste sulcadora tem por objetivo minimizar a demanda de força de tração e potência, que interfere diretamente na demanda energética da semeadora-adubadora, Furlani et al. (2013), analisaram diferentes formas e ângulos de ataque de haste sulcadora, verificaram que a haste com forma de parábola e ângulo de ataque de 23º, promove o rompimento do solo na vertical reduzindo a demanda de força e potência, devido ao solo apresentar menor resistência ao corte.

O mecanismo sulcador tipo haste proporciona maior mobilização do solo que o mecanismo tipo disco duplo, isso devido à maior profundidade de atuação da haste juntamente com a maior largura da ponteira do sulcador, sendo recomendado para romper camadas compactadas na superfície do solo, principalmente em área de sistema de plantio direto, já o mecanismo sulcador tipo disco duplo tem a função de abrir o sulco de semeadura com mínima mobilização do solo (MODOLO et al., 2013).

Tricai (2013) avaliando a mobilização do solo em função de dois modelos de haste com ângulo de ataque e largura da ponteira diferente observou que a haste com menor ângulo de ataque e maior largura da ponteira causou maior mobilização do solo, pois o menor ângulo de ataque proporciona boa mobilização vertical no sentido de baixo para cima, juntamente com a maior largura da ponteira mobiliza maior espessura de solo.

O emprego da haste sulcadora trabalhando a 17 cm de profundidade em áreas manejadas sob sistema de plantio direto com presença de camadas compactadas, promoveu melhorias físicas na linha de semeadura, proporcionando aumento da macroporosidade e porosidade total do solo, além de reduzir a densidade e resistência mecânica do solo a penetração (NUNES et al., 2014).

O sulcador tipo guilhotina pela sua capacidade de maior penetração no solo e de romper camadas compactadas superficialmente, proporciona melhor leito de semeadura e consequentemente apresenta uma influência no rendimento de grãos da cultura da soja se comparado com o disco duplo desencontrado (CAMARA; KLEIN, 2005).

A semeadora-adubadora equipada com o disco duplo apresenta maior velocidade de deslocamento, resultando em maior capacidade de campo operacional, pois realiza a semeadura de um hectare em menor tempo, apresentando menor custo por hectare (JASPER; SILVA, 2015).

No processo de semeadura do milho com dois espaçamentos entre fileiras com os mecanismos sulcadores disco e haste avaliando a força média e máxima de tração (kN) em função da profundidade de trabalho verificaram que o disco duplo requer menor demanda de força para as variáveis estudadas (SILVA; BENEZ, 2005).

O aporte de palhada na superfície do solo é uma das premissas do sistema plantio direto, o uso do mecanismo sulcador tipo disco duplo apresentou manutenção de cobertura do solo de 18,3 % em relação à haste (SILVA, 2003).

2.5 Física do solo

O solo é o alicerce dos sistemas de produção agrícola, pois é por meio dele que as culturas se desenvolvem, qualquer alteração nas suas propriedades afeta o crescimento radicular e consequentemente o crescimento vegetal e o rendimento das culturas, causando prejuízo ao agricultor. Visando a qualidade física do solo buscam-se alternativas por meio de plantas de coberturas que melhorem ou mantenha os atributos físicos do solo capaz exercer suas funções favorecendo o crescimento e desenvolvimento das culturas (BLAINSKI et al., 2008).

O solo é formado por um sistema trifásico: sólido, gasoso e líquido, as partículas sólidas são de natureza mineral e orgânica. A matriz do solo é formada por partes sólidas de variados tamanhos, formas e composição química. O arranjo das partículas de areia, silte e argila forma textura do solo, sendo considera uma das características mais estáveis (CAMARGO e ALLEONI, 1997). Segundo Klein (2014) a estrutura do solo é o arranjo das partículas e sua aglomeração, originando agregados maiores. Ao contrário da textura, a estrutura do solo pode ser modificada pelas práticas agrícolas podendo melhorar ou degradar, afetando as relações entre drenagem, teor de água disponível para as plantas, penetração de Raízes, absorção de nutrientes e aeração, afetando a produtividade das culturas. Conforme Cardoso et al. (2013) a macroposidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo são indicadores da qualidade física do solo afetando os processos físicos, químicos e biológicos do solo podendo interferir na infiltração, drenagem, retenção e disponibilidade de nutrientes.

A estabilidade dos agregados é avaliada pelos indicies diâmetro médio geométrico (DMG) e diâmetro médio ponderado (DMP), a utilização de plantas de cobertura em sistema de semeadura direta apresentou melhores índices se comparado com o sistema de preparo convencional, pois a formação e estabilização dos agregados têm como principais responsáveis a atividade microbiana e as hifas de fungos, condições proporcionada pelas das plantas de cobertura (SOUSA NETO et al., 2008).

O índice de compactação do solo pode ser evidenciado pelo aumento da densidade do solo, ou seja, redução da macroporosidade e aumento da microporosidade, valores de macroporosidade abaixo de 0,10 m^3 m^{-3} dificulta as trocas gasosas entre o meio externo e o solo, restringindo o crescimento radicular das plantas (ROSSETTI et al., 2012).

Em sistemas de manejo conservacionista o menor revolvimento do solo pode proporcionar o aumento da densidade na camada superficial se comparado ao sistema convencional em função do maior revolvimento do solo e incorporação de resíduos vegetais, realizada antes do cultivo da cultura de interesse econômico. O manejo do solo com uso de plantas de cobertura em longo prazo pode proporcionar melhorias nos atributos físicos como, por exemplo, aumento da macroporosidade e redução da densidade solo por meio da atuação do sistema radicular das plantas (SILVA et al., 2008).

Visando a manutenção e a recuperação das características físicas do solo em sistemas de manejos com plantas de cobertura o tempo de adoção da prática de manejo deve ser levada em consideração, pois dependendo da cultura pode exigir tempos diferentes para promover mudanças estruturais no solo associados a cada região e condições edafoclimáticas (SILVA et al., 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na área experimental do Núcleo Integrado de Máquinas e Projetos Agrícolas - NIMPA pertencente ao Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará (UFC Campus do Pici), localizado próximo às coordenadas geográficas: latitude 3°44'S, longitude 38°34'W de Greenwich e altitude média de 19,5 m.

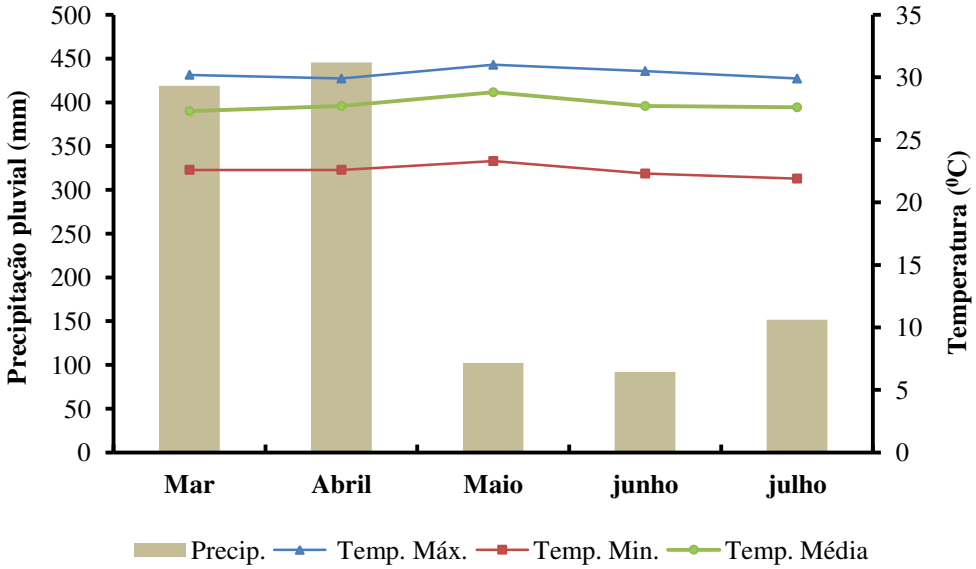
3.1 Caracterização da área experimental

3.1.1 Clima e dados de precipitação

Segundo dados da EMBRAPA (2002) Fortaleza pertence ao grupo de clima tropical chuvoso, com temperatura média do mês mais frio maior ou igual a 18°C e precipitação do mês mais seco menor que 30 mm, a época mais seca ocorre no inverno e o máximo de chuva ocorre no outono.

A média dos dados de precipitação e temperaturas máximas, mínimas e médias (Figura 1), foram registradas na Estação Meteorológica do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará (UFC). A irrigação da área experimental foi utilizada de forma suplementar pelo sistema de aspersão convencional, levando em consideração o coeficiente de cultivo do milho (Kc), variando entre 0,2 – 1,6 nos diferentes estádios de desenvolvimento fenológico, suprindo as necessidades hídrica da cultura segundo Guerra et al. (2003).

Figura 1 - Médias de precipitação, temperaturas máxima, mínima e média durante a condução do experimento. Fortaleza-CE, 2015



Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

3.1.2 Histórico da área e preparo do solo

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-amarelo, com classe textural franco arenoso, com aproximadamente 82,90% de areia, 10,60% de argila e 6,40% de silte (EMBRAPA, 2006).

Antes da implantação das plantas de cobertura foi realizada operação de escarificação leve utilizando-se escrificador Marchesan, modelo AST/MATIC 450, configurado com cinco hastes espaçadas de 0,4 m, ponteira estreita de 0,08 m, rolo destorroador, sistema de segurança de desarme automático, com massa total de 1560 kg, controle da profundidade de trabalho realizado por meio dos pneus do escarificador, com o auxílio de anéis presos ao pistão hidráulico.

A tabela 1 apresenta as características físicas do solo da área experimental, com as amostras coletadas em todas as parcelas em três profundidades (0,0-0,10 m; 0,1- 0,20 m e 0,2-0,3 m) antes da semeadura das plantas de cobertura.

Tabela 1 – Caracterização física do solo da área experimental, nas camadas de 0,0-0,10 m; 0,1- 0,20 m e 0,2-0,3 m, antes da instalação do experimento

Profundidade (m)	Macroporosidade ($m^3\ m^{-3}$)	Microporosidade ($m^3\ m^{-3}$)	Porosidade Total ($m^3\ m^{-3}$)	Densidade do Solo ($kg\ dm^{-3}$)
0,0 - 0,1	0,13	0,23	0,36	1,57
0,1 - 0,2	0,15	0,20	0,35	1,62
0,2 - 0,3	0,13	0,21	0,34	1,67

Fonte: Própria autora.

3.2 Insumos

Os insumos utilizados no experimento foram: sementes, fertilizantes e defensivos agrícolas.

3.2.1 Sementes

Foram utilizadas sementes do milho transgênico GNZ 2005 YG visando uma população de aproximadamente 68.750 plantas ha^{-1}, com espaçamento entrelinha de 0,80 m, densidade de semeadura de 5,5 sementes m^{-1}, considerando o patinamento da semeadora, germinação, pureza e índice de sobrevivência das sementes. Para a formação da palhada na superfície do solo foram utilizadas as recomendações de: 10 kg ha^{-1} para sorgo BRS Ponta Negra (*Sorghum bicolor (L.) Moench)* e crotalária (*Crotalária spectebilis Roth)* e 12 kg ha^{-1} capim mombaça (Panicum maximum cv. Mombaça) com valor cultural de 50%. A semeadura das plantas de cobertura foi realizada manualmente após o preparo do solo, em cada parcela foi semeada com culturas diferentes, e espaçamento entre fileira de 0,45 m.

3.2.2 Fertilizantes

As plantas de cobertura foram adubadas com as seguintes recomendações: 300 kg ha^{-1} de ureia, 250 kg ha^{-1} MAP e 160 kg ha^{-1} de cloreto de potássio, segundo análise de solo.

O milho recebeu adubação de base a fórmula comercial (10-28-20) utilizando 250 kg ha^{-1}. Na adubação de cobertura foi aplicado nitrogênio e potássio em cobertura nos estádios V_2, V_4 e V_6, correspondente a 300 kg ha^{-1} de ureia e 120 kg ha^{-1} de cloreto de potássio, com base na produtividade esperada de 7 t ha^{-1}.

3.2.3 Defensivos agrícolas

As plantas de cobertura foram dessecadas com aproximadamente 70 dias após a semeadura e 15 dias antes da semeadura do milho. Na dessecação das plantas de cobertura utilizou-se o herbicida Glifosato com 0,480 kg L^{-1} do ingrediente ativo.

No controle fitossanitário da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda)*, foram utilizados os seguintes produtos: Match EC inseticida fisiológico com 0,05 kg L^{-1} do ingrediente ativo (lufenuron) e Lannate BR inseticida fosforado com 0,215 kg L^{-1} (metomil), as aplicações foram realizadas no estádios de desenvolvimento vegetativo do milho.

3.3 Máquinas e equipamentos

Máquinas e equipamentos utilizados na condução do experimento.

Quadro 1 – Máquinas e equipamentos utilizados na operação de dessecação das plantas de cobertura

Operação	Trator	Equipamentos
Dessecação das plantas de cobertura	Trator A950 4x2 TDA (Tração Dianteira Auxiliar), com potência máxima de 69,87 kW (95 cv), equipado com pneus diagonais, eixo dianteiro com pneus 14.9-24 R1 com pressão de inflação de 18 psi (124 kPa) e traseiro 18.4-34 R1com pressão de inflação de 22 psi (152 kPa) e rotação nominal no motor de 1890 RPM.	Pulverizador de barras marca jacto, modelo condor AM-14 na aplicação do herbicida, tanque com capacidade de 600 L, 14 m de comprimento de barra e com 28 bicos.

Fonte: Própria autora.

Quadro 2 – Equipamentos utilizados no controle de pragas

Operação	Trator	Equipamentos
Controle de pragas	-	Bomba costal de 20L

Fonte: Própria autora.

Quadro 3 – Máquinas e equipamentos utilizados na operação de semeadura do milho

Operação	Trator	Equipamentos
Semeadura	Trator BM 120 4x2 TDA (Tração Dianteira Auxiliar), de 88,26 kW (120 cv), motor na rotação de 2000 rpm, com a tração dianteira ligada, equipado com pneus diagonais, eixo dianteiro com pneus 14.9-24 R1 com pressão de inflação de 18 psi (124 kPa) e traseiro 18.4-34 R1 com pressão de inflação de 22 psi (152 kPa). Adequado para operação média com relação peso potência de 55 kg cv^{-1}, distribuição de 65% no eixo traseiro e 35% no eixo dianteiro, com lastros sólidos e líquidos, tracionou o trator suporte na operação de semeadura do milho (Figura 2A). Trator 4 x 2 Massey Ferguson 265 com 47,80 kW (65 cv), equipado com pneus diagonais, eixo dianteiro 6.00-16 F2 com pressão de inflação de 46 psi (317,15 kPa) e traseiro 14.4-30 com pressão de inflação de 11 psi (75,84 kPa). Adequado com uma relação peso potência de 50 kg cv^{-1}, com distribuição de 60% no eixo traseiro e 40% no eixo dianteiro, equipamento montado, com lastros sólidos e líquidos, acoplado a semeadora de precisão, usado como trator suporte no comboio para o processo de semeadura (Figura 2B).	Semeadora-adubadora de precisão pneumática modelo JMJM2090EX.00, montada, configurada com 3 linhas, espaçadas por 0,80 m, configurada com disco desencontrado e haste no mecanismo sulcador para deposição de fertilizante, disco duplo desencontrado para deposição de sementes, disco vertical pneumático de dosagem de sementes com acionamento dos sistemas de distribuição de fertilizantes e sementes realizado por meio de roda motriz traseira côncava de borracha com alívio central para a compactação das sementes. O depósito de adubo e sementes apresenta capacidade de 39 litros (Figura 3).

Fonte: Própria autora.

Quadro 4 – Máquinas e equipamentos utilizados na trilha dos grãos

Operação	Trator	Equipamentos
Trilha dos grãos	Trator 4 x 2 Massey Ferguson 265 com 47,80 kW (65 cv), equipado com pneus diagonais, eixo dianteiro 6.00-16 F 2 com pressão de inflação de 46 psi (317,15 kPa) e traseiro 14.4-30 com pressão de inflação de 11 psi (75,84 kPa).	Trilhadora semi-mecanizada estacionária da marca Maqtron® modelo B-150, com sistema de trilha por impacto, configurada com cilindro dentado, folga do cilindro com o côncavo na parte posterior de 0,10 m e na parte frontal com 0,25 m, peneira superior nº 1 que associada à ventilação forçada permitiu a separação e limpeza dos grãos. As polias da máquina foram reguladas para que a rotação na trilhadora fosse de 850 rpm.

Fonte: Própria autora.

Figura 2 – Tratores utilizados na semeadura do milho

Fonte: Própria autora.

Figura 3 – Semeadora utilizada no processo de semeadura do milho

Fonte: Própria autora.

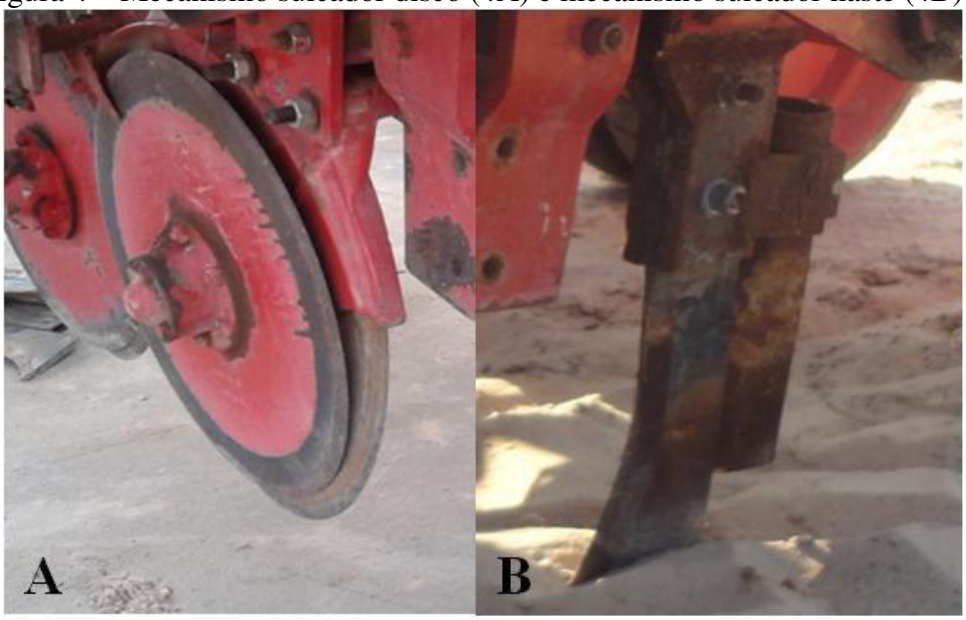
3.4 Métodos

3.4.1 *Descrição dos tratamentos*

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com 8 tratamentos em esquema fatorial (2x3)+2, com quatro repetições, totalizando 32 parcelas experimentais. Os tratamentos foram constituídos por dois mecanismos sulcadores disco (Figura 4A) e haste (Figura 4B) e três plantas de cobertura, crotalária, sorgo e capim mombaça com duas testemunhas (T1 - milho em solo nú semeado com disco; T2 - milho em solo nú semeado com haste). Cada parcela experimental apresenta 3,0 m de largura e 20,0 m de comprimento (60 m^2), com uma área útil de 8 m^2 (10 m x 0,8 m).

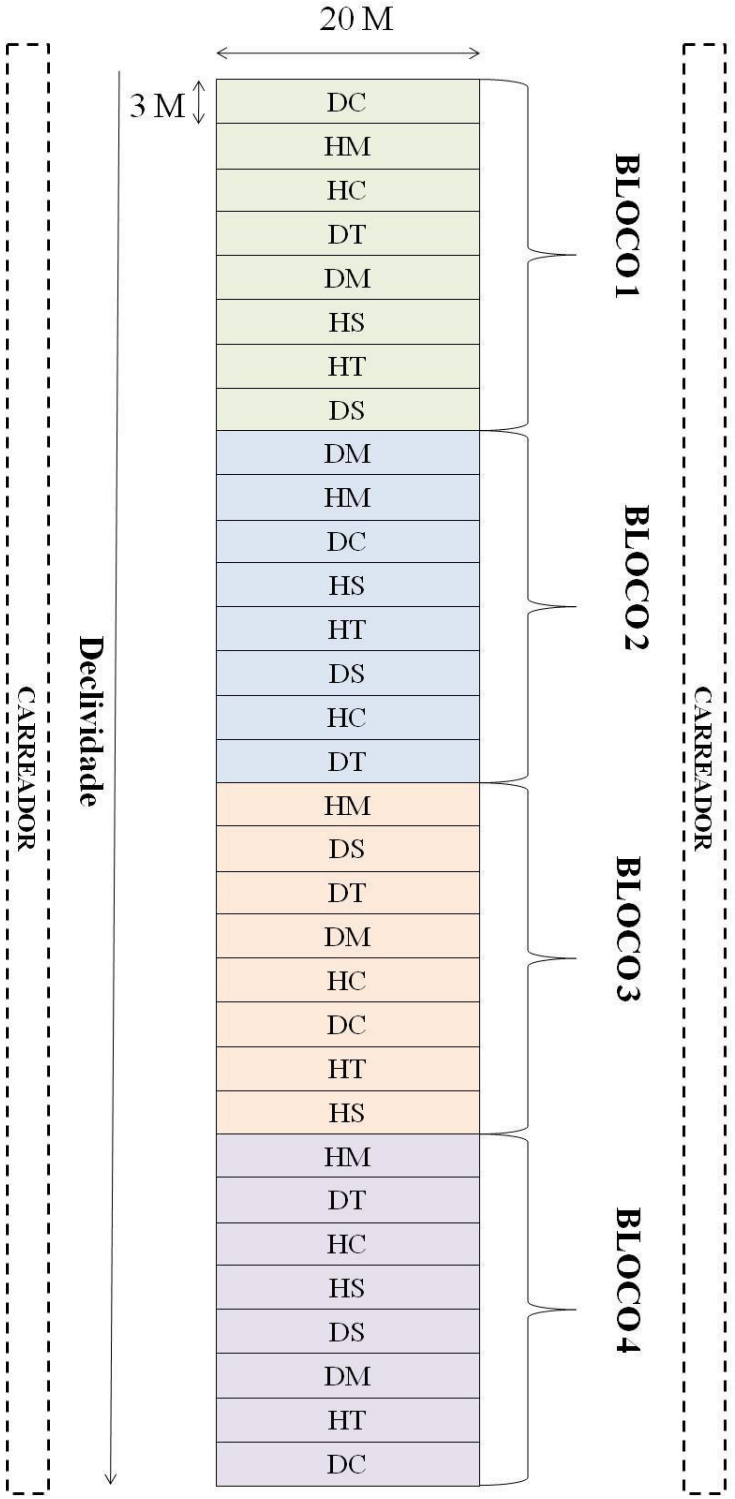
O mecanismo sulcador tipo disco duplo desencontrado apresenta diâmetro de 39 cm e haste sulcadora com 1 cm de espessura com ângulo de ataque da ponteira de 18º.

Figura 4 – Mecanismo sulcador disco (4A) e mecanismo sulcador haste (4B)



Fonte: Própria autora.

Figura 5 – Distribuição das parcelas na área experimental

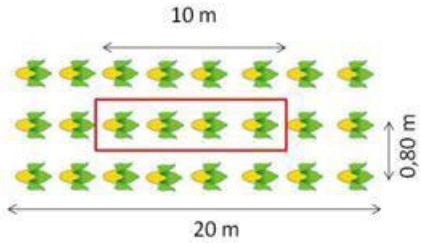


Legenda: DT – Disco com Testemunha; DC – Disco com Crotalária; DM – Disco com Mombaça; DS – Disco com Sorgo; HT – Haste com Testemunha; HC – Haste com Crotalária; HM – Haste com Mombaça; HS – Haste com Sorgo.

Fonte: Própria autora.

As parcelas experimentais eram constituídas de três linhas de milho espaçadas a 0,80 m. As avaliações foram realizadas na área útil, que corresponde aos 10 m centrais da fileira central de cada parcela experimental (Figura 6).

Figura 6 – Demonstração da área útil



Fonte: Própria autora.

3.4.2 Desempenho energético e operacional do conjunto trator-semeadora

No desempenho energético e operacional do conjunto trator-semeadora foram realizadas as seguintes avaliações: velocidade de deslocamento, área mobilizada, capacidade de campo operacional, consumo horário de combustível, consumo operacional, consumo específico, consumo por área mobilizada, força, potência, patinamento dos rodados dianteiro e traseiro do trator e deslizamento do rodado da semeadora.

3.4.2.1 Velocidade de deslocamento, área mobilizada e capacidade de campo operacional

A velocidade real de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora foi obtida em função do espaço percorrido em cada unidade experimental e do tempo de percurso realizado pelo trator, com o uso do cronômetro digital. Para a mensuração da área mobilizada foi utilizado perfilômetro de ferro contendo 50 varetas verticais de 64 cm de comprimento e espaçamento entre varetas de 1cm. No perfilômetro foi colocado papéis milimetrados com o intuito de traçar as curvas delimitadoras do perfil natural e de fundo (Figura 7). O levantamento foi realizado duas vezes, a primeira para definir o perfil natural do solo, que foi realizada após a passagem da semeadora e o segundo para definir o perfil de fundo, após ser verificada área mobilizada dentro do sulco de semeadura. Com as curvas delimitadoras do perfil natural e de fundo foi realizado o somatório das alturas dentro desse intervalo.

A capacidade de campo operacional (Equação 1) foi determinada por meio da largura útil de trabalho da semeadora-adubadora, velocidade real de deslocamento em m s^{-1} e eficiência teórica da operação da semeadora-adubadora de 75%, segundo ASAE (1997).

$$CCo = LT \times V \times 0{,}36 \times 0{,}75 \quad (1)$$

Em que:
CCo = Capacidade de campo operacional (ha h^{-1});
LT = Largura útil de trabalho da semeadora-adubadora (m);
V = Velocidade de descolamento (m s^{-1});
0,36 = Fator de conversão da unidade;
0,75 = Eficiência teórica da semedora-adubadora, ASAE (1997).

Figura 7 – Delimitando o perfil natural

Fonte: Própria autora.

3.4.2.2 Consumo horário de combustível, consumo operacional, consumo específico e consumo por área mobilizada

Para determinar o consumo horário de combustível foi utilizado fluxômetro da marca "Flowmate" oval, modelo Oval M-III e LSF 41 com precisão de 0,01, com dois medidores de fluxo (Figura 8), os pulsos gerados eram convertidos em volume, considerando a vazão de 1 ml $pulso^{-1}$. O consumo horário de combustível foi medido na área útil de todas as parcelas em unidade de volume (mL), e pela diferença entre os volumes de combustível medido na entrada e

no retorno da bomba injetora. A delimitação do início e fim da área útil foram estacas espaçadas por 10 m que serviu de ponto de referência para ligar e desligar os medidores de fluxo.

O consumo operacional (L ha^{-1}) foi obtido pela razão entre o consumo horário de combustível e a capacidade de campo operacional. O consumo específico (kg kw h^{-1}) foi adquirido em função da densidade mínima do combustível a 20º C (0,820 Kg L^{-1}) pelo consumo horário e dividido pela potência. O consumo por área mobilizada foi adquirido em função do consumo específico de combustível pela área mobilizada.

Figura 8 – medidores de fluxo de combustível.

Fonte: Própria autora.

3.4.2.3 Força e potência na barra de tração

A força média requerida na barra de tração foi determinada pelo método indireto, conforme Mialhe (1996), utilizando comboio de tratores. O comboio consiste na utilização de dois tratores, sendo o primeiro denominado de trator de tração, pois tracionará o segundo, chamado de trator suporte. Entre os dois tratores foi colocado célula de carga da marca HBM, modelo U 10M , com sensibilidade de 135 kW (Figura 10), instalada entre a barra de tração do trator de tração e no cabeçalho colocado na frente do trator suporte que foi acoplado à semeadora, conforme figura 9. Por meio da diferença entre a força do comboio com a semeadora operando e a força do comboio com a semeadora levantada obteve a força média na barra de tração. A força do comboio com a semeadora operando foi medida em todas as parcelas experimentais, já a média da resistência ao rolamento do conjunto (semeadora sem realizar o processo de semeadura)

foi avaliada nas coberturas de cada bloco, totalizando quatro repetições. A força média foi calculada pela seguinte fórmula:

$$F = Fe - Rol \quad (2)$$

Em que:

F = Força média na barra de tração;

Fe = Força média de traça medida durante o experimento;

Rol = Média da resistência ao rolamento do conjunto.

Figura 9 – Comboio de tratores.

Fonte: Própria autora.

Figura 10 – Célula de carga HBM, modelo U 10M

Fonte: Própria autora.

Para a aquisição dos dados de força na barra de tração foi instalado o programa QuantumX Assistant em um notbook para armazenamento dos dados na área útil. Para a

delimitação do início e fim da área útil foram utilizadas estacas espaçadas por 10 m que serviu de ponto de referência para ligar e desligar o sistema de armazenamento de dados.

A demanda de potência média na barra de tração foi realizada de forma indireta por meio da equação 3.

$$PB = FT \times V \quad (3)$$

Em que:
PB = Potência média na barra de tração (kw);
FT = Força média na barra de tração (kN);
V = Velocidade real de deslocamento (m s^{-1}).

3.4.2.4 Patinamento dos rodados do trator e deslizamento do rodado da semeadora

O método utilizado para determinar o patinamento dos rodados do trator foi pelo número de voltas do rodado dianteiro e traseiro do trator, com carga e sem carga, conforme equação 4. O número de voltas do rodado com carga faz referência a semeadora realizando o processo de semeadura realizado em todas as parcelas experimentais, e o número de voltas do rodado sem carga, com a semeadora levantada foi realizado uma repetição em cada bloco com as diferentes coberturas, totalizando quatro repetições de cada cobertura.

$$P = \left(\frac{NVC - NVS}{NVC}\right) \times 100 \quad (4)$$

Em que:
P = Patinamento dos rodados do trator (%);
NVC = Número de voltas do rodado do trator com carga, trator operando com a semeadora realizando o processo de semeadura;
NVS = Número de voltas do rodado do trator sem carga, trator operando com a semeadora levantada;

O deslizamento do rodado da semeadora foi obtido por meio da equação 5, medido em todas as parcelas.

$$DS = \left(\frac{NX\,\mathrm{Pr} - Le}{NXPr}\right) \times 100 \quad (5)$$

Em que:
DS = Deslizamento da semeadora (%);
N = Número de voltas da roda motriz da semeadora;
Pr = Perímetro da roda motriz da semeadora (m);
Le = Comprimento da área útil (m).

3.4.3 Características fitotécnicas e componentes de produtividade

Nas características fitotécnicas e componentes de produtividade foram realizadas as seguintes análises: número médio de dias para a emergência de plântulas de milho, distribuição longitudinal de plântulas de milho, população inicial, população final das plantas, índice de sobrevivência, altura de planta, altura de inserção da primeira espiga, diâmetro de colmo, número de fileiras de grãos por espiga, número de grãos por fileira, produtividade de grãos, massa de mil grãos, produção de matéria seca de milho, produção de matéria seca das plantas de cobertura e produção de matéria seca total.

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

Na mensuração do número médio de dias para a emergência das plântulas de milho, foram realizadas contagens diárias desde a primeira plântula emergida até a estabilização da contagem de plântulas na área útil de cada unidade experimental. Foi considerada como plântula emergida a visualização de qualquer parte da planta. Com os dados coletados, realizou-se o cálculo do número médio de dias para a emergência de plântulas de milho de acordo com a equação proposta por Edmond e Drapala (1958):

$$M = \frac{[(N1G1)+(N2G2)+(NnGn)]}{G1+G2+Gn} \quad (6)$$

Em que:

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

N1 = Número de dias decorridos entre a semeadura e a primeira contagem de plântulas;

G1 = Número de plantas emergidas na primeira contagem;

N2 = Número de dias decorridos entre a semeadura e a segunda contagem;

G2 = Número de plântulas emergidas entre a primeira e a segunda contagem;

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

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

3.4.3.2 Distribuição longitudinal de plântulas de milho

A distribuição longitudinal do milho foi realizada na área útil de cada parcela, medindo-se a distância entre todas as plântulas de milho.

Os espaçamentos entre plântulas foram avaliados conforme a classificação adaptada de Kurachi et al. (1989) demonstrada na tabela 2, que considera como normais todos os espaçamentos entre plantas de 0,5 e 1,5 vezes o espaçamento referência (Xref) esperado por meio da regulagem da semeadora. Os valores obtidos foram considerados falhos (acima de 1,5 vezes Xref) ou múltiplos (abaixo de 0,5 vezes Xref). A semeadora foi regulada para distribuir 5,5 sementes m^{-1} com espaçamento entre linhas de 0,80 m. Desta forma foram considerados espaçamento normais os espaços entre plântulas que estiverem entre 0,09 e 0,27 m, múltiplos os valores inferiores a 0,09 e falhos os acima de 0, 27 m.

Tabela 2 – Metodologia recomendada por Kurachi *et al*. (1989)

Tipo de espaçamento	**Intervalo de tolerância para variação xi**
Múltiplos	Xi ≤0,5. Xref
Normais	0,5. Xref < Xi, <1,5. Xref
Falhos	Xi ≥ 1,5. Xref

Fonte: Kurachi *et al*. (1989).

3.4.3.3 População inicial, final das plantas e índice de sobrevivência

Considerou-se como população inicial o número de plântulas emergidas na área útil no último dia da avaliação do número médio de dias para emergência de plântulas, após a estabilização.

A população final foi determinar contando-se o número de plantas da área útil no dia da colheita do milho. Os valores encontrados para população inicial e final foram extrapolados para número de plantas ha^{-1}.

O índice de sobrevivência foi obtido em função da relação entre a população final e a população inicial de plantas.

3.4.3.4 Altura de planta, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro de colmo

Aleatoriamente foram selecionadas dez plantas da área útil para a determinação das características fitotécnicas da cultura do milho. Com uma fita métrica foi medido a altura de planta que é a distância entre o nível do solo e a inserção da folha bandeira; a altura de inserção da primeira espiga foi medida da superfície do solo até a inserção da primeira espiga ao colmo do milho, em caso com mais de uma espiga por planta. O diâmetro do colmo foi medido por meio de um paquímetro, obtendo o diâmetro médio do colmo devido ao seu formato elíptico. Para mensurar o diâmetro do colmo, foi calculada a média das medições do maior e menor diâmetro, no internódio situado acima do primeiro nó das raízes adventícias.

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

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

3.4.3.6 Produtividade de grãos

Para a avaliação de produção de grãos, foram coletadas manualmente todas as espigas da área útil, realizada a trilha na trilhadora semi-mecanizada estacionária, depois da trilha os

grãos foram separados, pesados, determinada a umidade e os valores foram corrigidos a 13% de umidade, baseadas nas Regras de Análise de Sementes BRASIL (1992) pela equação 7:

$$P = I\left(\frac{100-U}{100-13}\right) \quad (7)$$

Em que:
P = massa de grãos a 13% de umidade (kg);
U = teor de água atual dos grãos (%);
I = massa inicial da amostra (kg).

A umidade dos grãos foi realizada com medidor portátil de umidade tipo caneca, com memória configurável para diferentes tipos de grãos dentre eles o milho, foram realizadas três medições para cada parcela experimental e obteve média da umidade para utilizar na fórmula 7.

Após transformar a massa dos grãos à base de 13%, os resultados da produção de grãos foram extrapolados para kg ha^{-1}.

3.4.3.7 Massa de mil grãos

Para a massa de 1000 grãos, foi realizada a contagem de 100 grãos e logo após foram pesados e o resultado extrapolado para massa de 1000 grãos.

3.4.3.8 Produção de matéria seca de milho, plantas de cobertura e total

A produção de matéria seca do milho foi determinada pelo peso total das plantas colhidas na área útil, desconsiderando o peso dos grãos. Em cada parcela retirou-se uma amostra de cinco plantas, as mesmas foram picadas, pesadas e levadas em estufa de circulação forçada de ar, por 72 horas à 65ºC até massa constante, determinando-se a massa de matéria seca das plantas de milho, os dados foram extrapolados para produção de matéria seca em kg ha^{-1}.

A determinação da matéria seca das plantas de cobertura foi realizada antes da semeadura do milho, utilizou-se armação de ferro com área de 0,25 m², coletando todo material presente dentro da armação na área útil da parcela. O material foi pesado e as amostras foram

levadas em estufa com circulação forçada de ar, por 72 horas à 65ºC até massa constante, determinando-se a massa de matéria seca das plantas de cobertura e os dados foram extrapolados para produção de matéria seca em kg ha^{-1}.

Produção de matéria seca total foi calculada pelo somatório da produção de matéria seca de milho com as plantas de cobertura.

3.4.4 Determinação dos atributos físicos do solo

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

As determinações da densidade, macroporosidade e microporosidade foram realizadas pelo método da mesa de tensão, segundo Embrapa (1997), realizada no Núcleo Integrado de Máquinas e Projetos Agrícolas - NIMPA, no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Ceará - UFC. A porosidade total foi calculada pela soma dos valores de macroporosidade e microporosidade do solo. Os atributos físicos do solo foram determinados antes da implantação do experimento e após a colheita do milho. Os dados obtidos antes da implantação foram utilizados para caracterização da área experimental.

3.4.5 Resistência especifica operacional e profundidade de atuação do mecanismo sulcador

A resistência específica operacional foi determinada em função da relação da força pela área mobilizada, por meio da equação 8.

$$Reo = \frac{Ft}{Am} \tag{8}$$

Em que:

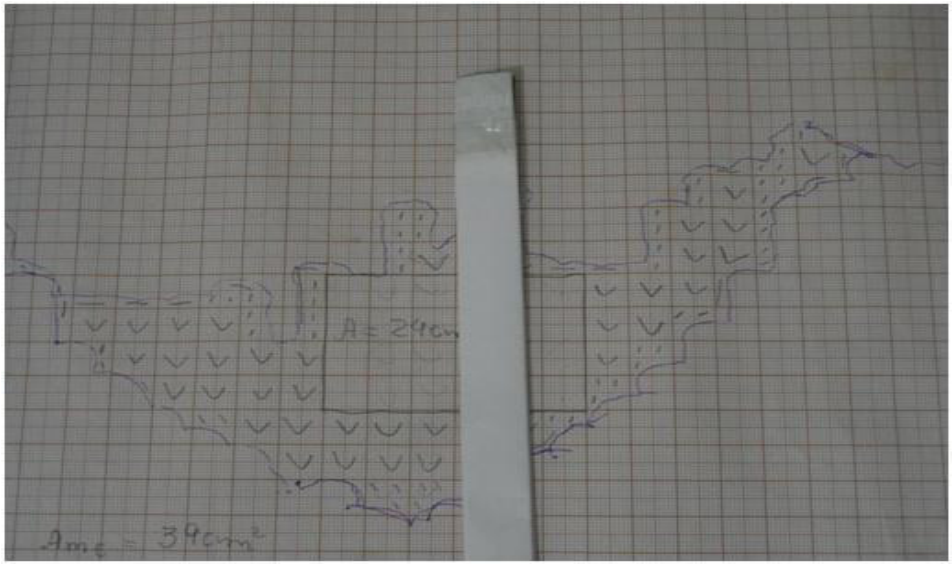
Reo = Resistência específica operacional (kN m^{-2}) ;

Ft = Força de tração (kN);

Am = Área mobilizada (m^2).

A determinação da profundidade de atuação dos mecanismos sulcadores foi mensurada por meio da diferença entre o perfil natural e de fundo (Figura 11).

Figura 11 – Profundidade de atuação dos mecanismos sulcadores



Fonte: Própria autora.

3.4.6 Análise estatística dos dados

A estatística descritiva básica foi realizada para analisar os seguintes parâmetros: média, desvio padrão, coeficiente de variação, assimetria e curtose. Por meio dos coeficientes de assimetria e curtose foi atestada a normalidade dos dados, onde os valores no intervalo de -3 e 3 segundo Oliveira (2010), seguem distribuição normal. Após a verificação da normalidade dos dados realizou-se a análise de variância (ANOVA) e quando significativo foi aplicado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade para comparação das médias. Na comparação do fatorial com as testemunhas (milho em solo nu com disco e milho em solo nu com haste) foi utilizado o Teste de Dunnett ($p<0,05$).

Nas análises das características agronômicas do milho, cobertura do solo, desempenho operacional e atributos físicos do solo as avaliações foram realizadas em esquema fatorial 2x3 considerando os mecanismos sulcadores e as coberturas do solo. Na comparação da testemunha com os demais tratamentos, foi utilizado o esquema fatorial (2x3) +1, comparando todos os tratamentos com cada testemunha, distintamente.

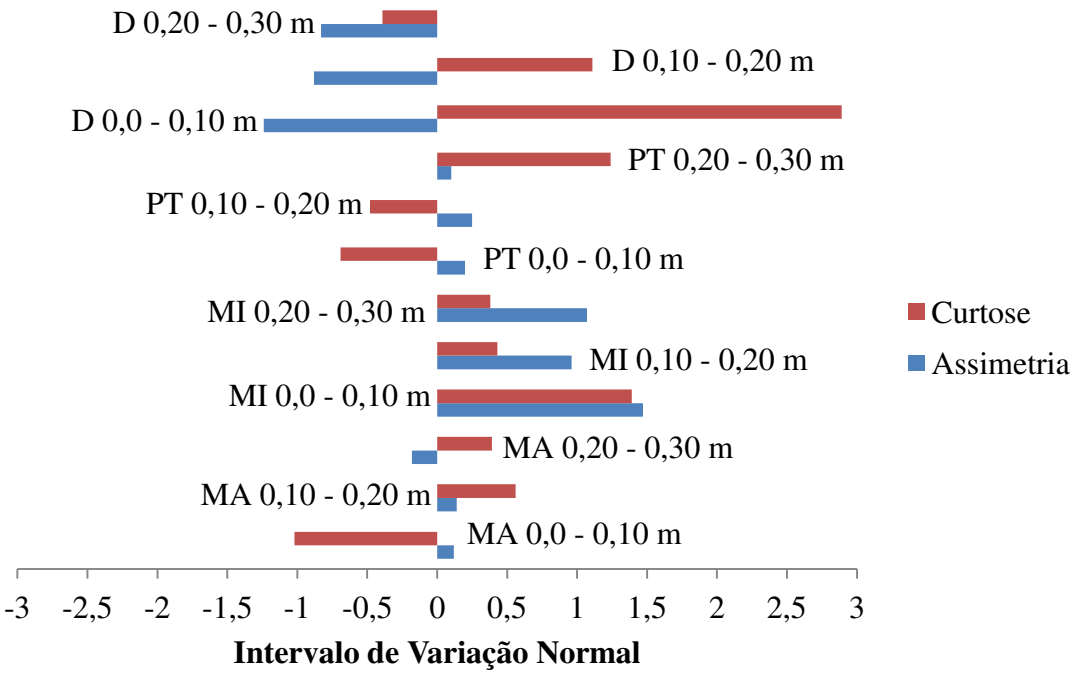
Os dados obtidos da análise descritiva foram apresentados em tabelas apêndice e os dados de assimetria e curtose foram apresentados em forma gráfica. Os resultados adquiridos da análise de variância foram apresentados por meio de tabelas, com médias de cada Mecanismo (M) e Cobertura do solo (CS); apresentando diferença significativa, sendo indicadas por diferentes letras minúsculas e/ou maiúsculas após as médias. No caso de interação entre os fatores M e CS, foi demonstrado por meio de tabelas com o desdobramento da interação significativa, sendo que médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas foram diferentes entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Atributos físicos do solo

A normalidade dos dados pode ser atestada por meio dos coeficientes de assimetria e curtose que segundo Oliveira (2010) encontra-se no intervalo de -3 e 3, portanto os valores apresentados na figura 12 para os atributos físicos do solo seguem distribuição normal.

Figura 12 – Coeficientes de assimetria e curtose para as variáveis: MA – Macroporosidade, MI – Microporosidade, PT – Porosidade Total e D - Densidade do solo nas profundidades de 0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m.



Fonte: Própria autora.

Os coeficientes de assimetria referem-se á forma da curva de uma distribuição de frequência que de acordo com os valores obtidos (Figura 12) para as variáveis de MA (0,0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m,), MI (0,0 – 0,10 m; 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m) e PT (0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m) apresentam distribuição de frequência assimétrica positiva, ou seja, a média aritmética apresenta valor maior do que a mediana, e esta, por sua vez, apresenta valor

maior do que a moda. Já para MA (0,20 – 0,30 m) e D (0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m) apresentam curva de frequência assimétrica negativa, ou seja, a média aritmética apresenta valor menor do que a mediana, e esta, por sua vez, apresenta valor menor do que a moda (TOLEDO; OVALLE, 2014).

A curtose diz respeito ao grau de achatamento da curva de distribuição de frequência, podendo apresentar-se mais achatada ou mais afilada em relação à curva considerada normal que tem como referência o coeficiente K que é calculado para determinar o comportamento da curva (TOLEDO; OVALLE, 2014).

A curva considerada padrão é denominada de mesocúrtica com o coeficiente K sendo igual a 0,263, porém nenhuma das variáveis apresentaram esse comportamento. As variáveis de MA (0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m), MI (0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m), PT (0,20 – 0,30 m) e D (0,0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m) apresentaram curva achatada, já MA (0,0 – 0,10 m), PT (0,0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m) e D (0,20 – 0,30 m) apresentaram curva afilada (TOLEDO; OVALLE, 2014).

De acordo com os resultados apresentados na tabela 3 a macroporosidade nas três profundidades avaliadas não apresentam diferença ($p<0,05$) para os fatores avaliados, sendo essa uma característica relacionada com a movimentação de ar no perfil do solo, provavelmente em decorrência de ser o primeiro ano com o uso de plantas de cobertura e do pouco tempo de desenvolvimento das plantas de cobertura, pois foram dessecadas aos 70 dias após a emergência, possivelmente não produzindo quantidade de palhada suficiente para proporcionar melhoria nos atributos físicos do solo.

A microporosidade apresentou comportamento semelhante à macroporosidade para os fatores analisados, não apresentando significância. Resultados distintos foram encontrados por WOLSCHICK (2014), trabalhando com as coberturas de aveia, nabo, ervilhaca, consórcio e pousio, obtiveram diferença estatística com consorcio na profundidade de 0,05 – 0,10 m, apresentando maior quantidade de microporos.

Tabela 3 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Macroporosidade e Microporosidade nas profundidades de 0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m em função dos mecanismos sulcadores e coberturas do solo

Fator		Profundidades (m)			Profundidades (m)		
		0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30	0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30
		Macroporosidade (m^3 m^{-3})			Microporosidade (m^3 m^{-3})		
Mecanismo (M)	M1	0,16	0,15	0,12	0,09	0,10	0,10
	M2	0,14	0,14	0,16	0,10	0,08	0,07
Cobertura do Solo (C)	C1	0,17	0,11	0,16	0,08	0,10	0,07
	C2	0,15	0,16	0,14	0,09	0,08	0,08
	C3	0,14	0,15	0,12	0,12	0,09	0,11
Valor de F	M	$0,60^{NS}$	$0,08^{NS}$	$4,16^{NS}$	$0,02^{NS}$	$0,53^{NS}$	$11,10^{NS}$
	C	$1,17^{NS}$	$2,86^{NS}$	$1,72^{NS}$	$2,55^{NS}$	$0,64^{NS}$	$4,12^{NS}$
	M*C	$0,10^{NS}$	$0,08^{NS}$	$0,83^{NS}$	$0,27^{NS}$	$0,50^{NS}$	$1,69^{NS}$
DMS	M	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
	C	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04
CV (%)		31,68	30,45	30,47	42,18	39,16	28,33

* ($p<0,05$); ^{NS} (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo.

Nas variáveis de macro e microporosidade contrastando as testemunhas 1 e 2 nas três profundidades analisadas , observa-se que não houve diferença significativa ($p<0,05$) conforme Tabela 4, em decorrência de ser o primeiro ano com manejo de plantas de cobertura e da brevidade do desenvolvimento das plantas de coberturas não influenciaram nos atributos físicos do solo. De acordo com Gonçalves (2008) analisando os atributos físicos do solo com quatro tipos de coberturas e solo natural, observou que houve significância do solo natural com a cobertura grama tifton proporcionando maior microporosidade na camada de 0,10 – 0,20 m.

Tabela 4 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Macroporosidade e Microporosidade nas profundidades de 0,0 – 0,10m, 0,10 – 0,20m e 0,20 – 0,30m em comparação com as testemunha 1 e testemunha 2

Fator		Profundidades (m)			Profundidades (m)		
		0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30	0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30
Mecanismo	Cobertura	Macroporosidade (m^3 m^{-3})			Microporosidade (m^3 m^{-3})		
M1	C1	0,17	0,11	0,16	0,07	0,10	0,08
M1	C2	0,16	0,17	0,13	0,10	0,10	0,09
M1	C3	0,15	0,15	0,09	0,11	0,09	0,14
M2	C1	0,17	0,11	0,17	0,08	0,10	0,06
M2	C2	0,14	0,16	0,16	0,08	0,06	0,07
M2	C3	0,12	0,15	0,15	0,13	0,09	0,07
T1		0,12	0,13	0,12	0,07	0,11	0,11
Valor F - Fatorial x Testemunha		$1,50^{NS}$	$0,35^{NS}$	$1,19^{NS}$	$0,82^{NS}$	$0,90^{NS}$	$2,69^{NS}$
DMS		0,09	0,08	0,08	0,08	0,07	0,05
CV (%)		31,68	30,45	30,47	42,18	39,16	28,33
Fator		Profundidades (m)			Profundidades (m)		
		0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30	0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30
Mecanismo	Cobertura	Macroporosidade (m^3 m^{-3})			Microporosidade (m^3 m^{-3})		
M1	C1	0,17	0,11	0,16	0,07	0,10	0,08
M1	C2	0,16	0,17	0,13	0,10	0,10	0,09
M1	C3	0,15	0,15	0,09	0,11	0,09	0,14
M2	C1	0,17	0,11	0,17	0,08	0,10	0,06
M2	C2	0,14	0,16	0,16	0,08	0,06	0,07
M2	C3	0,12	0,15	0,15	0,13	0,09	0,07
T2		0,15	0,13	0,13	0,06	0,07	0,07
Valor F - Fatorial x Testemunha		$0,01^{NS}$	$0,28^{NS}$	$0,23^{NS}$	$2,39^{NS}$	$1,28^{NS}$	$1,47^{NS}$
DMS		0,09	0,07	0,08	0,08	0,06	0,08
CV (%)		30,39	26,97	30,67	42,99	36,72	28,47

* ($p<0,05$); ^{NS} (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo; T1 – milho em solo nu com disco, T2 – milho em solo nu com haste.

A porosidade total (Tabela 5) não apresentou significância para os fatores mecanismos e coberturas do solo nas três profundidades analisadas. Esse resultado esta associado com a macro e microporosidade do solo não terem apresentado diferença, pois a porosidade total

é obtida pela somatória da macro e microporosidade do solo. Corroborando com Aguiar et al. (2010) que também não obtiveram diferença significativa entre as diferentes plantas de cobertura para porosidade total, porém o sorgo alcançou maior valor na profundidade de 0,0 – 0,10 m, devido à alta produção de biomassa de raízes nos primeiros centímetros do solo.

Para densidade do solo (Tabela 5) no fator mecanismo sulcador não houve diferença significativa nas três profundidades analisadas, já para as coberturas do solo houve significância nas profundidades de 0,0 – 0,10 m e 0,20 – 0,30 m. O tratamento com crotalária proporcionou menor densidade do solo, possivelmente por apresentar sistema radicular pivotante, podendo atuar em maiores profundidades.

Tabela 5 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Porosidade Total e Densidade do solo nas profundidades de 0,0 – 0,10, 0,10 – 0,20 e 0,20 – 0,30 m em função dos mecanismos sulcadores e coberturas do solo

Fator		Profundidades (m)			Profundidades (m)		
		0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30	0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30
		Porosidade Total (m^3 m^{-3})			Densidade (kg dm^{-3})		
Mecanismo (E)	M1	0,26	0,25	0,23	1,63	1,64	1,66
	M2	0,25	0,23	0,23	1,63	1,69	1,67
Cobertura do Solo (C)	C1	0,25	0,22	0,24	1,57 b	1,68	1,62 b
	C2	0,24	0,25	0,23	1,68 a	1,64	1,71 a
	C3	0,26	0,24	0,23	1,64 a	1,67	1,67 ab
Valor de F	M	$0,68^{NS}$	$1,50^{NS}$	$0,00^{NS}$	$0,03^{NS}$	$3,16^{NS}$	$0,08^{NS}$
	C	$0,46^{NS}$	$1,81^{NS}$	$0,05^{NS}$	$8,24^{**}$	$0,60^{NS}$	$3,44^{*}$
	M*C	$0,57^{NS}$	$1,33^{NS}$	$0,27^{NS}$	$2,31^{NS}$	$0,26^{NS}$	$0,87^{NS}$
DMS	M	0,03	0,02	0,02	0,04	0,06	0,05
	C	0,04	0,04	0,04	0,07	0,09	0,08
CV (%)		15,49	13,86	13,35	3,42	4,34	3,82

* ($p<0,05$); ** ($p<0,01$), NS (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo.

Segundo Hernani et al. (2005) avaliando os efeitos das culturas “de primavera” sobre a relação de massa/volume do solo (densidade) observaram que na profundidade de 0,0 – 0,10 m a mistura de braquiária com crotalária e crotalária solteira apresentaram comportamentos semelhantes, proporcionando menor densidade do solo comparada com outras plantas de cobertura.

Comparando os resultados da testemunha disco com os tratamentos nas camadas de 0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m a variável porosidade total não apresentou diferença significativa (Tabela 6). Para a densidade do solo na profundidade de 0,0 – 0,10m ocorreu significância da testemunha disco semeado sobre a crotalária, proporcionando menor valor da relação de massa/volume do solo (densidade). Nas camadas de 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m os resultados foram semelhantes.

Conforme Moreira et al. (2009) avaliando alterações dos atributos físicos do solo cultivado com diferentes plantas de cobertura dentre elas crotalária e sorgo verificaram que não ocorreu significância para porosidade total e densidade do solo, indicando que a incorporação das plantas de cobertura não foi suficiente para alterar esses parâmetros físicos do solo.

A porosidade total nas três profundidades avaliadas conforme a tabela 6 não apresentaram diferença significativa da testemunha 2 com os demais tratamentos. Esses resultados corroboram com os obtidos com Sanchez et al. (2014) trabalhando em Latossolo Bruno e avaliando os atributos físicos do solo antes da instalação do experimento e no estádio de florescimento das diferentes plantas de cobertura de inverno (ervilhaca; aveia preta; azevém e nabo forrageiro) não verificaram significância para a porosidade total do solo nas camadas de 0,0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m.

Contrastando a testemunha 2 com os tratamentos verifica-se que a densidade do solo foi afetada pelas plantas de cobertura nas camadas de 0,0 – 0,10 m e 0,20 – 0,30 m, com o tratamento disco com cobertura crotalária obtendo menor densidade solo. Resultados distintos foram observados por Silva et al. (2009) estudando plantas de cobertura e sistemas de preparo: impactos na qualidade física de um solo de Cerrado, obtiveram que a densidade do solo foi pouco afetada pelos tratamentos com plantas de cobertura.

Tabela 6 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Porosidade Total e Densidade do solo nas profundidades de 0,0 – 0,10, 0,10m – 0,20m e 0,20 – 0,30m em comparação com as testemunha 1 e testemunha 2

Fator		Profundidades (m)			Profundidades (m)		
		0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30	0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30
Mecanismo	Cobertura	Porosidade Total (m^3 m^{-3})			Densidade (kg dm^{-3})		
M1	C1	0,25	0,22	0,24	1,54 b	1,64	1,60
M1	C2	0,26	0,27	0,22	1,71 a	1,61	1,70
M1	C3	0,27	0,24	0,23	1,66 a	1,66	1,68
M2	C1	0,26	0,22	0,23	1,60 a	1,71	1,65
M2	C2	0,23	0,22	0,24	1,65 a	1,67	1,71
M2	C3	0,25	0,24	0,23	1,63 a	1,68	1,65
T1		0,20	0,24	0,23	1,70 a	1,65	1,66
Valor F - Fatorial x Testemunha		$6,22^{NS}$	$0,09^{NS}$	$0,01^{NS}$	$4,48^{*}$	$0,18^{NS}$	$0,00^{NS}$
DMS		0,07	0,06	0,06	0,11	0,14	0,12
CV (%)		15,49	13,86	13,35	3,42	4,34	3,82
Fator		Profundidades (m)			Profundidades (m)		
		0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30	0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30
Mecanismo	Cobertura	Porosidade Total (m^3 m^{-3})			Densidade (kg dm^{-3})		
M1	C1	0,25	0,22	0,24	1,54 b	1,64	1,60 b
M1	C2	0,26	0,27	0,22	1,71 a	1,61	1,70 a
M1	C3	0,27	0,24	0,23	1,66 a	1,66	1,68 a
M2	C1	0,26	0,22	0,23	1,60 b	1,71	1,65 a
M2	C2	0,23	0,22	0,24	1,65 a	1,67	1,71 a
M2	C3	0,25	0,24	0,23	1,63 b	1,68	1,65 a
T2		0,22	0,21	0,20	1,76 a	1,73	1,75 a
Valor F - Fatorial x Testemunha		$2,53^{NS}$	$3,26^{NS}$	$2,69^{NS}$	$18,50^{**}$	$2,56^{NS}$	$6,73^{*}$
DMS		0,07	0,06	0,06	0,11	0,15	0,12
CV (%)		15,57	13,80	13,67	3,48	4,59	3,69

* ($p<0,05$); ^{NS} (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo; T1 – milho em solo nu com disco, T2 – milho em solo nu com haste.

A qualidade física do solo pode ser avaliada pelos atributos físicos que dentre eles podemos citar: macroporosidade, microporosidade, porosidade total e densidade do solo, pois estão relacionados á estrutura, seu estudo integra a análise do arranjo entre sólidos e vazios e,

consequentemente podem afetar os processos físicos, químicos e biológicos do solo, como por exemplo, infiltração, retenção de água, drenagem, difusão de nutrientes, crescimento de raízes e microorganismos (CARDOSO et al., 2013).

Em decorrência de ter sido o primeiro ano de manejo de solo com plantas de cobertura e da brevidade do desenvolvimento das plantas de cobertura, não houve significância para macroporosidade, microporosidade e porosidade total nas três profundidades analisadas.

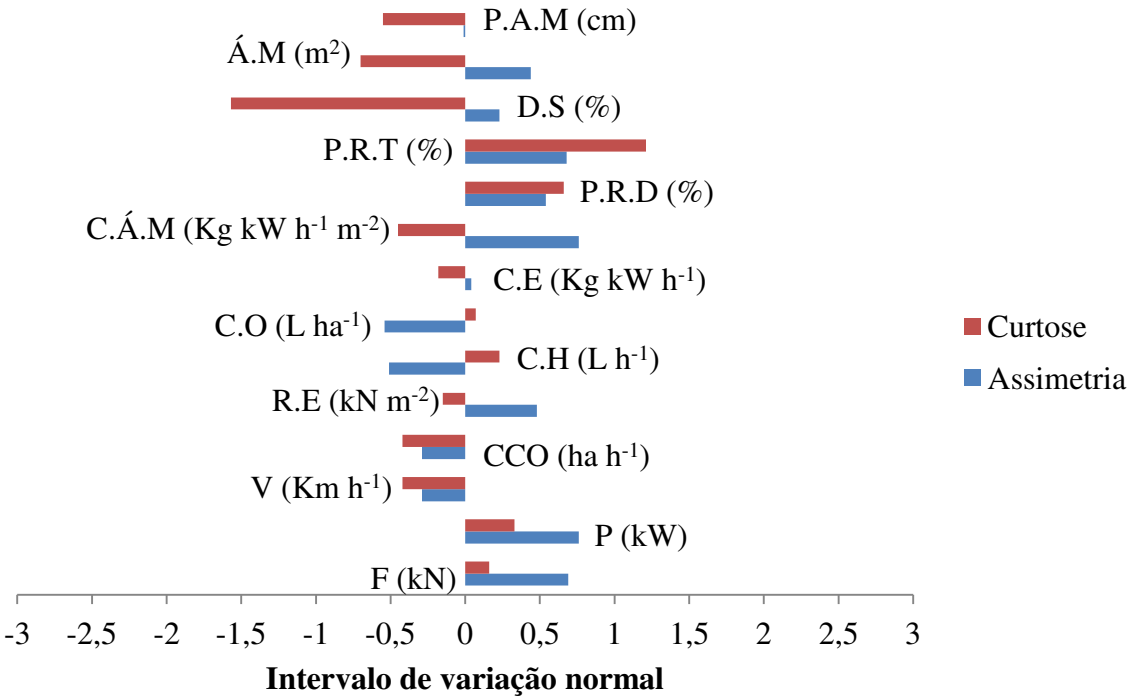
4.2 Desempenho operacional e energético do conjunto trator-semeadora

Conforme os valores apresentados na figura 13, os coeficientes de assimetria e curtose encontram-se dentro do intervalo de -3 e 3 indicando que os dados seguem uma distribuição normal, de acordo com Oliveira (2010), podendo ser considerado a hipótese de normalidade dos dados.

As variáveis de força, potência, resistência específica, consumo específico, consumo por área mobilizada, patinamento do rodado dianteiro, patinamento do rodado traseiro, deslizamento do rodado da semeadora e área mobilizada apresentaram distribuição assimétrica positiva, com a média aritmética apresentando maior valor que a mediana, e esta por sua vez, maior valor que a moda. A velocidade de deslocamento, capacidade de campo operacional, consumo horário, consumo específico e profundidade de atuação do mecanismo apresentaram distribuição de frequência assimétrica negativa com os valores da média aritmética sendo menos que a mediana e os valores da mediana menor que a moda (COSTA NETO, 1977).

Tomando como referência a curva padrão (K = 0,263) observa-se que os valores de curtose (Figura 13) para as variáveis potência, patinamento do rodado dianteiro e patinamento do rodado traseiro apresentaram curva platicúrtica (K > 0,263) com os dados fracamente em torno da moda. Os valores observados para força, velocidade de deslocamento, capacidade de campo operacional, resistência específica, consumo horário, consumo operacional, consumo por área mobilizada, deslizamento rodado da semeadora, área mobilizada e profundidade de atuação do mecanismo apresentaram curva leptocúrtica (K < 0,263) com os dados fortemente em torno da moda (COSTA NETO, 1977).

Figura 13 – Coeficientes de assimetria e curtose para as variáveis: F – Força, P – Potência, V – Velocidade de Deslocamento, C.H – Consumo Horário, C.O – Consumo Operacional, C.E – Consumo Específico, R.E – Resistência Específica, C.Á.M – Consumo/Área Mobilizada, P.R.D – Patinamento do Rodado Dianteiro, P.R.T – Patinamento do Rodado Traseiro, D.S – Deslizamento da Semeadora, Á.M – Área Mobilizada e P.A.M – Profundidade de Atuação do Mecanismo



Fonte: Própria autora.

Analisando os valores apresentados na tabela 7, observa-se que para o fator mecanismo houve diferença significativa para todas as variáveis, exceto para a área mobilizada. Com relação às plantas cobertura do solo, as mesmas não influenciaram no desempenho energético do conjunto trator-semeadora, podendo ser recomendado o uso de plantas de cobertura no processo de semeadura da cultura do milho.

A profundidade de atuação dos mecanismos sulcadores foi significativo com a haste preparando o solo em maiores profundidades se comparado com o disco, apesar dos dois mecanismos estarem regulados para trabalharem na mesma profundidade, segundo Iqbal et al. (1998) os mecanismos sulcadores tipo disco duplo aplicam ao solo forças laterais que tendem a formar um sulco uniforme em forma de "V", proporcionando profundidade uniforme de semeadura e bom contato solo-semente.

A força requerida na barra de tração para tracionar semeadora-adubadora foi maior para a haste, este resultado pode ser justificado em função do sulcador tipo haste atuar em profundidades maiores, além ser um mecanismo projetado para abrir sulco de deposição de fertilizante e romper camadas compactadas, já o mecanismo tipo disco tem a função apenas de abrir o sulco para deposição de fertilizante e atuar em menores profundidades. Esses resultados corroboram com os obtidos por Silva e Benez (2005) analisando a força na barra de tração entre mecanismos sulcadores obtiveram diferença significativa com a haste apresentando aumento médio de 97,4% comparado ao mecanismo disco.

A potência na barra de tração é influenciada diretamente pela força de tração, explicando os resultados de maior demanda de potência pelo mecanismo haste.

Tabela 7 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para a Força na barra de tração, Potência, Área mobilizada, Resistência Específica e Profundidade de Atuação dos Mecanismos

Fator		Força (kN)	Potência (kW)	Área Mobilizada (m^2)	Resistência Específica (kN m^{-2})	Prof. de Atuação do Mecanismo (cm)
Mecanismo (E)	M1	11,71 b	18,32 b	0,006	2.233,64 b	4,87 b
	M2	15,15 a	22,80 a	0,006	2.748,34 a	7,00 a
Cobertura do Solo (C)	C1	15,15	20,41	0,005	2.683,94	5,50
	C2	13,23	20,42	0,006	2.562,32	5,81
	C3	13,61	20,86	0,006	2.226,70	6,50
Valor de F	M	36,39 **	32,21**	0,06^{NS}	6,06*	10,81**
	C	0,14 ^{NS}	0,14^{NS}	2,88^{NS}	1,71^{NS}	0,83^{NS}
	M*C	1,30 ^{NS}	0,95^{NS}	2,48^{NS}	2,76^{NS}	0,61^{NS}
DMS	M	1,19	1,65	0,001	439,02	1,35
	C	1,77	2,46	0,001	653,56	2,02
CV (%)		10,58	9,59	22,09	20,51	27,11

* ($p<0,05$); ^{NS} (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo.

Analisando os resultados referentes à área mobilizada (tabela 7) observa-se que não houve diferença ($p<0,05$) para os fatores estudados nas condições em que foi realizado o experimento, mesmo atuando em maiores profundidade a haste não proporcionou maior área mobilizada, esse resultado pode ser atribuído pelo tipo de solo e classe textural, o experimento foi realizado em Argissolo Vermelho-amarelo, com classe textural franco arenoso. Resultados

distintos foi obtido por Modolo et al. (2013) que analisando a área mobilizada de dois mecanismos sulcadores (disco e haste) em Latossolo Vermelho Aluminoférrico típico, de textura argilosa que obtiveram maior área mobilizada para o sulcador tipo haste sendo atribuído esse resultado a maior profundidade de trabalho.

A resistência específica operacional foi obtida por meio da relação força por área mobilizada, em função da haste requerer maior força para tracionar semeadora-adubadora e a área mobilizada apresentar-se estatisticamente igual, consequentemente o mecanismo haste apresentou maior resistência específica operacional. Francetto et al. (2015) também verificaram diferença estatística para a variável resistência específica operacional com a haste apresentando menor resistência específica devido ter proporcionado maior área mobilizada.

Analisando a testemunha 1 (disco em solo nu) com os tratamentos para as variáveis presentes na tabela 8 verifica-se que a área mobilizada, profundidade de atuação do mecanismo sulcador e a resistência específica não apresentaram diferença estatística significativa.

De acordo com os dados apresentados (Tabela 8) a testemunha 1 (milho semeado com disco em solo nu) apresentaram diferença ($p<0,05$) com o mecanismo haste e suas coberturas do solo requerendo maior força e potência do conjunto trator-semeadora, podendo ser explicado em função da semeadora-adubadora estar equipada com mecanismos sulcadores diferentes. Modolo et al. (2004) avaliando a força na barra de tração com duas semeadoras equipadas com mecanismos sulcadores diferentes obtiveram significância e a semeadora configurada com sulcador tipo guilhotina demandou maior força se comparado com disco duplo desencontrado, já com relação a potência foram iguais estatisticamente, porém a semeadora equipada com a guilhotina requereu 16% a mais de potência que o disco.

Nas variáveis de força e potência a testemunha 2 (milho semeado com haste em solo nu) apresentaram diferença significativa para os tratamentos disco com as demais cobertura do solo, sendo a testemunha igual aos tratamentos com uso da haste, fato ocorrido pelo disco realizar apenas a abertura do sulco na linha de semeadura (tabela 8). Contrastando a testemunha com os tratamentos para os valores de profundidade de atuação do mecanismo observa-se que apenas o tratamento disco semeado sobre a crotalária foi significativo, apresentando menor profundidade de atuação.

Tabela 8 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para a Força na barra de tração, Potência, Área mobilizada, Resistência Específica e Profundidade de atuação do mecanismo com as testemunha 1 e testemunha 2

Fator		Força (kN)	Potência (kW)	Área Mobilizada (m^2)	Resistência Específica (kN m^{-2})	Prof. de Atuação do Mecanismo (cm)
Mecanismo	Cobertura					
M1	C1	11,83 b	18,45 b	0,004	2.639,92	4,12
M1	C2	10,91 b	17,42 b	0,006	1.960,42	5,25
M1	C3	12,40 b	19,10 b	0,006	2.100,57	5,25
M2	C1	15,06 a	22,37 a	0,005	2.727,97	6,87
M2	C2	15,56 a	23,42 a	0,005	3.164,22	6,37
M2	C3	14,82 a	22,62 a	0,007	2.352,83	7,75
T1		11,58 b	17,63 b	0,005	2.533,32	5,25
Valor F - Fatorial x Testemunha		$6,02^{*}$	$7,91^{*}$	$1,05^{NS}$	$0,02^{NS}$	$0,64^{NS}$
DMS		2,78	3,86	0,003	1.024,69	3,16
CV (%)		10,58	9,59	22,09	20,51	27,11

Fator		Força (kN)	Potência (kW)	Área Mobilizada (m^2)	Resistência Específica (kN m^{-2})	Prof. de Atuação do Mecanismo (cm)
Mecanismo	Cobertura					
M1	C1	11,83 b	18,45 b	0,004	2.639,92	4,12 b
M1	C2	10,91 b	17,42 b	0,006	1.960,42	5,25 a
M1	C3	12,40 b	19,10 b	0,006	2.100,57	5,25 a
M2	C1	15,06 a	22,37 a	0,005	2.727,97	6,87 a
M2	C2	15,56 a	23,42 a	0,005	3.164,22	6,37 a
M2	C3	14,82 a	22,62 a	0,007	2.352,83	7,75 a
T2		16,67 a	24,71 a	0,007	2.330,54	7,62 a
Valor F - Fatorial x Testemunha		$19,16^{**}$	$15,95^{**}$	$2,89^{NS}$	$0,25^{NS}$	$3,91^{*}$
DMS		2,74	3,84	0,003	1.179,32	3,16
CV (%)		9,86	9,08	25,11	23,88	25,56

* ($p<0,05$); ^{NS} (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo; T1 – milho em solo nu com disco, T2 – milho em solo nu com haste.

O resultado obtido da testemunha 2 (haste em solo nu) com os demais tratamentos para os valores de área mobilizada, nota-se que não ocorreu diferença significativa ($p<0,05$). Analisando a área mobilizada com os fatores e os tratamentos com as duas testemunhas observa-se que em todos os arranjos estatísticos não houve diferença estatística para as condições em que foi realizado o experimento. Mion et al. (2008) avaliando a área de Seção Transversal de Solo

Mobilizado com diferentes mecanismos de abertura de sulco em solo arenoso não observaram significância entre os sulcadores haste e disco.

A resistência específica da testemunha 2 (haste em solo nu) foi igual estatisticamente a todos os tratamentos avaliados, podendo ser explicado em função da área mobilizado não ter apresentado diferença estatística para os tratamentos analisados (Tabela 8).

Na tabela 9 estão apresentados os dados de desempenho operacional do conjunto trator-semeadora para os mecanismos sulcadores e plantas de cobertura.

Tabela 9 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Patinamento do Rodado Dianteiro, Patinamento do Rodado Traseiro, Velocidade de Deslocamento, Capacidade de Campo Operacional (CCO) e Deslizamento do Rodado da Semeadora

Fator		Patinamento R.Dianteiro (%)	Patinamento R.Traseiro (%)	Velocidade (Km h^{-1})	CCO (ha h^{-1})	Deslizamento Semeadora (%)
Mecanismo (E)	M1	4,36 b	3,24 b	5,58 a	1,00 a	- 6,34
	M2	7,32 a	6,21 a	5,37 b	0,96 b	- 12,70
Cobertura do Solo (C)	C1	7,46 a	6,14	5,43	0,97	- 9,76
	C2	6,55 ab	4,20	5,53	0,99	- 8,63
	C3	3,51 b	3,84	5,47	0,98	- 10,17
Valor de F	M	$7,28^{*}$	$6,50^{*}$	$8,30^{**}$	$8,30^{**}$	$73,05^{**}$
	C	$4,78^{*}$	1,49	$0,67^{NS}$	$0,67^{NS}$	$1,54^{NS}$
	M*C	$0,31^{NS}$	$0,51^{NS}$	$1,12^{NS}$	$1,12^{NS}$	$5,69^{*}$
DMS	M	2,32	2,44	0,15	0,02	1,56
	C	3,47	3,64	0,22	0,04	2,32
CV (%)		45,85	59,78	3,22	3,22	19,29

* ($p<0,05$); ^{NS} (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo.

O patinamento dos rodados do trator para o fator mecanismo apresentou diferença significativa ($p<0,05$) para o rodado dianteiro e traseiro (Tabela 9), sendo que para as coberturas do solo somente no rodado dianteiro houve diferença significativa. O patinamento é uma variável que analisa quantas voltas o rodado realiza sem proporcionar deslocamento do trator, por falta de adesão entre o rodado e o solo e muitos fatores podem ser responsáveis por esses resultados.

Dentre os fatores responsáveis podem-se citar os tipos de mecanismos sulcadores, pois a haste proporcionou maior patinamento dos rodados dianteiro e traseiro do trator, fato que

pode está atrelada a maior profundidade de atuação da haste, requerendo maior força e potencia, além de influenciar na velocidade de deslocamento do trator.

Os valores médios de patinamento do trator para o mecanismo disco mantiveram-se abaixo do considerado adequado pela ASABE (2006), tanto para solos firmes (8 a 10%) quanto para solos mobilizados que se encontram entre 11 e 13%, obtendo-se o valor médio para o rodado dianteiro e traseiro de 4,36% e 3,24% respectivamente. Para o sulcador tipo haste esses valores médios ficaram próximos aos recomendados para solos firmes, com patinamento de 7,32% rodado dianteiro e 6,21% rodado traseiro.

Além dos mecanismos sulcadores a cobertura do solo pode promover o patinamento do trator, conforme resultados apresentados na tabela 9, a cobertura com crotalária apresentou maior patinamento e o sorgo menor, demonstrando que o solo com cobertura de sorgo apresenta maior contato entre o rodado dianteiro e o solo proporcionando menor patinamento e consequentemente maior velocidade de deslocamento. Com relação ao rodado traseiro as coberturas do solo apresentaram comportamento semelhante para os valores de patinamento.

Com relação à velocidade real de deslocamento do conjunto trator-semeadora foi significativa, com o disco apresentando deslocamento superior ao mecanismo haste, podendo ser explicado devido o disco ter apresentado menor patinamento dos rodados dianteiro e traseiro facilitando o deslocamento do conjunto trator-semeadora. A capacidade de campo operacional é calculada em função da velocidade real de deslocamento trator e largura de trabalho efetiva do equipamento, em decorrência disso o mecanismo disco apresentou maior capacidade de campo operacional, realizando o processo de semeadura em menor tempo, consequentemente, proporcionando menor custo por hectare quando semeado com disco (JASPER; SILVA, 2015).

No deslizamento do rodado da semeadora ocorreu interação entre os fatores que são apresentados nos desdobramentos entre os fatores (Tabela 10).

Verifica-se na tabela 10 o desdobramento da interação entre os fatores, analisando os mecanismos dentro das coberturas do solo, observa-se diferença estatística entre os mecanismos para todas as coberturas, com a haste apresentando maior deslizamento da roda motriz da semeadora. O deslizamento da roda motriz da semeadora-adubadora são valores negativos em função da roda de acionamento ser arrastada sobre a superfície do solo. Resultado distinto foi obtido por Mahl (2006) avaliando o deslizamento do rodado da semeadora em dois tipos de solo, obteve que o mecanismo disco duplo desencontrado apresentando maior deslizamento da roda

motriz da semeadora-adubadora para solo arenoso se comparado à haste, já para o solo argiloso não houve significância entre os mecanismos sulcadores.

Tabela 10 – Síntese de análise de variância e do teste de médias do desdobramento da interação entre os mecanismos sulcadores e as coberturas do solo para o deslizamento do Rodado da semeadora

Causa de Variação		Cobertura do solo (C)		
		Crotalária	C. Mombaça	Sorgo
Mecanismo (M)	Disco	- 6,09 bA	- 7,17 bA	- 5,76 bA
	Haste	- 13,43 aA	- 10,08 aB	- 14,58 aA
DMS	M		2,70	
	C		3,28	

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade**.**

Avaliando as coberturas do solo dentro dos mecanismos, para o disco não houve diferença estatística para as coberturas. Com relação à haste ocorreu significância dos resultados no tratamento com capim mombaça apresentando menor deslizamento do rodado da semeadora, podendo ser justificado em função da uniformidade de distribuição da cobertura no solo favorecendo a atuação dos órgãos ativos da semeadora, bem como o maior contato da roda côncava de borracha com o solo. Pinheiro Neto et al. (2008) trabalhando com plantas de cobertura não observaram diferença estatística significativa para o deslizamento da roda motriz da semeadora, com a cobertura de aveia dessecada apresentando menor média de deslizamento da roda da semeadora.

Com relação ao patinamento dos rodados do trator (Tabela 11), não houve diferença significativa da testemunha 1 com os demais tratamentos, tanto para o rodado dianteiro quanto para o traseiro. No deslizamento do rodado da semeadora houve diferença significativa ($p<0,05$) com maiores resultados para o mecanismo haste com as coberturas de crotalária e sorgo.

Para a velocidade de deslocamento e capacidade de campo operacional não houve diferença significativa entre a testemunha e os demais tratamentos, sendo verificado que os valores médios dos tratamentos estão bem próximos do observados na testemunha.

Tabela 11 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Patinamento do Rodado Dianteiro, Patinamento do Rodado Traseiro, Velocidade de Deslocamento, Capacidade de Campo Operacional (CCO) e Deslizamento do Rodado da Semeadora em comparação com as testemunha 1 e testemunha 2

Fator		Patinamento R.Dianteiro (%)	Patinamento R.Traseiro (%)	Velocidade (Km h^{-1})	CCO (ha h^{-1})	Deslizamento Semeadora (%)
Mecanismo	Cobertura					
M1	C1	5,41	4,04	5,56	1,00	- 6,09 b
M1	C2	5,55	2,53	5,68	1,02	- 7,17 b
M1	C3	2,13	3,15	5,50	0,99	- 5,76 b
M2	C1	9,51	8,23	5,30	0,95	- 13,43 a
M2	C2	7,55	5,87	5,38	0,96	- 10,08 b
M2	C3	4,88	4,53	5,44	0,98	- 14,58 a
T1		8,04	5,07	5,42	0,97	- 8,94 b
Valor F - Fatorial x Testemunha		$1,38^{NS}$	$0,04^{NS}$	$0,33^{NS}$	$0,33^{NS}$	$0,35^{*}$
DMS		6,92	5,71	0,35	0,06	3,64
CV (%)		56,17	59,78	3,22	3,22	19,29

Fator		Patinamento R.Dianteiro (%)	Patinamento R.Traseiro (%)	Velocidade (Km h^{-1})	CCO (ha h^{-1})	Deslizamento Semeadora (%)
Mecanismo	Cobertura					
M1	C1	5,41 a	4,04 b	5,56	1,00	- 6,09 b
M1	C2	5,55 a	2,53 b	5,68	1,02	- 7,17 b
M1	C3	2,13 b	3,15 b	5,50	0,99	- 5,76 b
M2	C1	9,51 a	8,23 a	5,30	0,95	- 13,43 a
M2	C2	7,55 a	5,87 a	5,38	0,96	- 10,08 a
M2	C3	4,88 a	4,53 a	5,44	0,98	- 14,58 a
T2		8,61 a	9,94 a	5,31	0,95	- 12,29 a
Valor F - Fatorial x Testemunha		$3,06^{*}$	$12,40^{**}$	$3,67^{NS}$	$3,67^{*}$	$5,78^{*}$
DMS		5,86	5,48	0,32	0,05	4,25
CV (%)		46,96	50,06	2,97	2,97	21,46

* ($p<0,05$); ^{NS} (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo; T1 – milho em solo nu com disco, T2 – milho em solo nu com haste.

Nota-se na tabela 11 que houve diferença estatística significativa da testemunha 2 para o patinamento do rodado dianteiro do trator, sendo que o tratamento disco com cobertura de capim mombaça proporcionou menor patinamento do rodado dianteiro, sendo observado visualmente que o capim mombaça se distribuir uniformemente na superfície do solo.

O patinamento do rodado traseiro foi significativo entre a testemunha 2 (Tabela 11) e os tratamentos com o mecanismo disco e suas coberturas, proporcionando menor patinamento, principalmente com a cobertura do capim mombaça sendo observado que essa cobertura favorece o contato entre o rodado e o solo reduzindo os valores de patinamento no processo de semeadura. Resultado semelhante foi encontrado por Vizzotto (2014) analisando cinco arranjos de sulcadores diferentes, três com disco e dois com haste, obteve menor patinamento para os tratamentos com disco.

A testemunha 2 (Tabela 11) foi semelhante estatisticamente com os demais tratamentos para a velocidade real de deslocamento do conjunto trator-semeadora e a capacidade de campo operacional.

Conforme a tabela 12, o consumo horário de combustível e o consumo operacional não apresentaram diferença significativa para os fatores analisados.

Verifica-se diferença significativa para consumo específico somente para o fator mecanismo, com o disco apresentando maior consumo, podendo ser justificado em função do mecanismo disco apresentar menor potência se comparado com a haste. Esses resultados corroboram com os obtidos por Francetto et al. (2015) que também obtiveram maior consumo específico para o disco.

Resultado semelhante foi observado na variável consumo específico por área mobilizada (Tabela 12), o disco apresentou maior média (110,77 Kg kW h^{-1} m^{-2}) devido o maior consumo específico e a área mobilizada não ter apresentado significância entre os mecanismos sulcadores. Levien et al. (2011) analisando o consumo de combustível em função do solo mobilizado entre os mecanismos disco e haste, observaram menor consumo de combustível por solo mobilizado para o sulcador tipo haste.

Tabela 12 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Consumo Horário, Consumo por Área, Consumo Específico e Consumo específico por Área Mobilizada

Fator		Consumo Horário ($L\ h^{-1}$)	Consumo operacional ($L\ ha^{-1}$)	Consumo Específico ($kg\ kW\ h^{-1}$)	Consumo por Área Mobilizada ($kg\ kW\ h^{-1}\ m^{-2}$)
Mecanismo (E)	M1	12,84	9,59	0,57 a	110,77 a
	M2	11,22	8,70	0,40 b	73,81 b
Cobertura do Solo (C)	C1	11,18	8,57	0,45	95,45
	C2	11,36	8,53	0,47	94,21
	C3	13,55	10,33	0,53	87,23
Valor de F	M	$4,34^{NS}$	$2,08^{NS}$	$27,05^{**}$	$9,06^{**}$
	C	$3,84^{NS}$	$3,68^{NS}$	$2,21^{NS}$	$0,17^{NS}$
	M*C	$0,83^{NS}$	$0,48^{NS}$	$1,29^{NS}$	$0,74^{NS}$
DMS	M	1,63	1,30	0,07	25,78
	C	2,43	1,93	0,10	38,37
CV (%)		15,94	16,65	16,26	31,38

* ($p<0,05$); ^{NS} (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo.

Comparando a testemunha disco em solo nu (testemunha 1) com os demais tratamentos nota-se que para as variáveis de consumo de combustível apresentados na tabela 13 apenas o consumo específico de combustível apresentou diferença estatística com a testemunha, com os tratamentos haste e crotalária e haste e capim mombaça proporcionando menor consumo específico, esse resultado pode esta associado a maior demanda de potência desses tratamentos.

Nota-se que o consumo horário, por área e específico de combustível (tabela 13) não apresentaram diferença estatística entre a testemunha 2 (haste em solo nu) e os tratamentos, resultados parecidos foram obtidos por Santos et al. (2016) que também não observaram significância entre os sulcadores disco e haste para o consumo horário e consumo operacional no processo de semeadura do milho.

O consumo específico por área mobilizada ocorreu diferença significativa do disco com crotalária em comparação com a testemunha 2 (haste em solo nu), fato que pode ter ocorrido em função da maior média de consumo específico e menor de área mobilizada obtendo-se maior consumo específico por área mobilizada devido essas variáveis apresentarem relação inversa.

Tabela 13 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Consumo Horário, Consumo por Área, Consumo Específico e Consumo específico por Área Mobilizada em comparação com as testemunha 1 e testemunha 2

Fator		Consumo Horário ($L\ h^{-1}$)	Consumo por Área ($L\ há^{-1}$)	Consumo Específico ($Kg\ kW\ h^{-1}$)	Consumo por Área Mobilizada ($Kg\ kW\ h^{-1}\ m^{-2}$)
Mecanismo	Cobertura				
M1	C1	12,30	9,21	0,54 a	124,11
M1	C2	12,57	9,21	0,59 a	110,11
M1	C3	13,66	10,35	0,59 a	98,11
M2	C1	10,05	7,92	0,36 b	66,79
M2	C2	10,15	7,85	0,35 b	78,31
M2	C3	13,45	10,32	0,48 a	76,34
T1		11,58	8,91	0,54 a	116,88
Valor F - Fatorial x Testemunha		$0,19^{NS}$	$0,07^{NS}$	$1,30^{*}$	$2,29^{NS}$
DMS		3,81	3,03	0,16	60,17
CV (%)		15,94	16,65	16,26	31,38
Fator		Consumo Horário ($L\ h^{-1}$)	Consumo por Área ($L\ ha^{-1}$)	Consumo Específico ($kg\ kW\ h^{-1}$)	Consumo por Área Mobilizada ($kg\ kW\ h^{-1}\ m^{-2}$)
Mecanismo	Cobertura				
M1	C1	12,30	9,21	0,54	124,11 a
M1	C2	12,57	9,21	0,59	110,11 b
M1	C3	13,66	10,35	0,59	98,11 b
M2	C1	10,05	7,92	0,36	66,79 b
M2	C2	10,15	7,85	0,35	78,31 b
M2	C3	13,45	10,32	0,48	76,34 b
T2		11,34	8,89	0,47	64,40 b
Valor F - Fatorial x Testemunha		$0,32^{NS}$	$0,07^{NS}$	$0,07^{NS}$	$3,03^{*}$
DMS		4,49	3,36	0,16	59,35
CV (%)		18,84	18,44	16,40	36,91

* ($p<0,05$); ^{NS} (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo; T1 – milho em solo nu com disco, T2 – milho em solo nu com haste.

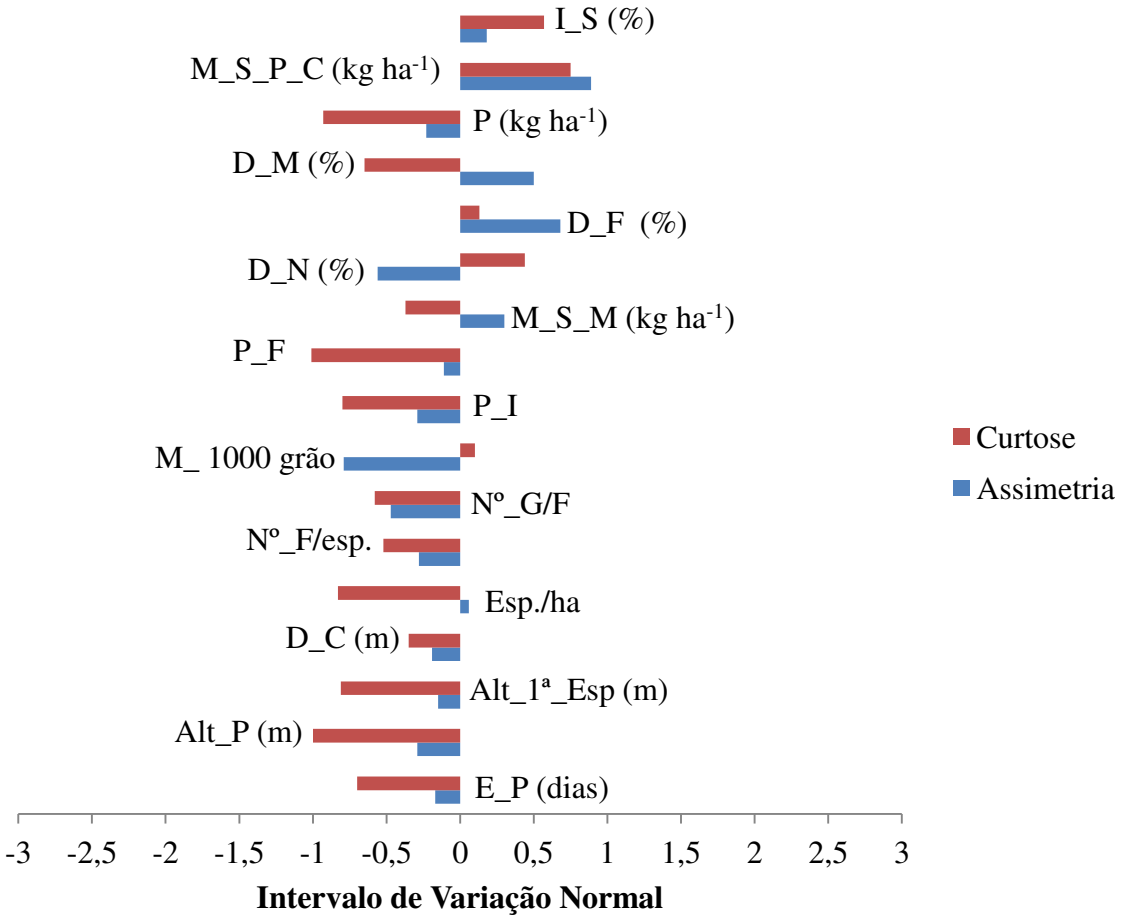
4.3 Características Agronômicas do milho

Os coeficientes de assimetria e curtose (Figura 14) encontram-se dentro do intervalo de -3 e 3 indicando que os dados seguem uma distribuição normal, podendo ser considerada a hipótese de normalidade dos dados (OLIVEIRA, 2010).

As variáveis de espigas por hectare, produção de massa seca de milho, distribuição falha, distribuição dupla, produção de massa seca de plantas de cobertura e índice de sobrevivência seguem distribuição assimétrica positiva, ou seja, média aritmética apresentando maior valor que a mediana, e esta por sua vez, maior valor que a moda. Para o número médio de dias para a emergência de plântulas, altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro do colmo, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileiras, massa de 1000 grãos, população inicial, população final, distribuição normal e produtividade apresentaram distribuição de frequência assimétrica negativa com os valores da média aritmética menor que a mediana e os valores da mediana menor que a moda (COSTA NETO, 1977).

Os valores de curtose apresentados no gráfico (Figura 14) seguem distribuição normal apresentando curva achatada (platicúrtica) com o valor de $K > 0,263$, significando que os dados estão fracamente em torno da moda para as variáveis de distribuição normal, massa seca de plantas de cobertura e índice de sobrevivência e para número médio de dias para a emergência de plântulas, altura de planta, altura de inserção de primeira espiga, diâmetro de colmo, espigas por hectare, número de fileiras por espiga, número de grãos por fileira, massa de 1000 grãos, população inicial, população final, produção de massa seca de milho, distribuição falha, distribuição dupla, produtividade e produção de massa seca das plantas de cobertura apresentaram curva afilada (leptocúrica) com os valores de $K < 0,263$, ou seja, os dados encontram-se fortemente em torno da moda (TOLEDO; OVALLE, 2014).

Figura 14 – Coeficientes de assimetria e curtose para as variáveis: E_P – Número médio de dias para a emergência de plântulas, Alt_P– Altura de Planta, Alt_1ª_Esp – Altura de inserção de primeira Espiga, D_C – Diâmetro do colmo, Esp./ha – Espigas/hectare, Nº_F/Esp. – Número de Fileiras por espigas, Nº_G/F – Número de Grãos por Fileira, M_1000 grãos – Massa de 1000 grãos, P_I – População Inicial, P_F – População Final, M_S_M – Massa Seca de Milho, D_N – Distribuição Normal, D_F (%) – Distribuição Falha, D_M (%) – Distribuição Múltipla, P – Produtividade , M_S_P_C – Massa Seca de Plantas de Cobertura e I_S – Índice de Sobrevivência



Fonte: Própria autora.

Nas características agronômicas do milho para os mecanismos sulcadores não apresentaram diferença significativa para as variáveis analisadas, fator esse relacionado com o desempenho do conjunto trator-semeadora.

O número médio de dias para a emergência de plântulas não apresentou significância, com as coberturas não influenciando no processo de germinação e emergência das plântulas. Altura de planta apesar de ser característica genética da planta podem ser influenciadas pelo

manejo, e de acordo com os resultados (Tabela 14) as plantas de cobertura proporcionaram crescimento das plantas de milho com destaque para a crotalária, por ser uma leguminosa e realizar a fixação biológica do nitrogênio, fato que pode ter contribuído para o maior crescimento das plantas devido atuar no processo de divisão celular. Para a variável altura de inserção de primeira espiga e diâmetro do colmo não houve significância para os fatores analisados.

Tabela 14 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Número médio de dias para a emergência de plântulas (dias), Altura de planta (m), Altura de inserção de primeira espiga (m) e Diâmetro do colmo (m)

Fator		Emergência de plântula (dias)	Altura de Planta (m)	Altura de Inserção da 1ª Espiga (m)	Diâmetro do Colmo (m)
Mecanismo (M)	M1	5,84	1,65	0,78	0,019
	M2	5,86	1,65	0,78	0,018
Cobertura do Solo (C)	C1	5,74	1,70 a	0,82	0,018
	C2	5,78	1,57 b	0,72	0,018
	C3	6,02	1,68 ab	0,81	0,019
Valor de F	M	$0,01^{NS}$	$0,001^{NS}$	$0,001^{NS}$	$8,95^{NS}$
	C	$0,81^{NS}$	$4,30^{*}$	$4,78^{NS}$	$4,44^{NS}$
	M*C	$0,10^{NS}$	$1,06^{NS}$	$1,14^{NS}$	$0,50^{NS}$
DMS	M	0,40	0,08	0,05	0,001
	C	0,59	0,12	0,08	0,001
CV (%)		7,93	5,98	8,66	4,98

* ($p<0,05$); ^{NS} (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo.

Barros et al. (2013) observaram que para altura de planta as coberturas com leguminosas proporcionaram melhores resultados se comprado com o sorgo, em função das leguminosas possuírem a capacidade de fixar N atmosférico em simbiose com *Rhizobium* e possuem baixa relação C/N, o que favorece a rápida decomposição e a liberação desse nutriente para a cultura sucedânea.

Analisando as variáveis da tabela 15 observa-se que não ocorreu diferença significativa da testemunha 1 e 2, com isso as plantas de cobertura não serviram de impedimento mecânico para o número médio de dias para a emergência de plântulas. Para altura de planta, altura de inserção de primeira espiga e diâmetro do colmo não apresentaram diferenças ($p<0,05$), podendo ser justificado pelo solo nu (testemunha) ter recebido a mesma quantidade de adubação

que os tratamentos com plantas de cobertura, em curto prazo as plantas de cobertura não influenciaram nas características avaliadas. Esses resultados corroboram com os obtidos por Venegas & Scudeler (2012) que analisando o diâmetro do colmo em três períodos diferentes após a semeadura do milho com diferentes coberturas do solo, dentre elas solo descoberto, não influenciaram o diâmetro do colmo de milho.

Venegas & Scudeler (2012) avaliando as características fitotécnicas do milho com diferentes coberturas do solo verificaram que aos 111 dias após a semeadura do milho houve significância, com solo descoberto obtendo menor valor de altura de planta comparado as demais coberturas do solo.

Na distribuição longitudinal de plantas (Tabela 16) foi significativo para a distribuição normal e falha, podendo ser verificado que a cobertura do solo com crotalária apresentou melhor distribuição normal e consequentemente menor falha. Essa variável influi diretamente no estande final de plantas, pois quanto maior for o espaçamento falho menor será a quantidade de plantas por hectare.

Nas varáveis de população inicial e final de plantas ocorreu interação entre os fatores analisados, sendo apresentados nas tabelas 17 e 18 respectivamente.

Analisando o desdobramento dos mecanismos dentro das coberturas verifica-se que só ocorreu diferença significativa para a cobertura do capim mombaça com a haste apresentando maior quantidade de plantas por hectare em relação ao disco. Avaliando as coberturas em função dos mecanismos apenas para o disco houve diferença entre as coberturas com a crotalária apresentando maior quantidade de plantas por hectare (Tabela 17).

Observa-se ainda que a população inicial encontra-se abaixo da população deseja em função da precipitação ocorrida dias após a semeadura que provocou escoamento superficial na área útil matando algumas plantas.

No desdobramento da população final (Tabela 18) verifica-se comportamento semelhante aos observados para a população inicial, com a cobertura crotalária associado ao mecanismo disco apresentando maiores quantidades de plantas por hectare, podendo ser justificado em função do melhor preparo do leito de semeadura.

Tabela 15 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Número médio de dias para a emergência de plântulas (dias), Altura de planta (m), Altura de inserção de primeira espiga (m) e Diâmetro do colmo (m) em comparação com as testemunha 1 e testemunha2

Fator		Emergência de plântula (dias)	Alt. de Planta (m)	Alt. de Inserção da 1ª Espiga (m)	Diâmetro do Colmo (m)
Mecanismo	Cobertura				
M1	C1	5,71	1,66	0,79	0,019
M1	C2	5,73	1,58	0,74	0,018
M1	C3	6,07	1,71	0,81	0,019
M2	C1	5,78	1,74	0,85	0,017
M2	C2	5,82	1,55	0,70	0,017
M2	C3	5,97	1,65	0,80	0,019
T1		6,31	1,66	0,78	0,017
Valor F - Fatorial x Testemunha		$3,31^{NS}$	$0,03^{NS}$	$0,03^{NS}$	$1,73^{NS}$
DMS		0,93	0,19	0,13	0,002
CV (%)		7,93	5,98	8,66	4,98
Fator		Nº de dias para a emergência de plântula (dias)	Alt. de Planta (m)	Alt. de Inserção da 1ª Espiga (m)	Diâmetro do Colmo (m)
Mecanismo	Cobertura				
M1	C1	5,71	1,66	0,79	0,019
M1	C2	5,73	1,58	0,74	0,018
M1	C3	6,07	1,71	0,81	0,019
M2	C1	5,78	1,74	0,85	0,017
M2	C2	5,82	1,55	0,70	0,017
M2	C3	5,97	1,65	0,80	0,019
T2		6,45	1,61	0,76	0,018
Valor F - Fatorial x Testemunha		$5,51^{NS}$	$0,51^{NS}$	$0,34^{NS}$	$0,72^{NS}$
DMS		0,94	0,17	0,13	0,001
CV (%)		7,98	5,26	8,30	4,03

* ($p<0,05$); ^{NS} (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo; T1 – milho em solo nu com disco; T2 – milho em solo nu com haste.

Tabela 16 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para População Inicial, População Final, Distribuição Normal, Distribuição Falha e Distribuição Dupla

Fator		População Inicial (Plantas ha^{-1})	População Final (Plantas ha^{-1})	Distribuição Normal (%)	Distribuição Falha (%)	Distribuição Dupla (%)
Mecanismo (M)	M1	56.250	51.666	68,98	23,69	7,31
	M2	59.062	53.854	68,91	25,08	5,99
Cobertura do Solo (C)	C1	63.906 a	62.343 a	79,40 a	14,94 b	5,64
	C2	56.250 ab	49.062 b	65,00 ab	26,28 ab	8,70
	C3	52.812 b	46.875 b	62,45 b	31,93 a	5,61
Valor de F	M	0,75 ^{NS}	0,38^{NS}	0,001^{NS}	0,09^{NS}	0,47^{NS}
	C	4,10*	7,45**	3,87*	4,94*	1,14^{NS}
	M*C	3,69*	3,89*	0,10^{NS}	0,10^{NS}	2,79^{NS}
DMS	M	6.800,22	7.436,96	11,25	9,42	4,02
	C	10.123,24	11.071,13	16,75	14,03	5,99
CV (%)		13,54	16,01	18,80	46,26	73,57

* ($p<0,05$); ^{NS} (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo.

Tabela 17 – Síntese de análise de variância e do teste de médias do desdobramento da interação entre os mecanismos sulcadores e as coberturas do solo para População Inicial

Causa de Variação		Cobertura do solo (C)		
		Crotalária	C. Mombaça	Sorgo
Mecanismo (M)	Disco	67.812 aA	49.375 bB	51.562 aB
	Haste	60.000 aA	63.125 aA	54.062 aA
DMS	M	11.778,3		
	C	14.316,4		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade**.**

Tabela 18 – Síntese de análise de variância e do teste de médias do desdobramento da interação entre os mecanismos sulcadores e as coberturas do solo para População Final

Causa de Variação		Cobertura do solo (C)		
		Crotalária	C. Mombaça	Sorgo
Mecanismo (M)	Disco	66.875 aA	41.562 bB	46.562 aB
	Haste	57.812 aA	56.562 aA	47.187 aA
DMS	M	12.881,1		
	C	15.656,9		

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si segundo o teste de Tukey a 5% de probabilidade**.**

Nota-se que comparando a testemunha 1 com os tratamentos só houve diferença estatística para a população final do tratamento disco com capim mombaça (Tabela 19), apresentando menor população final de plantas, em função de ter apresentado 27,04% de distribuição falha e distribuição normal baixo de 70%.

Contrastando a testemunha 2 com os demais tratamentos (Tabela 19) observa-se que ocorreu diferença significativa para a população inicial e final de plantas com disco semeado sobre a cobertura de crotalária, apresentando maior quantidade de plantas por hectare se comparado com a testemunha. Com relação à distribuição longitudinal de plantas não houve significância da testemunha com os tratamentos, demonstrando que o uso de plantas de cobertura com diferentes mecanismos sulcadores não interfere na distribuição longitudinal de plantas.

Na tabela 20 observa-se que para o fator mecanismo não houve significância para as variáveis analisadas. Com relação às plantas de cobertura houve significância para o índice de sobrevivência de plantas e número de espigas por hectare apresentando comportamento estatístico semelhante com a cobertura de crotalária, proporcionando maiores médias, esses resultados estão associados aos observados na população final de plantas, pois interfere diretamente nessas variáveis.

Os aspectos agronômicos número de fileiras por espigas e número de grãos por fileiras foi não significativo em decorrência de ser fatores relacionados com as característica genética das plantas (Tabela 20), verificando-se aproximadamente 13 fileiras por espigas, o número impar é em decorrência das médias obtida entre os tratamentos, valendo salientar que o número total de fileiras por espiga ocorre por meio da formação de fileiras únicas no comprimento da espiga, dividindo-se em pares, justificando-se as espigas sempre terem número par de fileiras (TOLEDO et al., 2010). Conforme Lázaro et al. (2013) também não observaram diferença estatística para número de fileiras por espiga e número de grãos por fileira entre os tratamentos com diferentes tipos de plantas de cobertura.

Tabela 19 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para População Inicial, População Final, Distribuição Normal, Distribuição Falha e Distribuição Dupla em comparação com as testemunha 1 e testemunha 2

Fator		População Inicial (Plantas ha^{-1})	População Final (Plantas ha^{-1})	Distribuição Normal (%)	Distribuição Falha (%)	Distribuição Dupla (%)
Mecanismo	Cobertura					
M1	C1	67.812	66.875 a	78,32	13,30	8,37
M1	C2	49.375	41.562 b	66,74	27,04	6,20
M1	C3	51.562	46.562 a	61,89	30,72	7,37
M2	C1	60.000	57.812 a	80,48	16,59	2,92
M2	C2	63.125	56.562 a	63,26	25,53	11,20
M2	C3	54.062	47.187 a	63,26	33,13	3,85
T1		64.062	62.812 a	75,20	20,04	4,75
Valor F - Fatorial x Testemunha		2,23^{NS}	4,60*	0,77^{NS}	0,53^{NS}	0,56^{NS}
DMS		15.871,89	17.358,05	26,27	22,00	9,39
CV (%)		13,54	16,01	18,80	46,26	73,57

Fator		População Inicial (Plantas ha^{-1})	População Final (Plantas ha^{-1})	Distribuição Normal (%)	Distribuição Falha (%)	Distribuição Dupla (%)
Mecanismo	Cobertura					
M1	C1	67.812 a	66.875 a	78,32	13,30	8,37
M1	C2	49.375 b	41.562 b	66,74	27,04	6,20
M1	C3	51.562 b	46.562 b	61,89	30,72	7,37
M2	C1	60.000 b	57.812 b	80,48	16,59	2,92
M2	C2	63.125 b	56.562 b	63,26	25,53	11,20
M2	C3	54.062 b	47.187 b	63,01	33,13	3,85
T2		49.687 b	46.562 b	67,38	29,04	3,57
Valor F - Fatorial x Testemunha		4,44*	1,82*	0,05^{NS}	0,59^{NS}	1,26^{NS}
DMS		13.998,28	17.011,29	24,68	22,33	10,16
CV (%)		12,38	16,39	17,95	44,54	81,72

* ($p<0,05$); ^{NS} (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo; T1 – milho em solo nu com disco; T2 – milho em solo nu com haste.

Tabela 20 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Índice de sobrevivência, Número de Espigas por hectare, Número de fileiras por espiga e Número de grãos por fileira

Fator		Indicie de Sobrevivência (%)	Espigas/hectare	Fileira/espiga	Grãos/fileira
Mecanismo (M)	M1	91,21	54.074	13,51	23,56
	M2	91,09	54.958	13,60	24,52
Cobertura do Solo (C)	C1	97,43 a	63.219 a	13,86	24,16
	C2	87,04 b	49.063 b	13,67	23,19
	C3	88,97 ab	51.267 ab	13,14	24,76
Valor de F	M	$0,01^{NS}$	$0,04^{NS}$	$0,09^{NS}$	$0,48^{NS}$
	C	$3,99^{*}$	$4,17^{*}$	$2,21^{NS}$	$0,44^{NS}$
	M*C	$0,77^{NS}$	$2,80^{NS}$	$1,74^{NS}$	$0,73^{NS}$
DMS	M	6,70	8.949,63	0,60	2,89
	C	9,98	13.287,37	0,90	4,30
CV (%)		8,50	18,76	5,21	13,90

* ($p<0,05$); ^{NS} (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo.

Analisando os resultados obtidos na tabela 21, nota-se que as variáveis de índice de sobrevivência, número de fileiras por espigas e número grãos por fileira são estatisticamente iguais. Para o número de espigas por hectare houve diferença ($p<0,05$) da testemunha 1 com o tratamento disco com cobertura de capim mombaça, apresentando menor número de espigas por hectare, fato que está associado a menor população final de plantas.

Contrastando a testemunha 2 e os demais tratamentos (Tabela 21) verifica-se que não houve significância para as variáveis analisadas, demonstrando que o uso de plantas de cobertura não interfere nos aspectos agronômicos do milho.

Tabela 21 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Índice de Sobrevivência, Número de Espigas por hectare, Número de fileiras por espiga e Número de grãos por fileira em comparação com as testemunha 1 e testemunha 2

Fator		Indicie de Sobrevivência (%)	Espigas/hectare	Fileira/espiga	Grãos/fileira
Mecanismo	Cobertura				
M1	C1	98,50	67.594 a	14,19	23,67
M1	C2	84,32	41.563 b	13,51	21,69
M1	C3	90,80	53.066 a	12,85	25,31
M2	C1	96,37	58.844 a	13,53	24,65
M2	C2	89,76	56.563 a	13,84	24,69
M2	C3	87,14	49.469 a	13,44	24,22
T1		97,50	66.250 a	13,62	25,52
Valor F - Fatorial x Testemunha		$2,26^{NS}$	$4,24^{*}$	$0,02^{NS}$	$0,66^{NS}$
DMS		15,65	20.783,02	1,41	6,74
CV (%)		8,50	18,76	5,21	13,90
Fator		Indicie de Sobrevivência (%)	Espigas/hectare	Fileira/espiga	Grãos/fileira
Mecanismo	Cobertura				
M1	C1	98,50	67.594	14,19	23,67
M1	C2	84,32	41.563	13,51	21,69
M1	C3	90,80	53.066	12,85	25,31
M2	C1	96,37	58.844	13,53	24,65
M2	C2	89,76	56.563	13,84	24,69
M2	C3	87,14	49.469	13,44	24,22
T2		91,19	49.500	14,10	24,87
Valor F - Fatorial x Testemunha		$0,001^{NS}$	$0,95^{NS}$	$2,00^{NS}$	$0,16^{NS}$
DMS		17,58	18766,48	1,41	7,63
CV (%)		9,64	17,69	5,17	15,79

* ($p<0,05$); ^{NS} (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo; T1 – milho em solo nu com disco; T2 – milho em solo nu com haste.

Conforme os resultados observados na tabela 22 apenas o fator cobertura do solo proporcionou diferença significativa para a massa de 1000 grãos, produtividade e produção de matéria seca das plantas de cobertura. Na variável massa de 1000 grãos a cobertura com sorgo apresentou melhor resultado com média de 377,25 g, média superior a característica genética da

semente GNZ 2005 YG que é de 370 g (GENEZE, 2016), constatando feito positivo das plantas de cobertura nos componentes de produtividade.

Segundo dados da CONAB (2016) a estimativa média da produtividade da safra 2015/2016 para a região Nordeste é de 2074 (kg ha^{-1}). Analisando os resultados obtidos a produtividade do milho foi superior a estimativa média (Tabela 22), podendo observar incremento na produtividade com o uso de plantas de coberturas do solo, principalmente a cobertura com crotalária e sorgo.

Tabela 22 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Massa de 1000 grãos (g), Produtividade (kg ha^{-1}), Produção de Matéria Seca de Milho (kg ha^{-1}), Produção de Matéria Seca das Plantas de Cobertura (kg ha^{-1}) Produção de Matéria Seca Total (kg ha^{-1})

Fator		Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha^{-1})	Prod. de Mat. Seca de milho (kg ha^{-1})	Prod. Mat. Seca P_Cobertura (kg ha^{-1})	Prod. Mat.Seca Total (kg ha^{-1})
Mecanismo (M)	M1	354,71	5.199	9.121	7.816	16.937
	M2	367,23	4.846	9.606	8173	16.937
Cobertura do Solo (C)	C1	356,56 b	6.082 a	11.167	5.808 b	16.975
	C2	349,12 b	3.625 b	7.134	9.450 a	16.585
	C3	377,25 a	5.361 a	9.789	8.725 a	18.515
Valor de F	M	$3,58^{NS}$	$1,76^{NS}$	$0,13^{NS}$	$0,20^{NS}$	$0,34^{NS}$
	C	$6,47^{**}$	$30,21^{**}$	$3,21^{NS}$	$7,98^{**}$	$0,68^{NS}$
	M*C	$1,85^{NS}$	$0,66^{NS}$	$0,49^{NS}$	$0,70^{NS}$	$1,18^{NS}$
DMS	M	13,88	557,20	2.770,95	1.676,60	3.033
	C	20,67	829,49	4.125,01	2.503,66	4.529
CV (%)		4,47	12,45	33,70	24,13	20,11

* ($p<0,05$); ^{NS} (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo.

Corroborando com os resultados obtidos, Albuquerque et al. (2013) trabalhando com três espécies de leguminosas observaram maior produtividade de milho (4.051 kg ha^{-1}) quando semeado sobre resíduos de crotalária, valor intermediário foi conseguido com cultivo após feijão guandu e o pior desempenho ocorreu no milho semeado sobre a mucuna preta.

Produção de matéria seca de milho e produção de matéria seca total não apresentaram significância (Tabela 22).

Com relação à produção de matéria seca das plantas de coberturas nota-se que a crotalária obteve menor quantidade de matéria seca por hectare se comparada ao capim mombaça e sorgo (Tabela 22). Segundo Cazetta et al. (2005) esse resultado é devido as gramíneas apresentarem desenvolvimento inicial mais rápido se comprado as leguminosas, associando-se a uma melhor adaptação as condições climáticas, pois avaliando a produção de matéria seca entre crotalária e milheto, observou-se que o milheto foi a cobertura vegetal que se destacou.

Observa-se, contudo que a produção de matéria seca da crotalária foi inferior aquela encontrada por Scheuer & Tomasi (2011) que avaliando a produção de matéria seca de *crotalária spectabilis* na adubação intercalar e reforma da cana-de-açúcar obtiverem 9,66 toneladas de matéria seca de crotalária, que possui maior proporção de fitomassa no caule, altamente lignificado e fibroso, relação carbono/nitrogênio (C/N) podendo encontrar-se acima de 25, valor considerado próximo ao equilíbrio entre os processos de mineralização e imobilização. Com isso a crotalária contribui significativamente para a fixação biológica de nitrogênio, destaca-se na produção de fitomassa, podendo proporcionar boa cobertura no solo melhorando sua fertilidade.

Comparando as testemunha 1 e 2 (Tabela 23) com os demais tratamentos para as variáveis massa de 1000 grãos e produção de matéria seca de milho, verifica-se que não houve significância.

Observou-se que a cobertura com crotalária proporcionou maiores médias de produtividade independente do tipo de mecanismo sulcador, não diferindo do tratamento testemunha, podendo inferir que o uso de plantas de cobertura não interfere na produtividade de grãos.

Contrastando as testemunha 1 e 2 (Tabela 23) com os tratamentos observa-se que houve diferença estatística da testemunha com os tratamentos com mecanismo disco semeado sobre as coberturas de crotalária e sorgo e mecanismo haste semeada sobre a cobertura crotalária obtendo valores superiores a testemunha, podendo recomendar o uso de plantas de cobertura no processo de semeadura do milho que não afeta a produtividade, pelo contrário dependendo da cultura utilizada pode proporcionar aumento na produtividade em kg ha^{-1}.

Tabela 23 – Síntese de análise de variância e do teste de médias para Massa de 1000 grãos (g), Produtividade (kg ha^{-1}), Produção de Matéria Seca de Milho (kg ha^{-1}) e Produção de Matéria Seca das Plantas de Cobertura (kg ha^{-1}) em comparação com as testemunha 1 e testemunha 2

Fator		Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha^{-1})	Produção de Mat. Seca de Milho (kg ha^{-1})
Mecanismo	Cobertura			
M1	C1	341,97	6.260 a	10.968
M1	C2	344,08	3.613 b	6.070
M1	C3	378,10	5.723 a	10.324
M2	C1	371,14	5.903 a	11.366
M2	C2	354,16	3.637 b	8.198
M2	C3	376,40	4.998 b	9.255
T1		368,95	6.414 a	10.954
Valor F - Fatorial x Testemunha		0,83^{NS}	15,71**	0,83^{NS}
DMS		32,40	1.300,53	6467,47
CV (%)		4,47	12,45	33,70
Fator		Massa de 1000 grãos (g)	Produtividade (kg ha^{-1})	Produção de Mat. Seca de Milho (kg ha^{-1})
Mecanismo	Cobertura			
M1	C1	341,97	6.260 a	10.968
M1	C2	344,08	3.613 b	6.070
M1	C3	378,10	5.723 a	10.324
M2	C1	371,14	5.903 a	11.366
M2	C2	354,16	3.637 b	8.198
M2	C3	376,40	4.998 b	9.255
T2		371,05	4.345 b	8.349
Valor F - Fatorial x Testemunha		1,44^{NS}	4,08*	0,47^{NS}
DMS		31,02	1.242	5.470
CV (%)		4,28	12,60	29,65

* ($p<0,05$); ^{NS} (Não Significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$). M1 – mecanismo disco; M2 – mecanismo haste; C1 – Cobertura com Crotalária; C2 – Cobertura com capim mombaça; C3 – Cobertura com sorgo; T1 – milho em solo nu com disco; T2 – milho em solo nu com haste.

5 CONCLUSÕES

A cobertura com crotalária proporcionou menor densidade do solo nas profundidades de 0,0-0,10 m e 0,20-0,30m. O mecanismo disco semeando sobre a cobertura de crotalária proporcionou menor densidade do solo na camada de 0,0 – 0,10m.

As plantas de cobertura não influenciaram no desempenho energético e operacional do conjunto trator-semeadora, exceto para o patinamento dos rodados do trator e deslizamento do rodado da semeadora. O mecanismo sulcador tipo disco requereu maior demanda energética para consumo específico e consumo específico por área mobilizada e melhor desempenho operacional do conjunto trator-semeadora (menor patinamento dos rodados dianteiro e traseiro e maior velocidade de deslocamento).

Os mecanismos sulcadores não influenciaram nas características fitotécnicas do milho, não tendo restrição de uso.

A produtividade de grãos de milho foi maior para a cobertura de crotalária associada com o mecanismo disco, sendo recomendado o uso de plantas de cobertura, pois não interfere na produtividade de grãos.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, J. A. de A.; AMADO, T. J. C.; SILVA, L. S. da.; SANTI, A.; WEBER, M. A. Decomposição da fitomassa de plantas de cobertura e liberação de nitrogênio em função da quantidade de resíduos aportada ao solo sob sistema plantio direto. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.5, p.801-809, 2014.

AGUIAR, R. A. de; MOREIRA, J. A. A.; STONE, L. F.; BERNARDES, T. G.; JESUS, R. P. de. Sustentabilidade de sistemas orgânicos com plantas de cobertura na cultura do arroz,por meio de alterações físicas do solo. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical Goiânia**, v. 40, n. 2, p. 142-149, 2010.

ALBUQUERQUE, A. W. de; SANTOS, J. R.; FILHO, G. M.; REIS, L. S. Plantas de cobertura e adubação nitrogenada na produção de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, n.7, p.721–726, 2013.

ALVARENGA, R. C.; CABEZAS, W. A. L.; CRUZ, J. C.; SANTANA, D. P. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.25-36, 2001.

AMADO, M.; TOUR, M. C.; ROSATTO, H. Efecto da La velocidade de avance sobre La uniformidade de distribuición y emergência de maíz. In: BARBOSA, O. A. (ed.). **Avances em Ingeniería Agrícola**. 2003-2005. San Luis: p. 77-81, 2005.

AMORIM, M. Q.; CHIODEROLI, C. A.; MENDONÇA, C. de A.; OLIVEIRA, J. L. P.; ALBIEIRO, D. **Desempenho operacional de um conjunto trator-semeadora.** Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015, Anais XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015, São Pedro/SP, 2015.

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

ASABE - AMERICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL AND BIOLOGICAL ENGINEERS. **Agricultural machinery management**. St. Joseph: EP 496.3, 2006.

AMER ICAN SOCIETY OF AGRICULTURAL ENGINEERS (ASAE). **Agricultural machinery management** *data*: ASAE Standards S313.2. St. Joseph:ASAE, 1996.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas.** Câmara brasileira de livros, Piracicaba/SP, 2004.

BARROS, D. L. de; GOMIDE, P. H. O.; CARVALHO, G. J. de. Plantas de cobertura e seus efeitos na cultura em sucessão. **Bioscience Journal**, Uberlândia/MG, v. 29, n. 2, p. 308 – 318, 2013.

BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de tabuleiros costeiros. **Circular Técnica 19,** Aracaju/SE, 2001.

BARROS, J. F. C.; CALADO, J. G. **Rotações de Culturas.** Universidade de Évora – Escola de Ciências e Tecnologia, Évora, 2011.

BECKER, R. S.; ALONÇO, A. dos S.; BELLÉ, M. P.; FRANCETTO, T. R.; CARPES, D. P. **Demanda energética de uma operação de semeadura de soja.** Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014, Anais XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014, Campo Grande- MS, 2014.

BELLÉ, M. P.; ALONÇO, A. dos S.; FRANCETTO, T. R.; ROSSATO, F. P.; FRANCK, C. J.; CARPES, D. P. Demanda energética e mobilização do solo com o uso de escarificadores em sistemas de semeadura direta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.5, p.551–558, 2014

BONELLI, E. A.; BONFIM-SILVA, E. M.; CABRAL, C. E. A.; CAMPOS, J. J.; SCARAMUZZA, W. L. M. P.; POLIZEL, A. C. Compactação do solo: Efeitos nas características produtivas e morfológicas dos capins Piatã e Mombaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.3, p.264–269, 2011.

BORGES, W. L. B.; FREITAS, R. S. de; MATEUS, G. P.; SÁ, M. E. de; ALVES, M. C. Produção de soja e milho cultivados sobre diferentes coberturas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 1, p. 89-98, 2015.

BORGES, T. K. de S.; MONTENEGRO, A. A. de A.; SANTOS, T. E. M. dos; SILVA, D. D. da; SILVA JUNIOR, V. de P. Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (*Zea mays* L.) em semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n.61862-1873, 2014.

BLAINSKI, É.; TORMENA, C. A.; FIDALSKI, J.; GUIMARÃES, R. M. L. Quantificação da degradação física do solo por meio da curva de resistência do solo à penetração. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 975-983, 2008.

BRANDÃO, F. J. B.; SILVA, A. R. B. da; SILVA, M. A. P. da; SPEROTTO, F. C. S. Desempenho operacional e produtividade agrícola do crambe nos preparos convencional e reduzido de solo. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 1009 – 1019, 2013.

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

BRESSAN, S. B.; NÓBREGA, J. C. A.; NÓBREGA, R. S. A.; BARBOSA, R. S.; SOUSA, L. B. **Plantas de cobertura e qualidade química de Latossolo Amarelo sob plantio direto no cerrado maranhense.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n.4, p.371–378, 2013.

CAMARA, R. K.; KLEIN, V. A.; Propriedades físico-hídricas do solo sob plantio direto escarificado e rendimento da soja. **Revista Ciência Rural**, v. 35, n. 4, p. 813-819, 2005.

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

CARDOSO, D. P.; SILVA, M. L. N.; CARVALHO, G. J. de; FREITAS, D. A. F. de; AVANZI, J. C. Espécies de plantas de cobertura no recondicionamento químico e físico do solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias,** v.8, n.3, p.375-382, 2013.

CAZETTA, D. A.; FORNASIERI FILHO, D.; GIROTTO, F. Composição, produção de matéria seca e cobertura do solo em cultivo exclusivo e consorciado de milheto e crotalária. **Revista de Maringá**, v. 27, n. 4, p. 575-580, 2005.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; LOPES, K. S. M.; YOKOBATAKE, K. L.; FERREIRA, J. P.; PARIZ, C. M.; BONINI, C. dos S. B.; LONGHINI, V. Z. Atributos do solo e acúmulo de carbono na integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto. **Revista. Brasileira de Ciências do Solo**, v.39, p. 852-863, 2015.

COSTA NETO, P. L. de O. **Estatística**. Câmara Brasileira de Livros, São Paulo/SP, 1977.

CHIEZA, E. D.; LOVATO, T.; ARAÚJO, E. Da S.; TONIN, J. Propriedades físicas do solo em área sob milho em monocultivo ou consorciado com leguminosas de verão. **Revista. Brasileira de Ciências do Solo**, v.37, p. 1393-1401, 2013.

CHIODEROLI, C. A.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. da; GITTI, D. de C.; KANEKO, F. H.; ROMAN, R. A. A. Desempenho de semeadora-adubadora em função do preparo de solo e espaçamento da cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical Goiânia**, v. 40, n. 4, p. 462-467, 2010.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Levantamento Junho/2015 Monitoramento Agrícola Cultivos de verão, 2ª safra e de inverno – Safra 2014/15**. CONAB, v.2, n.9, Safra 2014/15, 2015.

DOEBLEY, J. F. Molecular evidence for gene flow among Zea species. **Bio Science**, v.40, p. 443-448, 1990.

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

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. rev. atual. Brasília, DF: Embrapa Produção da Informação. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, p. 306, 2006.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Dados climatológicos: Estação de Fortaleza, 2001**. Documentos 61, p. 28, 2002.

_____._____ Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. Brasília, p. 212, 1997. (EMBRAPA CNPS. Documentos, 1).

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M. da; DEBIASI, H. Rotação de culturas: prática que confere maior sustentabilidade á produção agrícola na Paraná. **International Plant Nutrition Institute – Brasil, Informações Agronômicas Nº 134**, Piracicaba/SP, 2011.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. M. da; DEBIASI, H.; TORRES, E. Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. **EMBRAPA Soja** – Documentos 327, Londrina/PR, 2011.

FRANCETTO, T. R.; ALONÇO, A. dos S.; BELLÉ, M. P.; FRANCK, C. J.; CARPES, D. P. Comportamento operacional de associações entre sulcadores e discos de corte para sistema de semeadura direta. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n.3, p.542-554, 2015.

FERREIRA, T. N.; SCHWARZ, R. A.; STRECK, E. V. **Manejo integrado e ecológico - elementos básicos**. EMATER/RS, Porto Alegre, 2000.

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

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

GONÇALVES, F. C. **Efeito de plantas de cobertura sobre os atributos físicos de um solo construído na área de mineração de carvão de Candiota-RS após três anos.** 2008. 92 f. Dissertação (Mestre em Agronomia – Ciências do solo) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas/RS, 2008.

GONÇALVES, S. L.; GAUDENCIO, C. de A.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R.; GARCIA, A. Rotação de Culturas. **EMBRAPA – Circular Técnica 45**, Londrina/PR, 2007.

GUERRA, A. F.; RODRIGUES, G. C.; ROCHA, O. C.; EVANGELISTA, W. Necessidade hídrica no cultivo de feijão, trigo, milho e arroz sob irrigação no bioma Cerrado. **EMBRAPA – Boletim de pesquisa e desenvolvimento 100**, Planaltina/DF, 2003.

HERNANI, L. C.; FABRICIO, A. C.; LAMAS, F. M.; JUNIOR, M. A. **Culturas de cobertura, produtividade do algodoeiro e atributos físicos do solo em plantio direto.** Congresso Brasileiro de Algodão, Anais V Congresso Brasileiro de Algodão, 2005.

IQBAL, M.; MARLEY, S.J.; ERBACH, D.C. & KASPAR, T.C. An evaluation of seed furrow smearing. Trans. Am. **Soc. Agron. Eng**., 41:1243-1248, 1998.

JASPER, S. P.; SILVA, P. R. A. da; Comparação econômica de diferentes mecanismos sulcadores de semeadoras em plantio direto de milho. **Nucleus**, v.12, n.1, p. 181 – 188, 2015.

KÖEPPEN, 1948. **Climatologia: con um estúdio de los climas de La Tierra.** México: Fondo de Cultura Economica, 478p.

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

KLEIN, V. A. **Física do solo**. 3 ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, p. 263, 2014.

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

LÁZARO, R. de L.; COSTA, A. C. T. da; SILVA, K. de F. da; SARTO, M. V. M.; DUARTE JÚNIOR, J. B. Produtividade de milho cultivado em sucessão à adubação verde. **Revista Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 1, p. 10 – 17, 2013.

LEVIEN, R.; FURLANE, C. E. A.; GAMERO, C. A.; CONTE, O.; CAVICHIOLI, F. A. Semeadura direta de milho com dois tipos de sulcadores de adubo em nível e no sentido do declive do terreno. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria/RS, v. 41, n. 6, p. 1030 – 1010, 2011.

LIMA, C. L. R. de; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S. Produtividade de culturas e resistência à penetração de Argissolo Vermelho sob diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.1, p. 89-98, 2010.

LUÍS, A. J. **Características agronômicas do milho em função da cultura antecessora no sistema plantio direto.** 2014. 40 f. Dissertação (Mestre em Agronomia – Produção vegetal) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados/MS, 2014.

LLANILLO, R. F.; GUIMARÃES, M. de F.; FILHO, J. T. **Morfologia e propriedades físicas de solo segundo sistemas de manejo em culturas anuais.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,** Campina Grande, PB, v.17, n.5, p.524–530, 2013.

MACHADO, T. M.; LANÇAS, K. P.; FIORESE, D. A.; FERNANDES, B. B.; TESTA, J. V. P. **Estimativa de gasto energético da operação de subsolagem em profundidades variáveis.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,** v.19, n.11, p.1121–1125, 2015.

MACHADO, R. L. T.; FERREIRA, M. F.; MACHADO, A. L. T.; REIS, Â. V. dos; BUTZKE, H. P. Força de tração de semeadoras para plantio direto: informações de campo x informações de catálogo. **TECNO-LÓGICA**, v. 11, n. 1 e 2, p. 15-17, 2007.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Fisiologia da produção de milho. **Circular Técnica 76** – EMBRAPA, Sete lagoas/MG, 2006.

MAHL, D. **Desempenho operacional de semeadora em função de mecanismos de corte, velocidade e solos, no sistema plantio direto do milho.** 2006. 158 f. Tese (Doutor em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas da Universidade Estadual Paulista "JÚLIO DE MESQUITA FILHO" – UNESP – Campus de Botucatu, Botucatu/SP, 2006.

MENDONÇA, M. T. **Nitrogênio disponível no solo sob sistema de sucessão de milho e plantas de cobertura.** 2013. 39 f. Estágio Supervisionado (Graduação Engenheira Agrônoma) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

MIALHE, L. G. Ensaio & certificação de tratores. In: MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas:** ensaio & certificação. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996, p. 385-462.

MION, R. L.; BENEZ, S. H.; VILIOTTI, C. A.; MOREIRA, J. B.; SALVADOR, N. Análise tridimensional de esforços em elementos rompedores de semeadoras de plantio direto. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, ISSN 0103-8478, 2008.

MODOLO, A. J.; FRANCHIN, M. F.; TROGELLO, E.; ADAMI, P. F.; SCARSI, M.; CARNIELETTO, R. Semeadura de milho com dois mecanismos sulcadores sob diferentes intensidades de pastejo. **Revista Engenharia Agrícola de Jaboticabal**, v.33, n.6, p.1200-1209, 2013.

MODOLO, A. J.; FILHO, A. G.; SILVA, S. DE L.; GNOATTO, E. Força de tração necessária em função do número de linhas de semeadura utilizadas por uma semeadora-adubadora de precisão. **Revista Engenharia Agrícola de Jaboticabal**, v.25, n.2, p.465-473, 2005.

MODOLO, A. J.; SILVA, S. de L.; SILVEIRA, J. C. M. da; MERCANTE, E. Avaliação do desempenho de duas semeadoras-adubadoras de precisão em diferentes velocidades. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa/MG, v.12, n.4, p. 298 – 306, 2004.

MONTEIRO, Leonardo de Almeida.; ALBIERO Daniel. **Segurança na operação com máquinas agrícolas.** Fortaleza: Impressa Universitária da UFC, p. 124, 2013.

MORAES, P. V. D. de; AGOSTINETTO, D.; PANOZZO, L. E.; OLIVEIRA, C.; VIGNOLO, G. K.; MARKUS, C. Manejo de plantas de cobertura no controle de plantas daninhas e desempenho produtivo da cultura do milho. **Semina:** Ciências Agrárias, v. 34, n. 2, p. 497-508, 2013.

MOREIRA, J. A. A.; AGUIAR, R. A.; STONE, L. F.; BERNARDES, T. G.; PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. Efeito de diferentes plantas de cobertura do solo sobre alguns atributos do solo em sistema de produção orgânico. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2009.

NUNES, M. R.; DENARDIN, J. E.; FAGANELLO, A.; PAULETTO, E. A.; PINTO, L. F. S. Efeito de semeadora com haste sulcadora para ação profunda em solo manejado com plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.38, n.2, p. 627-638, 2014.

OLIVEIRA, J. U. C. de. **Estatística: uma nova abordagem**. Rio de Janeiro: Ciência, 2010.

PAIVA, J. R. G. **Comportamento produtivo da cultura do milho em sistema orgânico de cultivo**. 2011. 40 f. Monografia (Graduação em Ciências Agrárias) – Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha, 2011.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. **Melhoramento do milho**. In: BORÉM, A. Melhoramento de espécies cultivadas. Viçosa, [s.n.], p.429-485, 1999.

PELÁ, A.; SANTANA, J. da S.; MORAES, E. R. de; PELÁ, G. de M. Plantas de cobertura e adubação com npk para milho em plantio direto. **Scientia Agraria**, v.11, n.5, p.371-377, 2010.

PERAZZO, A. F.; SANTOS, E. M.; PINHO, R. M. A.; CAMPOS, F. S.; RAMOS, J. P. de F.; AQUINO, M. M. de; SILVA, T. C. da; BEZERRA, H. F. C. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Revista Ciência Rural**, v.43, n.10, p.1771-1776, 2013.

PINHEIRO NETO, R.; BRACCINI, A. de L. e; SCAPIM, C. A.; BORTOLOTTO, V. C.; PINHEIRO, A. C. Desempenho de mecanismos dosadores de sementes em diferentes velocidades e condições de cobertura do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, supl., p. 611-617, 2008.

PINTO, O. R. O. **Manejo do sorgo granífero submetido a diferentes doses de nitrogênio e potássio aplicadas pelo método convencional e por fertirrigação**. 2008. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

PELOIA, P. R.; MILAN, M. **Proposta de um sistema de medição de desempenho aplicado à mecanização agrícola.** Revista Engenharia. Agrícola, Jaboticabal, v.30, n.4, p.681-691, 2010.

REIS, A. V. dos; FORCELLINI, F. A. **Identificação de requisitos de clientes para projetos de um dosador de precisão para sementes miúdas.** Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.26, n. 1, p. 309-320, 2006.

ROSSETTI, K. de V.; ANDRIOLI, I.; CENTURION, J. F.; MATIAS, S. S. R.; NÓBREGA, J. C. A. Atributos físicos do solo em diferentes condições de cobertura vegetal em área de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias,** v.7, n.3, p.427-433, 2012.

SANCHEZ, E.; MAGGI, M. F.; GENÚ, A. M.; MÜLLER, M. M. L. Propriedades físicas do solo e produtividade de soja em sucessão a plantas de cobertura de inverno. **Revista Magistra**, Cruz das Almas/BA, V. 26, n.3, p. 266 – 275, 2014.

SANTOS, V. C.; SANTOS, P. R. A. dos; LIMA, I. O.; PEREIRA, V. R. F.; GONÇALVES, F. R. F.; CHIODEROLI, C. A. Performance of a seeder according to the displacement velocity and furrowing mechanism of fertilizer deposition. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande/PB, v. 20, n. 3, p. 286 – 291, 2016.

SANTOS, T. E. M. dos; MONTENEGRO, A. A. de A.; SILVA JUNIOR, V. de P.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Erosão Hídrica e Perda de Carbono Orgânico em Diferentes Tipos

de Cobertura do Solo no Semi-Árido, em Condições de Chuva Simulada. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**,v. 13, n.2, p. 113-125, 2008.

SANTOS, F. G. dos; RODRIGUES, J. A. S.; SCHAFFERT, R. E.; LIMA, J. M. P. de; PITTA, G. V. E.; CASELA, C. R.; FERREIRA, A. da S. BRS Ponta Negra variedade de sorgo forrageiro. **Comunicado Técnico145**, Sete Lagoas/MG, 2007.

SILVA, E. C.; AMBROSANO, E. J.; SCIVITTARO, W. B.; MURAOKA, T.; BUZETTI, S.; CARVALHO, A. M. de. Adubação verde como fonte de nutrientes às culturas. In: **Adubação verde e plantas de cobertura: Fundamentos e práticas**. Brasília/DF: Embrapa, p. 61-167, 2014.

SILVA, M. A. de A. e; AZEVEDO, L. P. de; SAAD, J. C. C.; MICHELS, R. N. Propriedades físico-hídricas, desenvolvimento radicular e produtividade da soja em dois tipos de manejos de solo. **Revista Irriga**, Botucatu, v. 17, n. 3, p. 387 - 396, 2012.

SILVA, R. F. da; BORGES, C. D.; GARIB, D. M.; MERCANTE, F. M. Atributos físicos e teor de matéria orgânica na camada superficial de um argissolo vermelho cultivado com mandioca sob diferentes manejos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.32, p.2435-2441, 2008.

SILVA, M. M. da; ALVES, M. C.; SOUSA, A. de P.; FERNANDES, F. C. S. Plantas de cobertura e sistemas de preparo: impactos na qualidade física de um solo de Cerrado. **Revista Ceres,** v.56, n.1, p.103-111, 2009.

SILVA, P. R. A.; BENEZ, S. H. Avaliação de forças resultantes de mecanismos sulcadores de semeadoras-adubadoras de plantio direto. **Revista Engenharia Agrícola**, Botucatu, v.20, n.2, p.76-82, 2005.

SILVA, P. R. A. **Mecanismo sulcadores de semeadoraadubadora na cultura do milho (Zeamays L.) no sistema de plantio direto**. 2003. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu – SP, 2003.

SINGH, R. C.; SINGH, G.; SARASWAT, D. C. Optimisation of design and operational parameters of a pneumatic seed metering device for planting cottonseeds. **Biosystems Engineering**, v. 92, n. 4, p. 429-428, 2005.

SCHEUER, J. M.; TOMASI, D. B. A Crotalária na adubação intercalar e reformado cultivo de cana-de-açúcar. **Revista Eletrônica de Extensão da URI**, v.7, n.12, p.81-90, 2011.

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

TOLEDO, G. L.; OVALLE, I. I. **Estatística Básica**. 2. ed. Câmara Brasileira de Livro, São Paulo/SP, 2014.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G.; ASSIS, R. L. de; SOUZA, Z. M. de. **Atributos físicos de um latossolo vermelho cultivado com plantas de cobertura, em semeadura direta.** Revista Brasileira de Ciências do Solo, v.39, p. 428-437, 2015.

TRICAI, É. **Avaliação de hastes sulcadoras na mobilização do solo em semeadura direta do milho**. 2013. 68f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência do solo) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal – SP, 2013.

TROGELLO, E.; MODOLO, A. J.; DALLACORT, R.; BAESSO, M. M.; SCARSI, M. Desenvolvimento do milho sobre diferentes manejos de palhada, sulcadores e velocidades de semeadura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.13, n.2, p. 142-153, 2014.

TROGELLO, E.; MODOLO, A. J.; SCARSI, M.; DALLACORT, R. Manejos de cobertura, mecanismos sulcadores e velocidades de operação sobre a semeadura direta da cultura do milho. **Bragantia**, v. 72, n. 1, p.101-109, 2013.

VENEGAS, F.; SCUDELER, F. Diferentes coberturas vegetais na produção do milho (*Zea mays l.*). **Revista Ensaios e Ciência:** Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde, v. 16, n. 2, p. 9 – 20, 2012.

VIZZOTTO, V. R. **Desempenho de mecanismos sulcadores em semeadora-adubadora sobre os atributos físicos do solo em Várzea no comportamento da cultura da soja (*Glycine max l.*)**. 2014. 79 f. Tese (Doutor em Engenharia Agrícola – Área de Mecanização Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria/RS, 2014.

WOLSCHICK, N. H. **Desempenho de plantas de cobertura e influência nos atributos do solo e na produtividade de culturas em sucessão.** 2014. 93 f. Dissertação (Mestre em Ciência do Solo) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages/SC, 2014.

WUTKE, E. B.; CALEGARI, A.; WILDNER, L. do P. Espécies de adubos verdes e plantas de cobertura e recomendações para o uso. In: **Adubação verde e plantas de cobertura: Fundamentos e práticas**. Brasília/DF: Embrapa, 2014. p. 61-167.

APÊNDICE A – Estatística descritiva dos atributos físicos do solo

Tabela 24 – Valores da análise descritiva para os dados de Macroporosidade e Microporosidade nas profundidades de 0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m

Fatores	Profundidades (m)			Profundidades (m)		
	0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30	0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30
	Macroporosidade			Microporosidade		
Média	0,15	0,14	0,14	0,09	0,09	0,09
Mediana	0,15	0,14	0,14	0,08	0,08	0,08
Moda	0,15	Não há moda	Não há moda	Não há moda	Não há moda	Não há moda
Mínimo	0,08	0,05	0,050	0,05	0,04	0,04
Máximo	0,23	0,25	0,23	0,20	0,20	0,17
Intervalo	0,14	0,20	0,18	0,15	0,16	0,13
Desvio padrão	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
Variância	0,001	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001
Coef. Variação	27,88	31,37	31,30	43,78	44,51	39,91
Assimetria	0,12	0,14	-0,18	1,47	0,96	1,07
Curtose	-1,02	0,56	0,39	1,39	0,43	0,38
Soma	4,90	4,61	4,54	2,98	3,03	2,94
Contagem	32	32	32	32	32	32

Fonte: Própria autora.

Tabela 25 – Valores da análise descritiva para os dados de Porosidade Total e Densidade do Solo nas profundidades de 0,0 – 0,10 m, 0,10 – 0,20 m e 0,20 – 0,30 m

Fatores	Profundidades (m)			Profundidades (m)		
	0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30	0,0 – 0,10	0,10 – 0,20	0,20 – 0,30
	Porosidade Total			Densidade do solo		
Média	0,24	0,23	0,23	1,66	1,67	1,68
Mediana	0,24	0,23	0,22	1,67	1,68	1,70
Moda	Não há moda	Não há moda	Não há moda	1,76	Não há moda	Não há moda
Mínimo	0,17	0,17	0,16	1,34	1,42	1,52
Máximo	0,32	0,31	0,31	1,78	1,79	1,78
Intervalo	0,15	0,14	0,15	0,44	0,37	0,26
Desvio padrão	0,04	0,03	0,03	0,09	0,08	0,07
Variância	0,002	0,001	0,001	0,008	0,007	0,005
Coef. Variação	16,49	14,68	12,93	5,49	5,07	4,34
Assimetria	0,20	0,25	0,10	-1,24	-0,88	-0,83
Curtose	-0,69	-0,48	1,24	2,89	1,11	-0,39
Soma	7,88	7,65	7,48	53,14	53,56	53,80
Contagem	32	32	32	32	32	32

Fonte: Própria autora.

APÊNDICE B – Estatística descritiva do desempenho energético e operacional do conjunto trator-semeadora

Tabela 26 – Valores da análise descritiva para os dados de Força, Potência, Velocidade de deslocamento, Capacidade de Campo Operacional e Resistência específica

Fatores	Força (kN)	Potência (kW)	Velocidade (Km h^{-1})	CCO (ha h^{-1})	Resistência Específica (kN m^{-2})
Média	13,60	20,71	5,45	0,98	2.476,22
Mediana	13,44	20,45	5,50	0,99	2.364,35
Moda	Não há moda	Não há moda	5,20; 5,51	0,93; 0,99	Não há moda
Mínimo	10,16	15,76	4,89	0,88	1.075,01
Máximo	20,14	29,57	5,87	1,05	4.490,39
Intervalo	9,98	13,81	0,98	0,17	3.415,38
Desvio padrão	2,50	3,29	0,22	0,04	889,86
Variância	6,28	10,85	0,05	0,002	791.852,13
Coef. Variação	18,42	15,90	4,15	4,15	35,93
Assimetria	0,69	0,76	-0,29	-0,29	0,48
Curtose	0,16	0,33	-0,42	-0,42	-0,15
Soma	435,44	662,94	174,54	31,41	79.239,33
Contagem	32	32	32	32	32

Fonte: Própria autora.

Tabela 27 – Valores da análise descritiva para os dados de Consumo Horário, Consumo por Área, Consumo Específico e Consumo Específico por Área Mobilizada

Fatores	Consumo Horário ($L\ h^{-1}$)	Consumo por Área ($L\ há^{-1}$)	Consumo Específico ($Kg\ kW\ h^{-1}$)	Consumo/Área Mobilizada ($Kg\ kW\ h^{-1}\ m^{-2}$)
Média	11,89	9,08	0,51	93,42
Mediana	11,81	9,21	0,53	75,74
Moda	11,53; 14,19	10,98; 11,36	Não há moda	Não há moda
Mínimo	5,43	4,16	0,31	28,44
Máximo	15,80	11,74	0,78	193,48
Intervalo	10,36	7,57	0,47	165,04
Desvio padrão	2,40	1,82	0,11	45,10
Variância	5,77	3,32	0,01	2034,12
Coef. Variação	20,21	20,06	22,65	48,27
Assimetria	-0,51	-0,54	0,04	0,76
Curtose	0,23	0,07	-0,18	-0,45
Soma	380,53	290,83	16,45	2989,59
Contagem	32	32	32	32

Fonte: Própria autora.

Tabela 28 – Valores da análise descritiva para os dados de Patinamento do Rodado Dianteiro, Patinamento do Rodado Traseiro, Deslizamento do Rodado da Semeadora, Área Mobilizada e Profundidade de Atuação do Mecanismo

Fatores	Patinamento R.Dianteiro (%)	Patinamento R.Traseiro (%)	Deslizamento semeadora (%)	Área Mobilizada (m^2)	Prof. de Atuação dos Mecanismos (%)
Média	6,46	5,42	9,79	0,006	6,50
Mediana	6,25	5,80	10	0,006	6,25
Moda	5,20	1,55	5,76; 14,58	0,004	6,5
Mínimo	0	0	5,76	0,003	3
Máximo	17,33	16,66	14,58	0,011	10
Intervalo	17,33	16,66	8,81	0,008	7
Desvio padrão	3,98	3,68	3,68	0,002	1,86
Variância	15,86	13,59	13,59	0,000	3,49
Coef. Variação	61,60	67,97	37,63	36,04	30,84
Assimetria	0,54	0,68	0,23	0,44	-0,01
Curtose	0,66	1,21	-1,57	-0,70	-0,55
Soma	206,88	173,57	313,55	0,19	194
Contagem	32	32	32	32	32

Fonte: Própria autora.

APÊNDICE C – Estatística descritiva das características fitotécnicas do milho

Tabela 29 – Valores da análise descritiva para os dados de Número médio de emergência de plântulas, Altura de planta, Altura de inserção de primeira espiga e Diâmetro do colmo

Fatores	Emergência de plântula (dias)	Altura de Planta (m)	Alt. de Inserção da 1ª Espiga (m)	Diâmetro do Colmo (m)
Média	5,98	1,65	0,78	0,018
Mediana	5,98	1,71	0,80	0,018
Moda	Não há moda	1,78	0,80; 0,90	Não há moda
Mínimo	5,08	1,29	0,52	0,015
Máximo	6,87	1,97	1,01	0,021
Intervalo	1,78	0,67	0,48	0,006
Desvio padrão	0,47	0,19	0,13	0,001
Variância	0,22	0,03	0,01	0,000
Coef. Variação	7,86	11,92	16,70	7,85
Assimetria	-0,17	-0,29	-0,15	-0,19
Curtose	-0,70	-1,00	-0,81	-0,35
Soma	191,49	52,80	25,07	0,59
Contagem	32	32	32	32

Fonte: Própria autora.

Tabela 30 – Valores da análise descritiva para os dados de Número de espigas por hectare, Número de fileiras por espigas, Número de grãos por fileiras e Massa de 1000 grãos

Fatores	Espigas/hectare	Nº fileira/espiga	Nº grãos/fileira	Massa de 1000 grãos (g)
Média	55.355,90	13,63	24,33	365,49
Mediana	56.875	13,75	24,69	371,68
Moda	41.250; 57.500; 66.250	14	29,7	Não há moda
Mínimo	33.000	11,88	11,75	297,02
Máximo	82.500	15,2	33	402,12
Intervalo	49.500	3,31	21,25	105,1
Desvio padrão	13.141,71	0,85	5,37	26,60
Variância	172.704.546,8	0,72	28,93	707,73
Coef. Variação	23,74	6,26	22,10	7,27
Assimetria	0,06	-0,28	-0,47	-0,79
Curtose	-0,83	-0,52	-0,58	0,10
Soma	1.771.388,88	436,42	778,67	11.695,69
Contagem	32	32	32	32

Fonte: Própria autora.

Tabela 31 – Valores da análise descritiva para os dados de População inicial, População final, Índice de Sobrevivência, Produção de matéria seca de milho e produção de matéria seca total

Fatores	População Inicial	População Final	Índice de Sobrevivência (%)	Produção de Mat. seca (kg ha^{-1})	Prod. Mat. Seca Total (kg ha^{-1})
Média	57.460,93	53.242,18	94,94	9.436,03	17.359,01
Mediana	58.750	53.750	91,83	9.553,61	17.291,99
Moda	62.500; 66.250	41.250	100	Não há moda	Não há moda
Mínimo	35.000	27.500	75	2.951,57	11.155,28
Máximo	75.000	75.000	100	19.497,02	26.561,37
Intervalo	40.000	47.500	25	16.545,44	15.406,09
Desvio padrão	11.348,06	13.163,28	8,40	4.100,92	4.513.17
Variância	1.287.786.660,83	173.272.114,41	70,61	16.817.562,26	20.368.732,9
Coef. Variação	19,74	24,72	9,13	43,46	25,99
Assimetria	-0,29	-0,11	0,18	0,30	0,36
Curtose	-0,80	-1,01	0,57	-0,37	-0,86
Soma	1.838.750	1.703.750	2942,52	301.953,15	416.616,47
Contagem	32	32	32	32	24

Fonte: Própria autora.

Tabela 32 – Valores da análise descritiva para os dados de Distribuição normal, Distribuição falha, Distribuição dupla, Produtividade e Produção de matéria seca das plantas de cobertura

Fatores	Distribuição Normal (%)	Distribuição Falha (%)	Distribuição Dupla (%)	Produtividade (kg ha^{-1})	Mat. seca plantas de cobertura (kg ha^{-1})
Média	69,53	24,42	6,03	5.111,55	9.154,04
Mediana	70,84	22,26	5,91	5.218,77	7.608,44
Moda	79,62; 81,63	11,11; 18,36; 29,26	0	Não há moda	Não há moda
Mínimo	33,33	5,55	0	2.570,50	4.071,36
Máximo	90,74	55,55	16,66	7.203,46	14.236,72
Intervalo	57,40	50,00	16,66	4.632,95	10.165,36
Desvio padrão	13,46	12,35	4,85	1.323,42	2.455,65
Variância	181,20	152,59	23,57	175.1454,39	6.030.238,27
Coef. Variação	19,35	50,56	80,49	25,89	30,71
Assimetria	-0,56	0,68	0,50	-0,23	0,89
Curtose	0,44	0,13	-0,65	-0,93	0,75
Soma	2225,24	781,71	193,04	163.569,74	191.879,39
Contagem	32	32	32	32	24

Fonte: Própria autora.