

QUALIDADE DO PROCESSO DE SEMEADURA DO MILHO EM FUNÇÃO DO PREPARO DO SOLO E DAS CARGAS VERTICAIS NO DEPÓSITO DE FERTILIZANTES

MARIA ALBERTINA MONTEIRO DOS REIS¹, CARLOS ALESSANDRO CHIODEROLI²,
DEIVIELISON XIMENES SIQUEIRA MACEDO³, DANIEL ALBIERO⁴, LEONARDO DE ALMEIDA
MONTEIRO²

¹ Graduanda em Agronomia, Universidade Federal do Ceará, mraltbertinars@gmail.com.

² Engenheiro Agrônomo, Prof. Adjunto, Depto. de Engenharia Agrícola – Universidade Federal do Ceará (UFC/DENA) – Fortaleza/CE. E-mail: ca.chioderoli@ufc.br.

³ Engenheiro Agrônomo, Mestre em Engenharia Agrícola. – Universidade Federal do Ceará (UFC/DENA) – Fortaleza/CE.

⁴ Engenheiro Agrícola, Prof. Adjunto, Depto. de Engenharia Agrícola – Universidade Federal do Ceará (UFC/DENA) – Fortaleza/CE.

Apresentado no
XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: O tipo de solo, a profundidade de trabalho, a velocidade e o preparo do solo são fatores que alteram diretamente o desempenho da semeadora, podendo modificar a distribuição longitudinal de sementes. O objetivo do trabalho foi determinar a qualidade do processo de semeadura em função do preparo do solo e de cargas verticais no depósito de fertilizante. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 2x3, com quatro repetições, sendo utilizados dois preparos do solo e três cargas verticais no depósito de fertilizantes da semeadora-adubadora. Os preparos de solo utilizados foram o convencional (arado de disco e grade) e o escarificador, associados a diferentes cargas verticais (50, 80 e 100 % da capacidade do depósito de fertilizantes da semeadora). Foi avaliada a velocidade real de deslocamento do conjunto trator-semeadora, capacidade de campo efetiva, capacidade de campo operacional, patinagem dos rodados do trator e o consumo de combustível. Foi possível concluir que o preparo com arado e grade associado a cargas verticais de 80% no depósito de fertilizante proporcionaram melhor distribuição longitudinal de sementes de milho e que os parâmetros de desempenho do conjunto trator-semeadora não apresentaram diferenças significativas.

PALAVRAS-CHAVE: semeadora, desempenho, sementes.

QUALITY OF MAIZE SEEDING AS A FUNCTION OF SOIL TILLAGE AND LOADS VERTICAL IN FERTILIZER DEPOSIT

ABSTRACT: The type of soil, the work operation depth, the speed made soil tillage are factors that change directly the performance of the seeder and them may lead to a modification of the longitudinal distribution of seeds. The objective of this study was to determine the seeding quality according to the soil tillage and loads in the fertilizer deposit. It was used a randomized blocks experimental design in a 3x2 factorial arrangement with four replications using two soil tillages and three loads in the seeding-fertilizer's fertilizing deposit. The soil tillages that were used were the conventional (moilboard plow and heavy bars) and the chisel associated with different loads (50, 80 and 100% of the seeder fertilizing deposit capacity). It was evaluated the travel speed of a tractor/seeder group, effective field capacity, operational field capacity, wheel slippage and the fuel

consumption. It was possible to conclude that the tillage with a moilboard plow and heavy bars associated to 80% loads cause a better longitudinal distribution of the corn seeds, also that the tractor/seeder group performance do not show significant differences.

KEYWORDS: seeder, performance and seeds.

INTRODUÇÃO

O preparo do solo tem como objetivo retirar e incorporar restos culturais, melhorar as condições de germinação e emergência, proporcionando melhor desenvolvimento das culturas. As condições do solo podem modificar diretamente o desempenho da semeadora-adubadora, o que torna-se importante a avaliação do comportamento das máquinas sobre diferentes sistemas de preparo do solo.

Para a realização do preparo do solo podem ser utilizados diferentes equipamentos agrícolas, porém é necessário que se faça a melhor escolha dessas máquinas, pois segundo Furlani (2005) elas influenciam vários fatores, como o aumento da eficiência operacional, da capacidade efetiva de trabalho e da produtividade, torna mais fácil as atividades do homem no campo e possibilita a expansão das áreas de semeadura.

De acordo com a ASAE (1997), existem três categorias de preparo do solo, são elas: a convencional, em que são utilizadas duas ou mais operações; o reduzido, em que se utiliza apenas uma operação; e o plantio direto, em que o plantio é feito em solo não preparado. O preparo convencional é composto por uma aração com arado de disco ou aiveca seguido do uso de grade leve niveladoras, visando o destorroamento e nivelamento do solo. O preparo reduzido procura a redução de operações realizadas no preparo convencional do solo (FURLANI, 2004). Nos sistemas conservacionistas de preparo, as condições do solo e da cobertura geralmente são desfavoráveis à deposição de sementes e fertilizantes que as observadas nos preparos com intensa mobilização do solo, como o preparo convencional, sendo, dessa forma, necessário maiores cuidados na operação de semeadura (CORTEZ, 2007).

Segundo Machado et al. (2005) o arado visa realizar as operações primárias de preparo do solo, proporcionando condições adequadas de aeração, umidificação, homogeneização da fertilidade, combate a plantas invasoras e pragas. Já as grades agrícolas, tem como principal função proporcionar o destorroamento e nivelamento do terreno após o preparo primário, permitindo que se tenham condições adequadas para a realização da semeadura. Enquanto o escarificador mobiliza o solo a uma determinada profundidade, afim de se obter uma mínima mobilização superficial, causando uma menor desagregação, devido à pouca mobilização superficial do solo.

A dosagem correta de semente e fertilizante na semeadora é uma etapa fundamental no processo de semeadura, pois essas dosagens podem influenciar na qualidade do processo de forma benéfica ou não. As cargas verticais são as cargas colocadas no depósito de fertilizante, variando de acordo com a quantidade de adubo colocada em função do preenchimento do reservatório.

Furlani et al. (2008) destaca que a força necessária para uma semeadora é dependente de vários fatores, entre eles: tipo de solo, profundidade de semeadura e adubação, velocidade de semeadura, teor de água e preparo do solo. O autor comenta ainda que a patinagem influencia de forma direta a distribuição de sementes, portanto o ideal é que a patinagem nas rodas da semeadora seja a menor possível. A velocidade é um dos principais fatores que afetam na qualidade operacional durante a semeadura (SILVA e GAMERO, 2010).

Segundo Bowman (1987) e Ford & Hicks (1992) a eficiência dos mecanismos de distribuição de sementes em semeadoras pode ser analisada pelos seguintes fatores: deslizamento de rodas de tração e acionamento, profundidade de deposição das sementes, força de tração exigida, número de plântulas emergidas, espaçamento entre sementes e potência consumida.

O objetivo do trabalho foi determinar a qualidade do processo de semeadura em função do preparo do solo e de cargas verticais no depósito de fertilizante.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área experimental do Laboratório de Investigação com Máquinas Agrícolas, LIMA, no Estado do Ceará, localizada nas coordenadas geodésicas: latitude 3°44'S e longitude 38°34'W, com altitude média de 26 metros, declividade média de 4% e clima As (tropical com estação seca), de acordo com a classificação de Köppen.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006). A área experimental é utilizada em aulas com operações mecanizadas nos últimos três. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com 6 tratamentos, em esquema fatorial 2x3 com 4 repetições. Os tratamentos foram constituídos por dois preparos de solo (preparo convencional e o cultivo mínimo) em três cargas do depósito de fertilizante: P1C1- preparo 1 carga 1; P1C2- preparo 1 carga 2; P1C3- preparo 1 carga 3; P2C1- preparo 2 carga 1; P2C2- preparo 2 carga 2; P1C3- preparo 1 carga 3.

A parcela experimental foi de 110 m², constituída de três linhas de milho, espaçadas de 0,80 m e com 20 m de comprimento, com carregadores de 10 m para manobras das máquinas e implementos. A área útil avaliada para determinação dos parâmetros operacionais foi a linha central com 5m cada.

O trator 4x2 TDA, BM120 com potência máxima de 88,32 kW (120 cv) no motor, na rotação de 1.900 rpm foi utilizado para tracionar a semeadora e os equipamentos de preparo do solo. Apresentava massa de 6.600 kg (40% dianteira e 60% traseira), pneus dianteiros de 14.9 - 24 R1, com pressão de inflação de 18 psi (124 kPa), e pneus traseiros de 18.4 - 34 R1, com pressão de inflação de 22 psi (152 kPa). A semeadora-adubadora de precisão utilizada foi da marca Jumil, modelo JM2090EX.00, com três linhas espaçadas de 0,80 m. A semeadora-adubadora possui massa de 1.160 kg, sendo o depósito de adubo e sementes com capacidade para 39 litros e na operação de semeadura o depósito de adubo foi abastecido com as três cargas de 100% (50 kg), 80% (40 kg) e 50% (25 kg), sendo que o depósito de sementes foi preenchido com 50% do seu volume total. A semeadora-adubadora estava configurada com sistema pantográfico para manter a profundidade do conjunto-corte/adubo e sementes, disco duplo desencontrado para deposição de fertilizantes de 15" e sementes de 14", e para a distribuição de sementes a semeadora utilizava o sistema de disco vertical de 28 células com preenchimento por meio de vácuo proporcionado pela turbina, acionada pela tomada de potência do trator. O acionamento dos sistemas de distribuição de fertilizantes e sementes foi realizado por meio de roda motriz traseira com banda de borracha com alívio central para a compactação das sementes.

Os equipamentos para preparo do solo foram o escarificador, modelo Jumbo Mati JMHD- 7, configurado com sete hastes e ponteira estreita com rolo destorroador, arado de disco tricorpo, montado, fixo, com discos lisos de 24" e grade leve de arrasto, off-set, de 28 discos de 20" utilizada após o processo de aração para destorroamento e nivelamento do solo. O milho foi semeado dia 25/03/2014 em preparo do solo com arado + grade e escarificador. Foram utilizadas sementes de milho híbrido, com população de 62.500 plantas ha⁻¹ (5 plantas m⁻¹) e espaçamento entrelinhas de 0,80 m.

Para realizar a aquisição e armazenamento dos dados referentes à velocidade de deslocamento foi utilizado cronômetro digital para determinação do tempo do percurso, sendo acionado e desligado de acordo com a passagem do rodado dianteiro do trator lateralmente as estacas que delimitavam as parcelas com 20 metros de comprimento. A velocidade real de deslocamento do conjunto trator-semeadora-adubadora, para semeadura do milho, foi mensurada por meio da equação 3, em que foram utilizados os dados de tempo e distância.

Para determinar o consumo de combustível foi utilizado protótipo conforme descrito em Lopes et al. (2003); tal protótipo possui 2 medidores de fluxo marca "Flowmate" oval, modelo Oval M-III, com precisão de 0,01 mL para monitorar o débito e o retorno da bomba injetora.

O consumo de combustível foi determinado em todas as parcelas experimentais em unidade de volume (mL), e pela diferença entre os volumes de combustível determinados na entrada e no retorno da bomba injetora, obteve-se o volume realmente utilizado pelo trator durante o percurso (equação 5).

O consumo operacional de combustível (CO) foi calculado com base no consumo horário e na capacidade de campo operacional, sendo expresso em $L\ ha^{-1}$ (equação 6).

A capacidade de campo efetiva foi obtida em função da largura de trabalho da semeadora-adubadora e da velocidade de deslocamento, conforme Mialhe (1996) e de acordo a equação 4. A capacidade de campo operacional foi obtida pela mesma equação descrita anteriormente, considerando, entretanto, uma eficiência de 75% da capacidade de campo efetiva, segundo ASAE (1997). Para determinar a patinagem dos rodados do trator foi determinada por meio da contagem do número de voltas do rodado com carga e sem carga, conforme a equação 1.

Para a determinação do número médio de dias para emergência das plântulas de milho, foram feitas contagens diárias desde a primeira plântula emergida até a estabilização da contagem, na área útil de cada parcela experimental. Considerou-se como plântula emergida aquela que possibilitou visualização de qualquer de suas partes, independentemente do local de observação. Efetuou-se o cálculo do número médio de dias para a emergência de plântulas de milho (equação 7) de acordo com a equação proposta por Edmond e Drapala (1958).

A distribuição longitudinal na fileira de semeadura foi determinada logo após a estabilização da emergência, medindo-se a distância entre todas as plântulas de milho existentes na área útil de cada parcela experimental. Os espaçamentos entre plântulas (X_i) foram avaliados conforme classificação adaptada de Kurachi et al. (1989), determinando-se o percentual de espaçamentos correspondentes às classes normais ($0,5 \cdot X_{ref} < X_i < 1,5 \cdot X_{ref}$), múltiplos ($X_i \leq 0,5 \cdot X_{ref}$) e falhos ($X_i \geq 1,5 \cdot X_{ref}$), baseado em espaçamento de referência (X_{ref}) de acordo com a regulagem da semeadora-adubadora. Considerando-se que a semeadora foi regulada para distribuir 5 sementes m^{-1} , o espaçamento de referência utilizado foi de 0,20 m, desta forma, foram considerados como normais os espaçamentos entre plântulas que estavam entre 0,10 e 0,30 m, múltiplos os valores inferiores a 0,10 m e falhos os acima de 0,30 m.

Os dados referentes a profundidade de adubo foram coletados no dia em que o experimento foi realizado, foram feitas 4 repetições em cada parcela, determinando-se por meio de régua graduada em centímetro a profundidade de deposição do fertilizante.

A profundidade de semente foi obtida depois da estabilização do estande, sendo que três amostras de plântulas de milho da área útil de cada parcela foram cortadas rente ao solo, retiradas do solo e levadas para bancada em laboratório, mensurando por meio de régua graduada em centímetros a distância da semente até a parte final do alongamento do mesocótilo.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,1$) e, quando significativo, aplicou-se a comparação de médias pelo teste de Tukey, a 10% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação dos parâmetros operacionais do conjunto trator-semeadora e dos parâmetros da cultura foram essenciais para poder interpretar os resultados da qualidade operacional no processo de semeadura do milho

Conforme a Tabela 1 verifica-se que houve efeito significativo pelo teste de Tukey ($p < 0,1$) para as cinco variáveis analisadas, sendo que para a patinagem da roda dianteira e da roda traseira, a significância ocorreu para carga e preparo, e para a patinagem da semeadora houve interação significativa entre os tratamentos. Para o consumo em $L\ h^{-1}$ e em $L\ ha^{-1}$ a significância ocorreu apenas para o tratamento carga.

Tabela 1. Valores médios obtidos para patinagem das rodas dianteiras, rodas traseiras e das rodas da semeadora e consumo na operação de semeadura do milho em dois preparos do solo e três cargas no depósito de fertilizante.

Causas de Variação		Patinagem (%)			Consumo (L h ⁻¹)	Consumo (L ha ⁻¹)
		PRD	PRT	PS		
Preparo (P)	Arado + Grade	2,10 b	1,16 b	-10,34	8,69	10,42
	Escarificador	3,34 a	4,36 a	-12,51	8,83	10,61
Cargas (C)	C1	3,64 a	3,92 a	-15,87 a	9,27 a	11,23 a
	C2	1,82 b	2,07 b	-7,50 b	8,04 b	9,53 b
	C3	2,71 ab	2,29 b	-10,91 ab	8,96 a	10,79 a
Valor de F	P	13,07*	131,68*	1,19 ^{NS}	0,27 ^{NS}	0,33 ^{NS}
	C	9,52*	17,44*	6,01*	7,86*	9,10*
	P*C	1,66 ^{NS}	2,70 ^{NS}	2,75*	0,83 ^{NS}	1,07 ^{NS}
DMS	P	0,60	0,49	3,47	0,46	0,59
	C	0,93	0,76	5,39	0,72	0,92
CV (%)		30,70	24,81	42,44	7,38	7,87

* (p<0,1); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,1). Legenda: C1- carga 1 (100%); C2- carga 2 (80%); C3- carga 3 (50%). DMS- diferença mínima significativa. PRD- patinagem do rodado dianteiro. PRT- patinagem do rodado traseiro. PS- patinagem semeadora.

O menor consumo horário e por área foi observado nos tratamentos realizados com a carga 2, esses valores podem ser justificados, pois a carga 2 proporcionou maior velocidade operacional, conforme é apresentado na Tabela 4. Esse fato pode, ainda ser reforçado com trabalho realizado por Mahl et al. (2004) em que constataram que a variação da velocidade interferiu no desempenho do conjunto trator-semeadora, pois foi verificado que conforme o acréscimo na velocidade ocorreu um aumento na capacidade operacional e redução no consumo de combustível.

A maior patinagem do rodado dianteiro e traseiro ocorreu no preparo realizado com escarificador, diferindo significativamente do preparo realizado com arado e grade, podendo ser explicado pelo aumento do recalque do rodado com o solo e também a formação de micro-relevos, desfavorecendo o coeficiente de tração e aumentando os deslizamentos dos rodados. Com relação as cargas para o rodado dianteiro e traseiro a maior patinagem ocorreu no tratamento realizado com a carga 1, isso ocorre devido ao maior peso na semeadora exigir mais força do trator. Já a menor patinagem para os dois rodados foi na carga 2

Com relação à patinagem da semeadora a maior patinagem foi na carga 1, diferindo significativamente das outras duas, pois permite maior deslizamento dos rodados, devido à maior carga ocasionando maior peso na parte anterior da semeadora, favorecendo menor pressão do rodado da semeadora com o solo. Para os valores de patinagem da semeadora, houve interação significativa dos tratamentos (p<0,1), e o desdobramento encontra-se na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios obtidos do desdobramento da patinagem da semeadora entre os preparos do solo dentro das cargas.

Causas de Variação		Carga (C)		
		C1	C2	C3
Preparo (P)	Arado + Grade	-17,94 Aa	-5,64 Ba	-7,45 Bb
	Escarificador	-13,79 Aa	-9,37 Aa	-14,36 Aa
DMS	P	6,01		
	C	7,62		

*Médias seguidas de letras minúsculas distintas nas colunas e maiúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey para um nível de 10% de probabilidade. Legenda: C1- carga 1 (100%); C2- carga 2 (80%); C3- carga 3 (50%). DMS- diferença mínima significativa.

Os resultados demonstraram que, com relação às cargas a única que diferiu significativamente em relação ao preparo foi a carga 3, que apresentou maior patinação no preparo realizado com escarificador, justificado pela homogeneidade da superfície de solo mobilizada pelo preparo convencional, favorecendo a maior área de contato da roda motriz com o solo. Já com relação aos preparos, o preparo com escarificador não apresentou diferença significativa entre as cargas, porém para o preparo com arado e grade ocorreu diferença significativa entre as cargas, apresentando maior patinação na carga 1, a justificado pela menor pressão de atuação da roda motriz com o solo associada a irregularidade do preparo com escarificador.

Tabela 3. Valores médios obtidos para número de dias de emergência profundidade de adubo e semente, capacidade de campo operacional e capacidade de campo efetiva na operação de semeadura do milho em dois preparos do solo e três cargas no depósito de fertilizante.

Causas de Variação		NDE	Profundidade (m)		CCO (ha h ⁻¹)	CCE (ha h ⁻¹)
			S	A		
Preparo (P)	Arado + Grade	6,67 b	0,04 b	0,1	0,84	11,10
	Escarificador	6,80 a	0,05 a	0,09	0,83	11,16
Cargas (C)	C1	6,71	0,05 a	0,09	0,83 b	11,01 b
	C2	6,72	0,04 b	0,08	0,84 a	11,25 a
	C3	6,77	0,05 ab	0,11	0,83 ab	11,12 ab
Valor de F	P	4,28*	5,58*	0,32 ^{NS}	0,99 ^{NS}	0,99 ^{NS}
	C	0,39 ^{NS}	4,36*	1,01 ^{NS}	5,38*	5,38*
	P*C	1,29 ^{NS}	2,13 ^{NS}	1,33 ^{NS}	0,70 ^{NS}	0,70 ^{NS}
DMS	P	0,12	0,01	0,03	0,01	0,10
	C	0,18	0,01	0,05	0,01	0,16
CV (%)		2,42	18,73	49,21	1,29	1,29

* (p<0,1); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,1). Legenda: C1- carga 1 (100%); C2- carga 2 (80%); C3- carga 3 (50%). DMS- diferença mínima significativa. NDE- número de dias de emergência. S- semente. A- adubo. CCO- capacidade de campo operacional. CCE- capacidade de campo efetiva.

Na Tabela 3 é possível observar que não houve efeito significativo pelo teste de Tukey (p<0,1) apenas para os valores de profundidade de adubo, para o número de dias de emergência a diferença significativa ocorreu para o tratamento preparo do solo, para a profundidade de semente a significância ocorreu para preparo e carga, e para a capacidade de campo operacional e a capacidade de campo efetiva a significância ocorreu para a carga.

Para os resultados de número de dias de emergência, o preparo realizado com escarificador apresentou uma maior quantidade de dias para a emergência das plântulas de milho, esse fato pode ser explicado com base no parâmetro da profundidade de semente que apresentou foram maiores no preparo realizado com o escarificador. Esses resultados podem ser explicados devido a irregularidade do perfil de mobilização do solo causada pelo preparo com o escarificador, ou seja, a presença de sulcos proporcionados pelas hastes, facilitando dessa forma, a maior profundidade de deposição da semente no solo. Devido a essas maiores profundidades da deposição de sementes causada pelo preparo com escarificador, o número de dias de emergência, também, torna-se maior nesse preparo, pois a plântula levará mais tempo para atingir a superfície do solo.

Os resultados obtidos para a profundidade de semente em relação às cargas, a que apresentou maior profundidade foi a carga 1. Esse fato pode ser explicado devido a uma maior carga na semeadora permitir maior atuação dos órgãos ativos da máquina. Os valores obtidos para as capacidades de campo operacional e efetiva, permitiu o melhor desempenho na carga 2, isso pode ter ocorrido devido a carga 2, também, ter apresentado maior velocidade. Os valores de velocidade (Tabela 4) e capacidade de campo efetiva (Tabela 3) apresentaram o mesmo comportamento, isso ocorreu devido a largura útil de trabalho da semeadora ter sido a mesma em todas as parcelas.

Tabela 4. Valores médios obtidos para velocidade e distribuição longitudinal na operação de semeadura do milho em dois preparos do solo e três cargas no depósito de fertilizante

Causas de Variação		Velocidade (km h ⁻¹)	DIST LONG (%)		
			NORMAL	MÚLTIPLO	FALHO
Preparo (P)	Arado + Grade	4,65	70,04	4,13 a	25,82
	Escarificador	4,62	66,35	1,12 b	32,53
Cargas (C)	C1	4,59 b	65,24	2,06	32,69 b
	C2	4,69 a	63,03	2,78	34,19 a
	C3	4,64 ab	76,33	3,03	20,64 b
Valor de F	P	0,99 ^{NS}	0,45 ^{NS}	8,07*	1,57 ^{NS}
	C	5,38*	2,24 ^{NS}	0,30 ^{NS}	2,57*
	P*C	0,70 ^{NS}	0,12 ^{NS}	1,23 ^{NS}	0,10 ^{NS}
DMS	P	0,04	9,64	1,86	9,38
	C	0,07	14,96	2,88	14,56
CV (%)		1,29	19,76	98,82	44,94

* (p<0,1); ^{NS} (não significativo). Médias seguidas de mesma letra e sem letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey (p<0,1). Legenda: C1- carga 1 (100%); C2- carga 2 (80%); C3- carga 3 (50%). DMS- diferença mínima significativa. DIST LONG- distribuição longitudinal.

De acordo com a Tabela 4 verifica-se que houve efeito significativo pelo teste de Tukey (p<0,1) para quatro das variáveis analisadas, não ocorrendo significância apenas para os espaçamentos normais na distribuição longitudinal, sendo que para a velocidade e para os espaçamentos falhos a significância ocorreu para carga, e para os espaçamentos múltiplos na distribuição longitudinal a significância ocorreu para o preparo.

O maior valor de velocidade foi observado na carga 3, pois provavelmente, devido ao menor peso do conjunto trator-semeadora, os rodados apresentaram maior facilidade de rolamento, com menor recalque, com aumento significativo da velocidade. Para o espaçamento múltiplo na distribuição longitudinal, a maior quantidade ocorreu no preparo realizado com arado e grade. Esse fato pode estar associado à atuação da roda motriz e dos mecanismos de distribuição da semeadora, que devido a maior desagregação do solo pelo preparo proporcionou aumento dos espaçamentos múltiplos.

Com relação aos espaçamentos falhos, a maior quantidade ocorreu na carga 2, diferindo significativamente das outras cargas. Isso pode ter ocorrido devido à velocidade também ser maior na carga 3. Em trabalho realizado por Mercante (2005) o autor destaca que a uniformidade de distribuição de sementes não é afetada de forma significativa pela mudança na velocidade, porém pode ocorrer um aumento no espaçamento entre as plantas com o aumento da velocidade.

CONCLUSÕES

A carga de 80% no depósito de fertilizante foi a carga que apresentou melhor qualidade no processo de semeadura.

O preparo convencional, realizado com arado e grade apresentou melhor qualidade no processo de semeadura.

EQUAÇÕES

$$PT = \left(\frac{N_{cc} - N_{sc}}{N_{cc}} \right) * 100 \quad (1)$$

em que,

PT = patinagem (%);

N_{cc} = número de voltas com carga;

Nsc = número de voltas sem carga.

$$PTs = \left[\frac{(N * Pr) - Le}{(N * Pr)} \right] * 100 \quad (2)$$

em que,

PTs = patinagem da semeadora (%);
N = número de voltas da roda motriz da semeadora;
Pr = perímetro da roda motriz da semeadora (m);
Le = linha experimental (m).

$$V = \left(\frac{\Delta S}{\Delta t} \right) * 3,6 \quad (3)$$

em que,

V = velocidade (km h⁻¹);
 ΔS = variação do espaço (m);
 Δt = variação do tempo (s).

$$CCe = LT * V * 0,36 \quad (4)$$

em que,

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

$$Cv = \frac{C * 3,6}{t} \quad (5)$$

em que:

Cv = consumo volumétrico (L h⁻¹);
C = volume consumido (mL);
t = tempo de percurso na parcela (s);
3,6 = fator de adequação.

$$Co = \frac{Cv}{CCo} \quad (6)$$

em que,

Co = consumo operacional de combustível (L ha⁻¹);
Cv = consumo volumétrico (L h⁻¹);
CCo = capacidade de campo operacional (ha h⁻¹).

$$M = \frac{[(N_1 G_1) + (N_2 G_2) + \dots + (N_n G_n)]}{(G_1 + G_2 + \dots + G_n)} \quad (7)$$

em que,

M = número médio de dias de emergências plântulas de milho;

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

G_1 = número de plantas emergidas na primeira contagem;

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

G_2 = número de plantas emergidas entre a primeira e a segunda contagem;

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

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

AGRADECIMENTOS

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico, (FUNCAP) pela concessão da bolsa de Iniciação Científica ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

BOWMAN, D.I. Feasibility studies on planting corn trials to a stand. **Crop Science**, Madison, v.27, n.6. p.1231-1234, 1987.

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

EDMOND, J.B. & DRAPALA, W.J. The effects 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.

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

FORD, J.H.; HICKS, D.R. **Corn growth and yield in uneven emerging of stands**. Journal of production agriculture. University Minnesota, Lamberton, v.5, n.1. p.185-188, 1992.

FURLANI, C. E. A. et al. Semeadora-adubadora: exigências em função do preparo do solo, da pressão de inflação do pneu e da velocidade. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Fev 2008, vol.32, no.1, p.345-352. ISSN 0100-0683.

FURLANI, C. E. A., LOPES, AFONSO and SILVA, ROUVERSON P. Avaliação de semeadora-adubadora de precisão trabalhando em três sistemas de preparo do solo. **Eng. Agríc.**, Ago 2005, vol.25, no.2, p.458-464. ISSN 0100-6916.

FURLANI, C. E. A. et al. Desempenho operacional de uma semeadora-adubadora de precisão, em função do preparo do solo e do manejo da cobertura de inverno. **Eng. Agríc.**, Ago 2004, vol.24, no.2, p.388-395. ISSN 0100-6916.

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.

LOPES, A.; FURLANI, C. E. A.; MELLO, J. G. S. **Protótipo de sistema instrumental para medição de consumo de combustível em tratores**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DAS SOCIEDADES BRASILEIRAS DE INFORMATICA APLICADA À AGROPECUÁRIA E A AGROINDÚSTRIA, 4, 2003. Porto Seguro: Sociedade Brasileira de Informática Aplicada à Agropecuária e à Agroindústria, 2003.

MAHL, D. et al. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes milho sob variação de velocidade e condição de solo; **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 150-157, jan./abr. 2004.

MIALHE, L. G. **Ensaio & certificação de tratores**. In: MIALHE, L. G. Máquinas agrícolas: ensaio & certificação. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. Cap. 8, p. 385-462.

SILVA, M. C. da; GAMERO, C. A. Qualidade da operação de semeadura de uma semeadora-adubadora de Plantio direto em função do tipo de martelete e velocidade de deslocamento. **Revista Energia na Agricultura**, v. 25, n. 01, p. 85-102, 2010.