

Desempenho de mecanismos dosadores de sementes em diferentes velocidades e condições de cobertura do solo

Raimundo Pinheiro Neto*, Alessandro de Lucca e Braccini, Carlos Alberto Scapim, Virindiana Colet Bortolotto e Andréia Cristina Pinheiro

Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.
*Autor para correspondência. E-mail: rpneto@uem.br

RESUMO. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de duas semeadoras-adubadoras oferecidas comercialmente para plantio direto. Os ensaios foram realizados no Sítio Cazarotto, localizado no Distrito de Iguatemi, município de Maringá-Paraná, em Latossolo Vermelho Distrófico onde foram montados dois experimentos. No primeiro, foi utilizada uma semeadora-adubadora com mecanismo dosador do tipo disco horizontal e, o segundo, uma semeadora-adubadora com mecanismo do tipo pneumático. Utilizou-se delineamento de blocos ao acaso em arranjo de parcelas subdivididas com quatro repetições. Os tratamentos principais eram condições de cobertura do solo (vegetação espontânea, aveia dessecada e aveia dessecada + rolada) e os secundários as velocidades de deslocamento (disco horizontal: 4,74; 5,41; 6,47 e 7,24 km h⁻¹ e pneumática: 5,56; 8,04 e 10,21 km h⁻¹). Com o aumento da velocidade, a população de plantas e a porcentagem de espaçamentos aceitáveis reduziram, sendo que a população de plantas, agronomicamente, recomendada não foi alcançada por ambas as semeadoras. O mecanismo pneumático obteve melhores resultados que o disco horizontal. A produtividade foi maior onde se obtiveram menores populações, sendo influenciada pelo déficit hídrico.

Palavras-chave: população de plantas, distribuição longitudinal, produtividade, soja (*Glycine max* (L.) Merrill)

ABSTRACT. Performance of seed distribution mechanisms under different speeds and soil covering conditions. The objective of this work was to evaluate the performance of two seeders offered commercially for no-tillage. The assays were conducted at the Cazarotto Farm, located in the Iguatemi District, municipal district of Maringá, Paraná State, in a HAPLOTOX Soil. Two experiments were set up: the first using a seeder with a horizontal plate distribution mechanism, and the second using a seeder with pneumatic-type mechanism. A split-plot design was used, with four replications. The main treatments were: soil covering conditions (spontaneous vegetation, desiccated black oat, and desiccated + rolled black oat); and the secondary treatments were the forward speeds (horizontal plate: 4.74, 5.41, 6.47 and 7.24 km h⁻¹; and pneumatic: 5.56, 8.04 and 10.21 km h⁻¹). With the increase in speed, the plant population and the percentage of acceptable spacings were reduced, and the recommended plant population was not reached by either seeder. The pneumatic mechanism obtained better results than the horizontal plate. The yield was larger where smaller populations were obtained, influenced by the water deficit.

Key words: plants population, longitudinal distribution, yield, soybean (*Glycine max* (L.) Merrill).

Introdução

O potencial de rendimento da soja é determinado geneticamente e quanto deste potencial vai ser atingido depende do efeito de fatores limitantes que estarão atuando em algum ponto durante o ciclo (Costa, 1996). O efeito desses fatores pode ser minimizado pela adoção de um conjunto de práticas de manejo que faz com que a comunidade de plantas tenha o melhor aproveitamento possível dos recursos ambientais disponíveis.

A uniformidade de espaçamento entre as plantas distribuídas na linha pode influenciar na produtividade dessa cultura. Plantas distribuídas de forma desuniforme implicam aproveitamento ineficiente dos recursos disponíveis, como luz, água e nutrientes. No caso da soja, o acúmulo de plantas em alguns pontos pode provocar o desenvolvimento de plantas mais altas, menos ramificadas, com menor produção individual, diâmetro de haste reduzido, e, portanto, mais propensas ao acamamento (Endres, 1996). Por outro lado, espaços vazios deixados na linha, além de facilitar o desenvolvimento de plantas

daninhas, levam ao estabelecimento de plantas de soja com porte reduzido. O estande produzido dessa forma pode acarretar redução na produtividade, além das dificuldades por ocasião da colheita mecanizada (Tourino *et al.*, 2002).

Pires *et al.* (2000) explicam que a soja apresenta características de alta plasticidade, ou seja, capacidade de se adaptar às condições ambientais e de manejo, por meio de modificações na morfologia da planta e nos componentes do rendimento. A forma com que tais modificações ocorrem pode estar relacionada com fatores como a fertilidade do solo, população de plantas e espaçamento entre linhas.

A uniformidade de distribuição de sementes no solo tem sido colocada na literatura como uma das formas de aumento da produtividade de certas culturas. É conhecido o fato de que as semeadoras de precisão, atualmente disponíveis, possuem mecanismos dosadores/distribuidores que não atendem integralmente ao pré-requisito da uniformidade de distribuição espacial. Vários são os fatores operacionais e as características de projeto que influenciam no desempenho de semeadoras-adubadoras, em especial nas de precisão, quanto à uniformidade de distribuição longitudinal de sementes (Silva, 1997). De acordo com Embrapa (1998) um dos parâmetros de grande influência na precisão de distribuição de sementes no solo é a velocidade de deslocamento da máquina. De modo que se não existir uniformidade na distribuição de sementes, ficarão comprometidas as operações de controle de pragas e doenças, manutenção da fertilidade, entre outros. Segundo Jaremtchuk *et al.* (2008) na semeadura direta, a dessecação que antecede à semeadura é uma das operações mais importantes para maximizar o crescimento inicial das culturas e minimizar a interferência das plantas daninhas no início do ciclo.

Mello *et al.* (2003) estudando duas semeadoras com diferentes mecanismos dosadores (pneumático e disco alveolado) na cultura do milho sob diferentes velocidades de deslocamento (3,4; 5,0; 6,2 e 7,7 km h⁻¹) concluíram que a produtividade não foi afetada pela velocidade de semeadura em solo convencionalmente preparado. As melhores distribuições longitudinais de sementes ocorreram com as velocidades 5,0 e 6,2 km h⁻¹, para ambas semeadoras. O sistema dosador pneumático mostrou melhor desempenho na distribuição longitudinal de sementes do que o disco alveolado.

Segundo Kurachi *et al.* (1989) citados por Justino (1998) as normas, procedimentos de ensaio e trabalhos de pesquisa, apontam a regularidade de distribuição longitudinal de sementes como uma das

características operacionais de semeadoras que mais contribuem para a obtenção de um número adequado de plantas por área e, conseqüentemente boa produtividade. Os parâmetros coeficiente de variação (CV) das populações de espaçamentos e as porcentagens de ocorrência de espaçamentos aceitáveis ou de “sementes semeadas” são utilizados para essa avaliação.

Face esta realidade, objetivou-se avaliar o desempenho de duas semeadoras dotadas de diferentes mecanismos dosadores de sementes (disco horizontal perfurado e pneumático), oferecidas comercialmente no mercado agrícola para a semeadura sob a palha. As semeadoras foram submetidas a diferentes condições de cobertura do solo e velocidades de deslocamento em plantio direto.

Material e métodos

Os ensaios foram realizados no Sítio Cazarotto, localizado no Distrito de Iguatemi, município de Maringá, região noroeste do Estado do Paraná, tendo como localização geográfica o paralelo 23° 21' 12" ao Sul e o meridiano 52° 04' 21" a Oeste, com altitude em torno de 530 m. O clima da região, segundo Köppen, é do tipo Cfa. O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico (Embrapa, 1998) com relevo suave ondulado. A área utilizada estava sendo cultivada sob sistema de plantio direto há 8 anos, com rotação de culturas do tipo aveia/soja, trigo/soja, milho/soja e pousio no inverno. Realizaram-se dois experimentos lado a lado, um utilizando uma semeadora-adubadora com mecanismo dosador do tipo disco horizontal (semeadora mecânica – experimento 1) e outro para uma semeadora-adubadora com mecanismo dosador do tipo pneumático (semeadora pneumática – experimento 2). Estabeleceram-se combinações entre condições de cobertura do solo e velocidades de semeadura. Em ambos os experimentos, foram utilizados delineamento de blocos ao acaso, em arranjo de parcelas subdivididas (split-split), onde os tratamentos principais eram condições de cobertura do solo (vegetação espontânea, aveia dessecada e aveia rolada) e os tratamentos secundários as velocidades de deslocamento (para semeadora mecânica: 4,74; 5,41; 6,47 e 7,24 km h⁻¹ e para semeadora pneumática: 5,56; 8,04 e 10,21 km h⁻¹). Ambos experimentos tinham 4 repetições por tratamento (subparcela). Cada subparcela possuía 5 m de largura por 40 m de comprimento, sendo 25 m de comprimento útil, ficando o restante para manobras.

Para o experimento 1 utilizou-se uma semeadora-adubadora de precisão marca Marchesan, modelo PST3 -TRA, ano de fabricação 2001

(9 linhas) e para o experimento 2, uma semeadora-adubadora de precisão marca Marchesan, modelo PST3 - SUPREMA, ano de fabricação 1994 (8 linhas). Ambas semeadoras estavam reguladas para distribuir 16 sementes por metro linear seguindo a recomendação agrônômica (teoricamente 18) na profundidade de 40 mm (semeadora mecânica) e 60 mm (semeadora pneumática), com 0,45 m de espaçamento entre as linhas para todos os tratamentos. Foram utilizados na operação dois tratores: um da marca Valmet, modelo 880 (86 cv) e outro da marca Massey Ferguson, modelo 292 (105 cv). O primeiro foi utilizado para tracionar as semeadoras e o segundo para tracionar o conjunto trator/semeadora por meio de um cabo de aço para que a célula de carga utilizada na aquisição de dados de força de tração, estudadas na segunda etapa do trabalho, ficasse nivelada.

O preparo da área experimental visando à instalação dos ensaios foi realizado durante o inverno, permanecendo pousio nas áreas destinadas aos tratamentos com vegetação espontânea, e implantação da cultura da aveia (19/06/2003) nas parcelas destinada as demais condições de cobertura do solo. Em 22/10/2003 realizou-se a dessecação em área total (tanto parcelas com vegetação espontânea como as com aveia preta), com herbicidas glyphosate e 2,4-D. As parcelas com aveia-preta, respectivas aos tratamentos onde a condição de cobertura do solo era aveia dessecada + rolada, foram tombadas com rolo-faca, passado no sentido de semeadura da soja em 03/11/2003 (dia anterior a semeadura).

Os testes foram realizados com sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), cultivar CD 202 de ciclo precoce desenvolvida pela Coodetec, selecionada por ser recomendada para a região em estudo (Noroeste do Paraná). As especificações do lote de sementes utilizadas foram as seguintes: safra: 2001/2002; peneira: 5,5 mm; germinação: 88,8% e pureza: 99%. Os reservatórios de sementes e de adubo foram abastecidos e mantidos em torno de 75% de sua capacidade, completando-se quando necessário. Foram aplicados 200 kg ha⁻¹ de fertilizante da fórmula 02-20/11-20 + Ca-14%, simultaneamente a semeadura da soja. As sementes de soja utilizadas na semeadura não receberam nenhum tipo de tratamento fitossanitário. O controle das plantas daninhas foi feito em pós-emergência após 20 dias da semeadura com aplicação em área total. Os tratamentos de controle de pragas foram aplicados durante todo o ciclo da cultura da soja.

Anterior a semeadura, realizou-se amostragens para determinação do teor de água, densidade do solo, microporosidade, macroporosidade, porosidade

total e matéria seca sobre o solo em ambos os experimentos. Embora houvesse diferentes condições de cobertura do solo, não foram encontradas diferenças estatísticas para estas variáveis, entre todas as subparcelas de ambos experimentos. Os valores para o experimento 1 variaram: teor de água 12,59 a 14,26%; densidade do solo 1,58 a 1,67 g cm⁻³; microporosidade do solo 28,55 a 31,03%; macroporosidade 4,63 a 7,55%; porosidade total 34,23 a 36,61% e a matéria seca de 3187,80 a 3869,80 kg ha⁻¹ e para o experimento 2: teor de água 12,93 a 14,33%; densidade do solo 1,60 a 1,70 g cm⁻³; microporosidade do solo 28,28 a 32,65%; macroporosidade 4,37 a 6,79%; porosidade total 5,06 a 37,01% e a matéria seca de 3198,80 a 3737,80 kg ha⁻¹.

As variáveis estudadas, tanto para o experimento 1 como para o experimento 2, foram as mesmas, sendo estas: regularidade da razão de distribuição (população de plantas), regularidade de distribuição longitudinal (espaçamento falhos, aceitáveis, duplos e coeficiente de variação dos espaçamentos da população mensurada), deslizamento da roda motriz, produtividade, altura de planta, altura de inserção da primeira vagem e capacidade de campo efetiva.

A regularidade da razão de distribuição foi expressa em termos de estande parcial, com a contagem apenas das plantas emergidas, isto é, a população de plantas final. Avaliou-se a população de plantas em torno de 80 dias após a semeadura da cultura da soja nas 4 linhas centrais de semeadura de cada subparcela. O número de plantas foi obtido em função das plantas emergidas dentro dos 4 m avaliados em cada linha. A regularidade de distribuição longitudinal foi determinada por meio das distâncias entre plantas emergidas que se encontravam na faixa de coleta dos dados da razão de distribuição citada anteriormente (4 m das 4 linhas centrais de semeadura de cada subparcela). Conforme a ABNT (1996), considerou-se como espaçamentos aceitáveis os compreendidos entre 0,5 a 1,5 XREF; duplos os espaçamentos menores que 0,5 XREF e falhos os espaçamentos maiores que 1,5 XREF, sendo que o espaçamento teórico calculado (recomendado agronomicamente) entre plantas (XREF) foi igual a 62,5 mm. Foram considerados duplos os espaçamentos menores que 31,25 mm, aceitáveis os espaçamentos entre 31,25 e 93,75 mm e falhos os espaçamentos maiores que 93,75 mm. Além dos espaçamentos duplos, aceitáveis e falhos, calculou-se o coeficiente de variação (CV) da população total de espaçamentos entre plantas em cada linha, que representa a regularidade de espaçamentos longitudinais.

O deslizamento da roda motriz que aciona as unidades semeadora-adubadora foi determinado para o rodado motriz esquerdo de ambas semeadoras. Utilizou-se um contador digital simples de impulso acionado manualmente, modelo CD-60, tipo PNP, fabricado pela S & E Instrumentos de Testes e Medições, instalado em painel e fixado ao trator. Utilizou-se, também, um sensor ótico infravermelho (gerador de impulso) acoplado a lateral esquerda das semeadoras, onde ficavam as transmissões de engrenagens. Por meio do catálogo do fabricante da semeadora foi possível determinar qual a relação de transmissão existente entre a engrenagem e a roda motriz. Conhecendo a relação de transmissão e o número de impulsos gerados pela engrenagem, determinou-se o deslizamento.

Após 120 dias da semeadura, avaliou-se a produção de grãos nas 4 linhas centrais de semeadura de cada subparcela. As plantas foram colhidas manualmente, ao longo de 4 m de cada linha. A massa de grãos produzida foi corrigida a 13% de teor de água. Para determinar a altura de plantas e a altura da inserção da primeira vagem, foram medidas 10 plantas aleatoriamente em cada subparcela, após seu estágio final de crescimento, 95 dias após a semeadura para ambas variáveis.

A capacidade de campo efetiva (C_cE), representa a capacidade em termos de área trabalhada durante um determinado intervalo de tempo, sendo calculada conforme Justino (1998).

As médias foram todas comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Os valores obtidos para a população de plantas para as duas semeadoras (dois experimentos) são apresentados na Tabela 1. Observa-se que em nenhum dos tratamentos, alcançou-se a recomendação agrônômica da população desejada (350.000 plantas ha^{-1}).

A semeadora mecânica sofreu influência significativa das velocidades de deslocamento, obtendo maior população na velocidade de 4,74 $km\ h^{-1}$ e as demais não diferiram entre si. Considerando que no presente trabalho, a altura de queda de sementes para o experimento 1 era a mesma para todos os tratamentos, diferindo apenas entre experimentos, verifica-se que com o aumento da velocidade de deslocamento houve redução da população de plantas por hectare, mas não de maneira uniforme, resultado verificado por Delafosse (1986) em testes com diversas espécies e variedades de sementes. De uma maneira geral, observa-se que mesmo em velocidades diferentes de

deslocamento, a semeadora pneumática apresentou maior aproximação quanto à população de plantas recomendada agronomicamente.

Tabela 1. Valores médios obtidos para a população de plantas (plantas ha^{-1}).

População de plantas (plantas ha^{-1})				
Semeadora mecânica				
Velocidade (km h^{-1})	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
4,74	221527,80 a	224305,58	218750,00 a	221527,79 a
5,41	186458,35 Bb	219791,70 A	222222,23 Aa	209490,76 b
6,47	193055,58 b	209375,00	211111,13 a	204513,90 b
7,24	190277,78 Bb	218402,80 A	180902,75 Bb	196527,78 b
Médias (Cob.)	197829,86	217968,77	208246,63	
Semeadora pneumática				
Velocidade (km h^{-1})	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	288888,88	312152,78	298611,13	299884,26
8,10	278819,45	296180,55	284375,03	286458,34
10,21	307986,10	290972,23	295833,33	298263,88
Médias (Cob.)	291898,14	299768,52	292939,83	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os valores encontrados para as porcentagens de espaçamentos falhos, aceitáveis, duplos e coeficiente de variação encontram-se nas Tabelas 2, 3, 4 e 5, respectivamente para ambos experimentos.

Tabela 2. Valores médios obtidos para a porcentagem de espaçamentos duplos (%).

Porcentagem de espaçamentos duplos (%)				
Semeadora mecânica				
Velocidade (km h^{-1})	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
4,74	10,16	9,20	10,26	9,87
5,41	7,49	9,75	10,94	9,39
6,47	7,34	7,42	9,55	8,11
7,24	9,33	9,53	7,80	8,88
Médias (Cob.)	8,58	8,97	9,64	
Semeadora pneumática				
Velocidade (km h^{-1})	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	17,73 b	19,34	17,87 b	18,31 b
8,10	18,01 b	18,12	16,54 b	17,55 b
10,21	22,75 a	19,70	21,91 a	21,45 a
Médias (Cob.)	19,49	19,05	18,77	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Observa-se que o tipo de cobertura do solo não influenciou nos valores para distâncias duplas, aceitáveis e falhas para a semeadora pneumática, o que não ocorreu com a semeadora mecânica, onde as distâncias aceitáveis foram influenciadas também pelo tipo de cobertura. O aumento da velocidade promoveu uma redução significativa para os espaçamentos aceitáveis entre plântulas para ambas as semeadoras. Moreira *et al.* (1978) citados por Justino (1998) mencionam que se a semente tiver mais tempo disponível para ser liberada, o desempenho da máquina tende a ser melhor. Para semeadora pneumática, o coeficiente de variação foi

estatisticamente significativo para a velocidade de deslocamento (Tabela 5).

Tabela 3. Valores médios obtidos para a porcentagem de espaçamentos aceitáveis (%).

Porcentagem de espaçamentos aceitáveis (%)				
Semeadora mecânica				
Velocidade (km h ⁻¹)	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
4,74	29,31 a	31,98	29,92 a	30,40 a
5,41	21,38 Bb	29,34 A	27,39 Aa	26,04 b
6,47	24,54 b	29,33	27,07 a	26,98 b
7,24	21,30 Bb	27,43 A	21,25 Bb	23,33 b
Médias (Cob.)	24,13 B	29,52 A	26,41 B	
Semeadora pneumática				
Velocidade (km h ⁻¹)	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	39,76	43,30	39,34	40,80 a
8,10	34,34	39,99	39,09	37,80 b
10,21	35,51	34,90	34,62	35,01 b
Médias (Cob.)	36,53	39,40	37,68	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Na Tabela 5 verifica-se que a maior velocidade (10,21 km h⁻¹) apresentou o maior coeficiente de variação. Resultados realizados por Kurachi *et al.* (1993) e Justino (1998) igualmente revelaram que o aumento na velocidade de deslocamento elevou o coeficiente de variação.

Tabela 4. Valores médios obtidos para a porcentagem de espaçamentos falhos (%).

Porcentagem de espaçamentos falhos (%)				
Semeadora mecânica				
Velocidade (km h ⁻¹)	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
4,74	60,54 b	58,83	59,83 b	59,73 b
5,41	71,13 Aa	60,91 B	61,67 Bb	64,57 a
6,47	68,12 a	63,25	63,37 b	64,91 a
7,24	69,37 Aa	63,05 B	70,95 Aa	67,79 a
Médias (Cob.)	67,29	61,51	63,96	
Semeadora pneumática				
Velocidade (km h ⁻¹)	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	42,51	37,37	42,79	40,89
8,10	47,66	41,90	44,38	44,64
10,21	41,75	45,41	43,48	43,55
Médias (Cob.)	43,97	41,56	43,55	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Irla e Heusser (1991) citados por Justino (1998), classificam o desempenho da semeadora de precisão pela exatidão na localização de plantas. Assim sendo, o desempenho tanto da semeadora mecânica como da pneumática foi insuficiente (menos que 56% de espaçamentos aceitáveis a campo) para todas as velocidades. Independente dos valores para velocidade de deslocamento, observa-se que a semeadora pneumática obteve resultados mais satisfatórios, visto que apresentou um maior percentual de espaçamentos aceitáveis e menor de falhos, ocorrendo o inverso com os espaçamentos duplos.

Tabela 5. Valores médios obtidos para o coeficiente de variação (%) dos espaçamentos.

Coeficiente de variação dos espaçamentos da população total (%)				
Semeadora mecânica				
Velocidade (km h ⁻¹)	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
4,74	74,94	71,59	76,19	74,24
5,41	75,66	73,58	73,88	74,37
6,47	80,96 A	69,78 B	73,87 B	74,87
7,24	77,75	73,17	80,13	77,01
Médias (Cob.)	77,33 A	72,03 B	76,02 A	
Semeadora pneumática				
Velocidade (km h ⁻¹)	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	71,42	71,94	73,87 b	72,41 b
8,10	76,42	76,25	73,80 b	75,49 b
10,21	80,15	78,53	84,11 a	80,93 a
Médias (Cob.)	76,10	75,57	77,26	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os valores para o deslizamento dos rodados motrizes de ambas semeadoras são apresentados na Tabela 6. Para a semeadora mecânica, os tratamentos não foram estatisticamente significativos. Observa-se que em média, a cobertura aveia dessecada apresentou menor valor de deslizamento, salientando-se que os valores não seguiram uma tendência definida.

Tabela 6. Valores médios para o deslizamento do rodado motriz das semeadoras (%).

Deslizamento do rodado motriz das semeadoras (%)				
Semeadora mecânica				
Velocidade (km h ⁻¹)	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
4,74	2,98	1,26	2,16	2,13
5,41	1,35	1,62	2,71	1,89
6,47	3,07	2,71	2,44	2,74
7,24	2,16	2,03	2,71	2,30
Médias (Cob.)	2,39	1,90	2,50	
Semeadora pneumática				
Velocidade (km h ⁻¹)	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	10,36 A	7,07 A	0,44 Bb	5,96 a
8,10	3,48	1,19	3,32 b	2,66 b
10,21	7,32 B	2,68 B	12,77 Aa	7,59 a
Médias (Cob.)	7,06	3,65	5,51	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para a semeadora pneumática, a velocidade de deslocamento foi estatisticamente significativa para o deslizamento, sendo que as velocidades 4,74 e 10,21 km h⁻¹ foram significativamente maiores, enquanto a velocidade de 8,3 km h⁻¹ foi a menor. Essa tendência ocorreu em quase todos os tratamentos, exceção da aveia rolada, onde a velocidade menor teve o menor deslizamento. De forma generalizada e independente de velocidade de deslocamento, observa-se que a semeadora pneumática apresentou maiores valores de deslizamento que a semeadora mecânica. Isto pode ser consequência da massa das semeadoras, visto que

a semeadora mecânica possuía uma massa bem maior do que a pneumática favorecendo maior aderência dos rodados no solo.

Na Tabela 7 são apresentados os valores médios da produtividade de grãos para os tratamentos de ambas as semeadoras.

Tabela 7. Valores médios obtidos para a produtividade (kg ha⁻¹).

Produtividade (kg ha ⁻¹)				
Semeadora mecânica				
Velocidade (km h ⁻¹)	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
4,74	2973,16	3049,62	2617,75	2880,18
5,41	3110,64	3061,08	3085,39	3085,70
6,47	2855,89	2764,29	3100,82	2907,10
7,24	2993,97	2975,31	2888,81	2952,70
Médias (Cob.)	2983,42	2962,57	2923,19	
Semeadora pneumática				
Velocidade (km h ⁻¹)	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	2446,76	2432,80	2124,90	2334,82
8,10	2648,99	2379,86	2248,94	2425,93
10,21	2760,09	2425,75	2233,92	2473,25
Médias (Cob.)	2618,61	2412,81	2202,59	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Para a semeadora mecânica, a diferença estatística encontrada, em função da velocidade de deslocamento na população de plantas (Tabela 1), não influenciou significativamente a produção de grãos. Para a semeadora pneumática, a população de plantas não foi estatisticamente significativa para os tratamentos e nem a produtividade.

Observa-se, no entanto, que a população de plantas para a semeadora pneumática foi maior que a semeadora mecânica e que para a produção de grãos ocorreu o inverso, isto é, a produção de grãos foi maior na semeadora mecânica. Esperava-se que onde houvesse uma maior população de plantas e maior regularidade de distribuição fosse obtido uma maior produção de grãos. Mas, outros fatores não estudados podem ter interferido no rendimento dos grãos. A deficiência hídrica que influenciou de certa forma a produção das lavouras de soja na safra 2003/2004 no Estado do Paraná, pode ter beneficiado e compensado as áreas com menor população, onde a competição por água e nutrientes foi menor.

Os valores para altura de plantas para ambas semeadoras são apresentados na Tabela 8. Os fatores não foram estatisticamente significativos para ambas semeadoras. Observa-se, porém, que a menor população de plantas encontradas nos tratamentos para a semeadora mecânica (Tabela 1) apresentaram valores de altura de plantas um pouco maior que para a semeadora pneumática, onde a população foi maior. Isso contraria a literatura estudada, a qual menciona que maiores populações possuem maior

altura de planta do que populações menores (Endres, 1996 e Tourino, 2002). Fato se deve ao que foi comentado anteriormente, onde outros fatores podem ter influenciado estes valores.

Tabela 8. Valores médios obtidos para altura de plantas (cm).

Altura de plantas (cm)				
Semeadora mecânica				
Velocidade (km h ⁻¹)	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
4,74	61,11	59,89	56,43	59,14
5,41	57,14	60,68	61,15	59,65
6,47	58,53	60,78	60,09	59,80
7,24	59,44	59,58	59,46	59,49
Médias (Cob.)	59,05	60,23	59,28	
Semeadora pneumática				
Velocidade (km h ⁻¹)	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	55,24	59,25	55,13	56,54
8,10	55,59	58,59	58,75	57,64
10,21	58,10	58,85	56,14	57,70
Médias (Cob.)	56,31	58,90	56,67	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os valores para altura de inserção da primeira vagem para ambas semeadoras são apresentados na Tabela 9. Os valores médios encontrados para os tratamentos de ambas semeadoras não apresentaram diferenças relevantes.

Tabela 9. Valores médios obtidos para altura de inserção da primeira vagem (cm).

Altura de inserção da primeira vagem (cm)				
Semeadora mecânica				
Velocidade (km h ⁻¹)	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
4,74	13,61	13,33	13,96	13,63
5,41	13,44	13,29	13,31	13,35
6,47	13,75	14,70	13,80	14,08
7,24	12,71	14,25	13,86	13,61
Médias (Cob.)	13,38	13,89	13,73	
Semeadora pneumática				
Velocidade (km h ⁻¹)	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	11,78	13,93	12,99	12,90
8,10	11,64 B	14,89 A	13,83 A	13,45
10,21	12,53	14,64	13,53	13,56
Médias (Cob.)	11,98	14,48	13,45	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Os valores para capacidade de campo efetiva são apresentados na Tabela 10. A capacidade de campo efetiva foi estatisticamente significativa apenas para a velocidade de deslocamento. A velocidade de deslocamento da semeadora é diretamente proporcional à capacidade de campo efetiva.

Nas condições de trabalho para a semeadora pneumática, por exemplo, a cada 100 hectares de área útil semeada na velocidade de 5,56 km h⁻¹, seriam necessárias 20,43 horas a mais em relação à velocidade 10,21 km h⁻¹.

Tabela 10. Valores médios obtidos para a capacidade de campo efetiva (ha h⁻¹).

Capacidade de campo efetiva (ha h ⁻¹)				
Semeadora mecânica				
Velocidade (km h ⁻¹)	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
4,74	1,90 d	1,96 c	1,87 d	1,91 d
5,41	2,22 c	2,14 c	2,17 c	2,17 c
6,47	2,63 b	2,56 b	2,60 b	2,60 b
7,24	2,92 a	2,84 a	2,97 a	2,91 a
Médias (Cob.)	2,42	2,38	2,40	
Semeadora pneumática				
Velocidade (km h ⁻¹)	Coberturas			Médias (Vel.)
	Veg. Espont.	Aveia Dessec.	Aveia Rolada	
5,56	2,26 c	2,25 c	2,20 c	2,24 c
8,10	3,29 b	3,24 b	3,24 b	3,25 b
10,21	4,10 a	4,09 a	4,21 a	4,13 a
Médias (Cob.)	3,22	3,19	3,21	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na linha e minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Conclusão

Todos os tratamentos de ambos experimentos não alcançaram a população agronomicamente recomendada. Com o aumento da velocidade, a população de plantas reduziu, bem como a porcentagem de espaçamentos aceitáveis. De maneira geral, independente dos valores de velocidade, a semeadora pneumática obteve melhores resultados que a mecânica, quanto aos espaçamentos aceitáveis e foi superior na porcentagem de espaçamentos duplos. A produtividade foi maior onde ocorreram as menores populações.

Referências

- ABNT-Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Projeto de norma 12:02.06-004: semeadora de precisão: ensaio de laboratório*. São Paulo: Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, 1996.
- COSTA, J.A. *Cultura da soja*. Porto Alegre: I. Manica & J. A. Costa, 1996.
- DELAFOSSÉ, R.M. *Máquinas sembradoras de grão grosso*. Santiago: Oficina Regional de La FAO para América Latina & Caribe, 1986.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná*

1998/1999. Londrina: Embrapa Soja, 1998.

ENDRES, V.C. Espaçamento, densidade e época de semeadura. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). *Soja: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso*. Dourados: Embrapa/CPAO, 1996. p. 82-85. (Circular técnica, 3).

JAREMTCHUK, C.C. *et al.* Efeito de sistemas de manejo sobre a velocidade de dessecação, infestação inicial de plantas daninhas e desenvolvimento e produtividade da soja. *Acta Sci. Agron.*, Maringá, v. 30, n. 4, p. 449-455, 2008.

JUSTINO, A. *Desempenho do mecanismo dosador de disco perfurado horizontal na distribuição de sementes de milho (Zea mays L.) em sistema de plantio direto*. 1998. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura)-Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 1998.

KURACHI, S.A.H. *et al.* *Avaliação tecnológica: resultados de ensaios de mecanismos dosadores de sementes de semeadoras e/ou adubadoras de precisão*. Campinas: IAC, 1993. (Boletim científico, 28).

MELLO, L.M.M. *et al.* Distribuição de sementes e produtividade de grãos da cultura do milho em função da velocidade de semeadura e tipos de dosadores. *Eng. Agric.*, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 563-567, 2003.

PIRES, J.L.F. *et al.* Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1541-1547, 2000.

SILVA, S.L. *Projeto e construção de um sistema de aquisição de dados para avaliação do desempenho energético de máquinas e implementos agrícolas*. 1997. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura)-UNESP, Botucatu, 1997.

TOURINO, M.C.C. *et al.* Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002.

Received on April 05, 2007.

Accepted on November 13, 2007.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.