



Manejos de cobertura vegetal e velocidades de operação em condições de semeadura e produtividade de milho

**Emerson Trogello¹, Alcir J. Modolo², Marina Scarsi²,
Cristiano L. da Silva², Paulo F. Adami³ & Rivanildo Dallacort⁴**

RESUMO

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar parâmetros da qualidade de semeadura e o desenvolvimento e rendimento da cultura do milho semeada no sistema plantio direto sobre diferentes manejos de cobertura vegetal e velocidades de operação da semeadora-adubadora na região sudoeste do estado do Paraná. Utilizou-se esquema de parcelas subdivididas, as quais constituíram os manejos de cobertura vegetal da aveia preta (aveia gradeada, rolada, triturada e dessecada) e as subparcelas as velocidades de operação (4,5 e 7,0 km h⁻¹) no delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. Avaliaram-se o espaçamento entre plantas, a uniformidade de distribuição de sementes, a profundidade de semeadura, o índice de velocidade de emergência, o estande de plantas, a área de solo mobilizada e a produtividade média da cultura. Os dados tabulados foram analisados pelo teste F a 0,05 e, apresentando significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. Concluiu-se que a melhor distribuição de sementes foi observada na menor velocidade e a produtividade média da cultura não foi influenciada pelos tratamentos. Os manejos de cobertura vegetal não se mostraram eficientes na melhoria das condições de semeadura.

Palavras-chave: qualidade de semeadura, semeadura direta, cobertura do solo

Management of cover vegetation and speed of operation on conditions of sowing and corn yield

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate quality parameters of sowing and the development and yield of maize sown in no tillage system under different vegetation managements and operating speeds of the seeder in the southwest region of the State of Paraná. A split-plot design was used, where the plots were the vegetation management of the oat (oat latticed, rolled, chopped and desiccated) and split plot the operation speeds (4.5 and 7.0 km h⁻¹), in a randomized block design with four replications. The spacing between plants, uniformity distribution of seed, sowing depth, rate of emergence, plant stand, soil area mobilized and yield of the crop were evaluated. The tabulated data were analysed by F test at 0.05 level of probability and in case of significance, the means were compared by Tukey test at 0.05 probability level. It was concluded that the best seed distribution was observed at lower speed and the mean productivity of the crop was not affected by treatments. The management of vegetation was not effective in improving conditions for sowing.

Key words: quality of seeding, no tillage, soil cover

¹ UFV, Campus Universitário, CEP 36570-000, Viçosa, MG. Fone: (31) 3899-2642. E-mail: etrogello@yahoo.com.br

² Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Pato Branco, Via do Conhecimento, Km 1, CEP 85503-390, Pato Branco, PR. Fone: (46) 3220-2511. E-mail: alcir@utfpr.edu.br; marinascarsi@hotmail.com; cristianolemes.utfpr@gmail.com

³ Instituto Federal do Paraná, Campus Palmas, Av. Bento Munhoz da Rocha Neto, s/n, PRT-280, Trevo da Codapar, CEP 85555-000, Palmas, PR. Fone: (46) 3263-8150. E-mail: paulo.adami@ifpr.edu.br

⁴ Universidade do Estado do Mato Grosso, Campus Tangará da Serra, Rodovia MT - 358, Km 07, Jardim Aeroporto, CEP 78300-000, Tangará da Serra, MT. Fone: (65) 3311-4900. E-mail: rdallacort@gmail.com

INTRODUÇÃO

O Brasil se sobressai a cada ano como um dos principais países produtores de grãos do mundo, sobressaindo-se a cultura do milho com grande representatividade neste cenário, participando com 30,9% da produção brasileira de grãos.

O acompanhamento da safra brasileira de grãos, realizado pela CONAB (2013) indica uma produção recorde na safra de 2012/2013 com aproximadamente 76,1 milhões de toneladas de milho semeados em 15,4 milhões de hectares; esta área de cultivo se configura 1,6% maior que a área cultivada na safra anterior. Este aumento de área e de produção também é acompanhado pelas médias de rendimento, que indicam acréscimo da ordem de 2,6%, passando de 4.808 kg ha⁻¹ na safra 2011/12 para 4.935 kg ha⁻¹ na safra atual. Neste cenário o estado Paraná se encontra em posição privilegiada, respondendo por 23,8% da produção nacional.

A cultura do milho é semeada, em sua maioria, sobre o sistema de plantio direto sendo o mesmo caracterizado pela rotação com várias culturas, de preferência altamente produtoras de biomassa e pela permanência de restos culturais na superfície do solo, os quais serão revolvidos apenas na linha de deposição de sementes e fertilizantes (Reis et al., 2007).

A manutenção de cobertura sobre o solo representa a diferença fundamental entre plantio direto e convencional, sendo que os principais benefícios compreendem o controle da erosão, menor variação da temperatura e da umidade do solo, maior eficiência agrônômica e melhoria na dinâmica da matéria orgânica e estrutura do solo (Furlani et al., 2007). Alguns estudos têm comprovado os benefícios da cobertura sobre as propriedades do solo e no rendimento das culturas (Boer et al., 2007; Gama-Rodrigues et al., 2007). No entanto, existe a dificuldade em se adequar as semeadoras-adubadoras para distribuir as sementes e fertilizantes de maneira uniforme e em posição adequada quando da deposição de altas quantidades de palhada sobre o solo, representando fator limitante à expansão do sistema (Silva et al., 2000).

De um lado, tem-se a necessidade de incrementar palhada sobre o solo a fim de viabilizar o sistema de semeadura direta; por outro, surge a dificuldade em se realizar uma semeadura adequada das culturas em alta cobertura vegetal.

Os efeitos benéficos da cobertura vegetal tendem a ser maiores conforme o período em que os mesmos permanecem em contato com o solo; este tempo depende de vários fatores, entre eles o grau de contato com o solo e o grau de trituração da massa de cobertura (Rosolem et al., 2004). O manejo mecânico da palhada tende a aumentar o grau de trituração da massa vegetal facilitando o processo de semeadura e acelerando a degradação (Aratani et al., 2006). Este manejo pode ser efetuado através de métodos mecânicos dentre os quais se destacam a roçadora, a grade niveladora, o rolo faca e o triturador de palhas, e de métodos químicos que, basicamente, se dão pela utilização de herbicidas de ação total (Branquinho et al., 2004).

O uso de implementos para manejar a palhada e propiciar condição ideal para semeadura, como o triturador de palha, rolo faca e grade, pode acarretar desvantagens, como baixo rendimento operacional, elevado custo ao sistema e risco de compactação do solo (Denardin & Kochhann, 1993). Entretanto,

pouco se sabe quanto ao efeito do manejo da palhada sobre o desempenho da semeadura e do desenvolvimento de culturas (Silva et al., 2010).

Além do manejo mecânico da palhada tem-se, na velocidade de trabalho, uma característica importante para a realização da semeadura; Mello et al. (2007) estudando diferentes velocidades de semeadura na cultura do milho observaram que o aumento da velocidade reduziu a percentagem de espaçamentos normais entre as sementes, fato este também observado por Dias et al. (2009) sem, no entanto, interferir na densidade de semeadura.

Trabalhando com velocidades de semeadura variando de 3,0 a 9,0 km h⁻¹ em quatro condições de semeadura, Garcia et al. (2006) observaram que a elevação da velocidade reduziu o estande de plantas em duas condições de semeadura, propiciou redução de espaçamentos normais e aumento de espaçamentos falhos e duplos.

Apesar dos diversos trabalhos citados, tem-se tentado demonstrar a influência do manejo da palhada de cobertura sobre as condições de semeadura e desenvolvimento das culturas implantadas no sistema de semeadura direta. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão e o desenvolvimento e produtividade da cultura do milho semeada sob duas velocidades de operação e quatro formas de manejo de cobertura vegetal de aveia preta (*Avena strigosa*), em sistema de plantio direto na região sudoeste do estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Pato Branco, PR, definida pelas coordenadas 26° 16' 36" de Latitude Sul e 52° 41' 20" de Longitude Oeste. O solo é classificado como Latossolo Vermelho alumino férrico com textura argilosa (77,5% de argila, 20,5% de areia e 2,0% de silte). O clima é subtropical úmido do tipo (Cfa), conforme classificação de Köppen, e precipitação pluvial média anual de 1.800 mm, com altitude média de 760 m.

Utilizou-se o esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas constituíram os quatro métodos de manejo de cobertura de aveia (aveia gradeada, rolada, triturada e dessecada) e as subparcelas as duas velocidades de operação (4,5 e 7,0 km h⁻¹) no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando trinta e duas unidades experimentais, cada qual com área de 74 m² (3,7 x 20 m) e espaçamento de 10 metros entre blocos, utilizados para manobra e estabilização do conjunto motomecanizado.

A cultura de cobertura presente na área foi a aveia preta com matéria seca média no momento do manejo, de 7.760 kg ha⁻¹ a qual foi submetida ao manejo mecânico no dia 8 de outubro de 2010 (20 dias antes da semeadura do milho) manejo este realizado ao longo da parcela (7,4 x 20 m).

O manejo de palhada gradeada foi realizado com o auxílio de uma grade niveladora marca Baldan de 28 discos, cada qual com 28 polegadas e largura de trabalho de 2,35m; a mesma operou em regime semiaberto com o objetivo de homogeneizar a cobertura de matéria seca sem propiciar grande mobilização do solo.

Quanto à palhada triturada, seu manejo foi realizado com um triturador marca Jan/Triton 1800, com largura de corte de 1,8 m e regulado a uma altura de corte de 0,07 m. O manejo de palhada rolada foi realizado com um rolo faca da marca triton preenchido com meia capacidade de água e com largura de trabalho de 1,2 m. Para o tratamento de palhada dessecada utilizou-se o herbicida Glifosate Atanor, na dosagem de 2,5 L ha⁻¹.

A semeadura da cultura do milho foi realizada no dia 28 de outubro de 2010 utilizando-se o híbrido simples DKB 240 YG, o qual tem alto potencial produtivo e pela tecnologia da transgenia o mesmo requer menores manejos nos tratamentos culturais. Para adubação de base foram utilizados 300 kg ha⁻¹ da formulação 08-20-20, seguindo prévia análise de solo e, com vista à adubação de cobertura, utilizaram-se 150 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia (45-00-00) através de uma única aplicação. O híbrido foi semeado no espaçamento de 0,80 m entre linhas e a uma densidade de semeadura de 70.000 plantas ha⁻¹ ou 5,6 sementes por metro linear.

Na semeadura da cultura do milho utilizou-se um trator modelo TL75E, 4x2 TDA, com potência máxima de 57,4 kW (78 cv) no motor a 2.400 rpm e uma semeadora-adubadora modelo SM 7040 de arrasto, com mecanismos sulcadores do tipo disco para fertilizantes e discos duplos defasados para sementes. Os mecanismos de cobertura e compactação são do tipo roda de borracha, convexa, com 330 mm de diâmetro e 170 mm de largura.

Obteve-se a uniformidade de distribuição no momento da semeadura, medindo-se o espaçamento entre 20 sementes nas três linhas centrais de semeadura, em cada unidade experimental. Depois de feitas as leituras os espaçamentos foram classificados em normais, duplos e falhos, segundo metodologia proposta por Kurachi et al. (1989); já o espaçamento médio entre plantas foi obtido medindo-se a distância entre quarenta plantas nas três linhas centrais de semeadura.

Quanto à profundidade média de semeadura, foi determinada aos 20 dias após a semeadura mensurando-se a profundidade de deposição de 20 sementes por unidade experimental. Com o auxílio de uma tesoura de poda cortou-se a parte aérea da planta, rente ao solo e com uma espátula arrancou-se a parte enterrada no solo medindo-se o comprimento do mesocótilo até a semente a qual, quando em plântulas de milho, permanece inicialmente no solo.

Após a semeadura do milho avaliou-se a área de solo mobilizada utilizando-se um perfilômetro com régua verticais graduadas em centímetros, dispostas a cada 2 cm sendo a área de solo mobilizada obtida a partir da Eq. 1:

$$Am = \sum (P_N - P_F) \times e \quad (1)$$

em que:

- Am - área mobilizada, cm²
- P_N - perfil da superfície natural do solo para cada ponto do perfilômetro, cm
- P_F - perfil da superfície final do solo para cada ponto do perfilômetro, cm
- e - espaçamento entre as régua verticais, cm

Com relação ao índice de velocidade de emergência (IVE), o mesmo foi avaliado em um comprimento de 10 metros nas três linhas centrais de semeadura. A contagem das plântulas emergidas foi realizada diariamente até que o presente número se apresentasse constante (13 dias após a semeadura); cada planta foi considerada emergida a partir do instante em que ela rompeu o solo e pôde ser vista a olho nu de um ponto qualquer e constante. A partir disto, expressou-se o IVE utilizando-se a Eq. 2, adaptada de Maguire (1962).

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n} \quad (2)$$

em que:

- IVE - índice de velocidade de emergência
- E₁, E₂, E_n - número de plântulas emergidas, nas primeira, segunda, ..., última contagens
- N₁, N₂, N_n - número de dias após a semeadura nas primeira, segunda, ..., última contagens

O estande final de plantas foi avaliado no período da colheita contando-se as plantas em 30 m lineares das três linhas centrais de cada unidade experimental; a partir da mensuração deste total, extrapolaram-se os valores para plantas por hectare.

A colheita foi realizada manualmente, em 10 m das três linhas centrais de cada parcela, sendo a debulha realizada em trilhadora estacionária. O rendimento de grãos foi estimado por meio da extrapolação da produção colhida na área útil das parcelas para um hectare, corrigindo-se a umidade para 13%.

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos às análises de variância para avaliação dos efeitos de velocidades de operação, manejos de cobertura vegetal e suas interações sobre os parâmetros avaliados. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade, utilizando-se o programa Assistat 7.5 Beta, desenvolvido por Silva & Azevedo (2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 pode-se observar que o manejo de plantas de cobertura influenciou significativamente apenas o parâmetro espaçamento médio entre plantas enquanto a velocidade de semeadura influenciou os valores de espaçamentos falhos, normais e duplos, e não houve interação significativa para ambos os tratamentos empregados.

O aumento de velocidade de semeadura de 4,5 para 7,0 km h⁻¹ não influenciou o espaçamento médio entre plantas, o que corrobora com o trabalho realizado por Modolo et al. (2004) em que o aumento de velocidade de semeadura de 5,2 a 8,4 km h⁻¹ não inferiu diferenças de espaçamentos médios entre plantas. As baixas variações de velocidades definidas como tratamentos podem ter influenciado a não significância do parâmetro espaçamento médio entre plantas. Liu et al. (2004), estudando vários tipos de semeadora-adubadora conduzidos em duas diferentes velocidades de operação (7,2 e 11,3 km h⁻¹) observaram que o incremento de velocidade de semeadura resultou em aumento do espaçamento médio entre plantas em todas as semeadoras testadas. Do mesmo modo, Cortez et al. (2006) afirmam que a distribuição de plantas está intimamente ligada à marcha utilizada para a semeadura sendo

Tabela 1. Síntese da análise de variância e do teste de médias para os valores médios do espaçamento entre plantas (EP), percentagem de espaçamento falho (EF), percentagem de espaçamento normal (EN) e percentagem de espaçamento duplo (ED)

Fator	EP (m)	EF (%)	EN (%)	ED (%)
Teste F				
M	4,27*	2,05 ^{ns}	1,35 ^{ns}	1,52 ^{ns}
V	2,42 ^{ns}	15,36**	21,62**	12,83**
M x V	0,60 ^{ns}	0,75 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,28 ^{ns}
C.V. (%) (M)	3,63	43,94	8,15	29,77
C.V. (%) (V)	5,26	46,48	9,64	55,40
Manejes (M)				
Dessecado	0,203 a	12,17	79,28	8,55
Gradeado	0,202 ab	10,85	77,96	11,18
Rolo faca	0,192 b	7,89	83,22	8,88
Triton	0,197 b	7,89	83,22	8,88
Velocidades (V)				
4,5 km h ⁻¹	0,196	6,58 b	87,33 a	6,08 b
7,0 km h ⁻¹	0,201	12,83 a	74,50 b	12,66 a

Em cada coluna e para cada fator, as médias seguidas de mesma letra minúsculas não diferem entre si, pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não-significativo. *: Significativo (P < 0,05). **: Significativo (P < 0,01). C.V.: Coeficiente de variação

que, conforme a marcha de trabalho aumenta, o espaçamento entre plantas também aumenta.

Com relação aos diferentes manejes de palhada observase, em números totais, que os manejes com rolo faca e triton apresentaram os menores valores de espaçamento entre plantas enquanto os tratamentos palhada dessecada e gradeada apresentam os maiores valores devido à melhor condição de semeadura encontrada nas áreas submetidas ao manejo com rolo faca e triton, os quais reduziram a influência da palhada sobre o desempenho da semeadora-adubadora e propiciaram espaçamentos médios condizentes com a quantidade de sementes alocadas no momento da semeadura.

A uniformidade de distribuição de sementes variou significativamente apenas para as diferentes velocidades de operação; ressalta-se que a menor velocidade (4,5 km h⁻¹) apresentou as menores porcentagens de espaçamentos falhos e duplos e a maior percentagem de espaçamento aceitável, em comparação com a velocidade de 7,0 km h⁻¹.

Este resultado se assemelha aos observados por Canova et al. (2007) os quais verificaram que o aumento da velocidade de semeadura da cultura da soja de 6,0 para 9,0 km h⁻¹, interfere na distribuição de sementes e a menor velocidade proporciona distribuição de sementes mais aceitáveis. Do mesmo modo, Cortez et al. (2006) observaram, trabalhando com diferentes culturas de cobertura, formas de manejo e velocidades de deslocamento na cultura da soja, que quanto maior a marcha utilizada (maior velocidade), menor a quantidade de espaçamentos aceitáveis e maior a quantidade de espaçamentos falhos. Na cultura do milho essas diferenças se tornam mais gritantes e passíveis, portanto, de representar maior influência na produtividade final uma vez que apresenta pouca plasticidade em comparação com a cultura da soja.

Branquinho et al. (2004) observaram, avaliando o desempenho de uma semeadora-adubadora em diferentes velocidades de operação e manejes da biomassa de cobertura sobre a semeadura da cultura da soja, que a elevação da velocidade de 5,2 até 7,3 km h⁻¹ não acarretou diferenças

significativas para os espaçamentos falhos, duplos e aceitáveis, diferindo do presente trabalho. Furlani et al. (2008) não constataram, estudando duas velocidades de operação na semeadura da cultura do milho (3,4 e 6,0 km h⁻¹) diferenças significativas para os espaçamentos falhos, aceitáveis e múltiplos. Os espaçamentos aceitáveis apresentaram porcentagens superiores a 80% e garantiram uma distribuição adequada de plantas na linha de semeadura; o mesmo não foi observado no presente trabalho.

Quanto aos diferentes manejes mecânicos de cobertura, não foram observadas diferenças significativas na uniformidade de distribuição de sementes, ficando dentro de patamares ótimos de eficiência do conjunto motomecanizado, evento este observado por Branquinho et al. (2004) que não encontraram influência dos manejes de palhada sobre a uniformidade de distribuição de sementes porém esses autores observaram valores elevados de falhas (23,13%) e múltiplos (32,06%) em todos os manejes, o que não foi verificado no presente trabalho. Os diferentes manejes não só promovem diferentes deposições de palhada sobre o solo, mas poderiam comprometer o desempenho correto do conjunto semeadora-adubadora, porém, no que diz respeito à uniformidade de distribuição de sementes, a mesma não foi comprometida; é provável que este evento seja devido às condições de solo e ambiente ideais à semeadura a que o experimento foi imposto; em condições de alta umidade a palhada pode exercer maior influência sobre este fator.

Verifica-se, nos dados da Tabela 2, que os diferentes manejes de cobertura vegetal e velocidades de operação influenciaram significativamente apenas o índice de velocidade de emergência, não tendo efeito significativo sobre a profundidade de semeadura, área de solo mobilizada, estande final de plantas nem na produtividade média da cultura do milho. Embora a velocidade de operação tenha afetado a uniformidade de distribuição de sementes (Tabela 1) ela não afetou, de forma significativa, o estande final de plantas e, por conseguinte, a produtividade média da cultura do milho.

Tabela 2. Síntese da análise de variância e do teste de médias para os valores médios da profundidade de semeadura (PS) área de solo mobilizada (AM), índice de velocidade de emergência (IVE), estande de plantas (EP) e produtividade média da cultura do milho (PROD)

Fator	PS (cm)	AM (cm ²)	IVE	EP (Plantas ha ⁻¹)	PROD (kg ha ⁻¹)
Teste F					
M	0,74 ^{ns}	0,81 ^{ns}	10,62**	2,58 ^{ns}	0,58 ^{ns}
V	0,39 ^{ns}	0,31 ^{ns}	6,22*	3,65 ^{ns}	0,26 ^{ns}
M x V	2,02 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,02 ^{ns}
C.V. (%) (M)	12,76	22,41	5,20	3,56	7,05
C.V. (%) (V)	10,60	29,34	5,51	5,64	10,00
Manejes (M)					
Dessecado	5,47	38,51	18,44 c	69877,46	11110,16
Gradeado	5,57	33,47	20,07 ab	71603,56	11139,92
Rolo faca	5,11	34,44	18,98 bc	70115,54	11528,00
Triton	5,54	38,23	21,09 a	72972,55	11406,57
Velocidades (V)					
4,5 km h ⁻¹	5,49	35,12	20,12 a	72496,38	11403,60
7,0 km h ⁻¹	5,36	37,21	19,17 b	69788,18	11188,73

Em cada coluna e para cada fator, as médias seguidas de mesma letra minúsculas não diferem entre si pelo Teste de Tukey. ^{ns}: não-significativo. *: Significativo (P < 0,05). **: Significativo (P < 0,01). C.V.: Coeficiente de variação

A profundidade de semeadura da cultura do milho não foi afetada pelos diferentes manejos de palhada, não se observou efeito significativo para as velocidades de semeadura nem ocorreu interação entre os fatores empregados para o parâmetro avaliado. Garcia et al. (2011) observaram, avaliando a qualidade de semeadura da cultura do milho em duas velocidades de operação, que a elevação da velocidade de 2,5 para 4,4 km h⁻¹ propiciou incremento de profundidade de 30,2%, contrapondo o presente trabalho; entretanto, os autores trabalharam sob Cambissolo Háplico Tb distrófico típico e a área de implantação do experimento foi previamente preparada com duas passadas de grade aradora demonstrando que os componentes da semeadora-adubadora se comportam de maneira diferente em diversos solos e manejos de solo.

Quanto à área de solo mobilizada pode-se observar, na Tabela 2, que não houve diferenças significativas entre os vários tratamentos empregados e suas interações. Estudando o efeito de doses de resíduos de culturas de inverno, profundidades de atuação do sulcador de adubo e número de linhas da semeadora, Cepik et al. (2010) verificaram que a mobilização do solo efetuada pelo sulcador de adubo da semeadora-adubadora, foi influenciada pelas doses de resíduo nas quantidades de 0 e 6 Mg ha⁻¹, sendo maior a área de solo mobilizado com doses maiores de resíduos culturais. Os autores atribuíram este fato à maior quantidade de raízes no tratamento com maior dose de resíduo influenciando o sulcamento do solo. No presente trabalho as doses de resíduos foram constantes e apresentaram valores superiores a 7 Mg ha⁻¹; mesmo assim, o fracionamento e o posicionamento deste resíduo ao solo foram diferenciados confiando nos resultados não significativos de área de solo mobilizada ao adequado funcionamento do disco de corte da palhada, o qual vem à frente das hastes sulcadoras e foram lubrificadas e amoladas anteriormente à instalação do experimento.

Cepik et al. (2005) constataram, trabalhando com velocidades de semeadura, profundidade de atuação dos mecanismos sulcadores e consistência dos solos trabalhados, que o aumento de velocidade de 4,5 para 6,5 km h⁻¹, em condições de solo friável, propiciou diferença significativa no volume de solo mobilizado com elevação de 12% na mobilização; os autores verificaram, ainda, valores acentuados de mobilização quando da interação de maiores velocidades e profundidades testadas. No presente trabalho a diferença encontrada na elevação de velocidade de 4,5 para 7,0 km h⁻¹ foi de apenas 5,95% e não se configurou em diferença significativa, resultado que se justifica uma vez que tanto os diferentes manejos quanto as velocidades de operação não influenciaram significativamente a profundidade de semeadura.

O manejo mecânico possibilitou diferentes velocidades de emergência sendo que os manejos que mais fracionaram a palhada apresentaram os melhores índices (Tabela 2). Este maior fracionamento permite uma penetração melhor de luz e ainda se tem uma homogeneidade maior de temperatura e umidade ao longo da área, o que pode ter culminado em melhores condições de microclima à emergência da cultura.

Branquinho et al. (2004) não observaram, estudando a cultura da soja sob diferentes manejos de palhada e velocidades, diferenças significativas quanto ao número médio de dias para

a emergência; o mesmo ocorreu em trabalho realizado por Bortoluzzi & Eltz (2000) os quais, embora trabalhando com diferentes manejos de palhada e posterior semeadura da soja, também não encontraram diferenças significativas para o IVE.

Para as velocidades de operação pode-se observar que a menor velocidade de semeadura apresentou o melhor índice de emergência, o que difere dos resultados encontrados por Mello et al. (2007) que, trabalhando com a semeadura de dois híbridos de milho em três velocidades de semeadura, verificaram que o número médio de dias para emergência não variou significativamente para os híbridos utilizados nem para as velocidades de deslocamento do trator. Do mesmo modo, Silva & Gamero (2010) não observaram variação do índice de velocidade de emergência de plantas de milho quando da elevação da velocidade de semeadura de 3,0 a 9,0 km h⁻¹. A melhor velocidade de emergência observada para a menor velocidade de operação pode estar relacionada à melhor distribuição das sementes na linha de semeadura (Tabela 1) e ao melhor acondicionamento das mesmas junto ao solo. As semeadoras-adubadoras em menores velocidades melhoram o contato solo-semente e predispõem as mesmas às melhores condições de temperatura e umidade para a emergência.

Observa-se, na Tabela 2, que o estande de plantas não foi influenciado pelos diferentes manejos de cobertura nem pelas diferentes velocidades de operação e que não houve interação significativa entre as variáveis. A manutenção de um estande adequado de plantas é importante na cultura do milho uma vez que a mesma apresenta grande dependência da população ideal para maximizar o rendimento (Tokatlidis & Koutroubas, 2004) devido principalmente à sua baixa plasticidade morfológica e fenológica.

Em trabalho realizado por Silva et al. (2010) a ausência de manejo mecânico das plantas de coberturas proporcionou maior população final de plantas em comparação com o tratamento não manejado mecanicamente. Os autores atribuíram o fato às menores variações na temperatura e ao teor de água do solo, proporcionados pela ausência de manejo mecânico.

Mahl et al. (2008) observaram que a variação de velocidade de semeadura de 4,4 para 9,8 km h⁻¹ não afetou o estande de plantas de milho porém foi suficiente para afetar a regularidade de distribuição longitudinal de plantas, o que também pode ser observado no presente trabalho. Do mesmo modo, Garcia et al. (2006) e Furlani et al. (2008) concluem que a população de plantas pode ser mantida mesmo com o aumento da velocidade de semeadura.

Quanto à produtividade média da cultura do milho pode-se observar, na Tabela 2, que a mesma não foi influenciada por nenhum dos tratamentos empregados. Embora a velocidade de semeadura tenha influenciado a distribuição de sementes na linha e o IVE, ela não afetou o estande de plantas, parâmetro este altamente relacionado à produtividade na cultura do milho. Mesmo com plantas distribuídas de forma não homogênea na área, pode-se alcançar produtividades similares em virtude das boas condições de ambiente e manejo aos quais a lavoura foi submetida e a manutenção do estande.

Em seu trabalho, Mahl et al. (2008) observaram que o incremento de velocidade de 4,4 a 9,8 km h⁻¹ não influenciou significativamente a produtividade da cultura do milho; segundo

os autores, isto se deveu ao fato deste aumento de velocidade também não ter influenciado o estande de plantas nem sua sobrevivência ao longo do ciclo da cultura, resultado que se assemelha ao do presente trabalho.

Branquinho et al. (2004) também não observaram, trabalhando com diferentes manejes e velocidades, diferenças quanto à produtividade na cultura da soja. Trabalhando com velocidades de semeadura variando de 3,0 a 9,0 km h⁻¹ em quatro fazendas com usos variados e classificações de solo, bem como semeadora-adubadoras utilizadas, Garcia et al. (2006) concluíram que a velocidade de semeadura só afeta a produtividade quando há alteração significativa da população com espiga no momento da colheita sendo que a alteração da uniformidade de distribuição de sementes por meio do aumento da velocidade, não resultou em diferenças significativas, afirmativa esta que corrobora com os resultados do presente trabalho evidenciando que a uniformidade de distribuição de sementes não está intimamente ligada à produção de grãos na área.

Do mesmo modo, a diferença encontrada para os índices de velocidade de emergência, tanto para os diferentes manejes como para as diferentes velocidades de semeadura não implicou em maiores produtividades finais, contrariando Argenta et al. (2001) que concluíram, em seu trabalho, que o aumento de produtividade de grãos de milho está intimamente ligado à velocidade de emergência de plantas.

CONCLUSÕES

1. As velocidades de operação influenciaram a uniformidade de distribuição de sementes, ao longo da linha de semeadura.
2. A produtividade média da cultura não foi influenciada pelos tratamentos.
3. Os manejes de cobertura vegetal não se mostraram eficientes na melhoria das condições de semeadura em alta deposição de palhada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES, ao CNPq, ao IAPAR, à Fundação Araucária e à UTFPR, pelo apoio financeiro e estrutural no desenvolvimento do presente estudo.

LITERATURA CITADA

- Aratani, R. G.; Maria, I. C.; Castro, O. M.; Peche Filho, A. Duarte, A. P.; Kanthack, R. A. D. Desempenho de semeadoras-adubadoras de soja em Latossolo Vermelho muito argiloso com palha intacta de milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.517-522, 2006.
- Argenta, G.; Silva, P. R. F.; Sangoi, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. *Ciência Rural*, v.31, p.1075-1084, 2001.
- Boer, C. A.; Assis, R. L.; Silva, G. P.; Braz, A. J. B. P.; Barroso, A. L. L.; Cargnelutti Filho, A.; Pires, F. R. Ciclagem de nutrientes por plantas de cobertura na entressafra em um solo de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, p.1269-1276, 2007.
- Bortoluzzi, E. C.; Eltz, F. L. Efeito do manejo mecânico da palhada de aveia preta sobre a cobertura, temperatura, teor de água no solo e emergência da soja em sistema de plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, p.449-457, 2000.
- Branquinho, K. B.; Furlani, C. E. A.; Lopes, A.; Silva, R. P.; Grotta, D. C. C.; Borsatto, E.A. Desempenho de uma semeadora-adubadora direta, em função da velocidade de deslocamento e do tipo de manejo da biomassa da cultura de cobertura do solo. *Engenharia Agrícola*, v.24, p.374-380, 2004.
- Canova, R.; Silva, R. P.; Furlani, C. E. A.; Cortez, J. W.; Distribuição de sementes por uma semeadora-adubadora em função de alterações no mecanismo dosador e de diferentes velocidades de deslocamento. *Engenharia na Agricultura*, v.15, p.299-306, 2007.
- Cepik, C. T. C.; Trein, C. R.; Levien, R. Força de tração e volume de solo mobilizado por haste sulcadora em semeadura direta sobre campo nativo, em função do teor de água no solo, profundidade e velocidade de operação. *Engenharia Agrícola*, v.25, p.447-457, 2005.
- Cepik, C. T. C.; Trein, C. R.; Levien, R.; Conte, O. Força de tração e mobilização do solo por hastes sulcadoras de semeadoras-adubadoras. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.561-566, 2010.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, sexto levantamento, março 2013. Brasília: CONAB, 2013. 25p.
- Cortez, J. W.; Furlani, C. E. A.; Silva, R. P.; Lopes, A. Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. *Engenharia Agrícola*, v.26, p.502-510, 2006.
- Denardin, J. E.; Kochhann, R. A. Requisitos para implantação e a manutenção do sistema plantio direto. In: EMBRAPA-Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. *Plantio Direto no Brasil*. Passo Fundo: Aldeia Norte. 1993. p.19-27.
- Dias, O. V.; Alonço, A. S.; Baumhardt, U. B.; Bonotto, J. G. Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de semeadura. *Ciência Rural*, v.39, p.1.721-1.728, 2009.
- Furlani, C. E. A.; Pavan Júnior, Á.; Lopes, A.; Silva, R. P.; Grotta, D. C. C.; Cortez, J. W. Desempenho operacional de semeadora-adubadora em diferentes manejes da cobertura e da velocidade. *Engenharia Agrícola*, v.27, p.456-462, 2007.
- Furlani, C. E. A.; Silva, R. P.; Carvalho Filho, A.; Cortez, J. W.; Grotta, D. C. C. Semeadora-adubadora: exigências em função do preparo do solo, da pressão de inflação do pneu e da velocidade. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.345-352, 2008.
- Gama-Rodrigues, A. C.; Gama-Rodrigues, E. F.; Brito, E. C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho-Amarelo na região Noroeste Fluminense-RJ. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.1421-1428, 2007.
- Garcia, L. C.; Jasper, R.; Jasper, M.; Fornari, A. J.; Blum, J. Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho. *Engenharia Agrícola*, v.26, p.520-527, 2006.

- Garcia, R. F.; Vale, W. G.; Oliveira, M. T. R.; Pereira, É. M.; Amim, R. T.; Braga, T. C. Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão no Norte Fluminense. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.33, p.417-422, 2011.
- 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 ensaio e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. *Bragantia*, v.48, p.249-62, 1989.
- Liu, W.; Tollenaar, M.; Stewart, G.; Deen, W. Impact of planter type, planting speed and tillage on stand uniformity and yield of corn. *Agronomy Journal*, v.96, p.1668-1672, 2004.
- Maguire, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v.2, p.176-177, 1962.
- Mahl, D.; Furlani, C. E. A.; Gamero, C. A. Efficiency of pneumatic and horizontal perforated disk meter mechanism in corn no-tillage seeders in soil with different mobilization reports. *Engenharia Agrícola*, v.28, p.535-542, 2008.
- Mello, A. J. R.; Furlani, C. E. A.; Silva, R. P.; Lopes, A.; Borsatto, E. A. Produtividade de híbridos de milho em função da velocidade de semeadura. *Engenharia Agrícola*, v.27, p.479-486, 2007.
- Modolo, A. J.; Silva, S. L.; Silveira, J. C. M.; Mercante, E. Avaliação do desempenho de duas semeadoras-adubadoras de precisão em diferentes velocidades. *Engenharia na Agricultura*, v.12, p.298-306, 2004.
- Reis, G. N.; Furlani, C. E. A.; Silva, R. P.; Gerlach, J. R.; Cortez, J. W.; Grotta, D. C. C. Decomposição de culturas de cobertura no sistema plantio direto, manejadas mecânica e quimicamente. *Engenharia Agrícola*, v.27, p.194-200, 2007.
- Rosolem, C. A.; Pace, L.; Crusciol, C. A. C. Nitrogen management in maize cover crop rotations. *Plant and Soil*, v.264, p.261-271, 2004.
- Silva, A. G.; Crusciol, C. A. C.; Soratto, R. P.; Costa, C. H. M.; Neto, J. F. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura e cultivo da mamona em sucessão no sistema plantio direto. *Ciência Rural*, v.40, p.2092-2098, 2010.
- Silva, F. de A. S. e; Azevedo, C. A. V. de. Principal components analysis in the software Assistat-Statistical Attendance. In: *World Congress on Computers in Agriculture*, 7, 2009, Reno. Anais... Reno: American, Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009. CD-Rom
- Silva, J. G.; Kluthcouscki, J.; Silveira, P. M. Desenvolvimento de uma semeadora-adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do milho sob plantio direto. *Scentia Agrícola*, v.57, p.7-12, 2000.
- Silva, M. C.; 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 Engenharia na Agricultura*, v.25, p.85-102, 2010.
- Tokatlidis, I. S.; Koutroubas, S. D. A review of maize hybrids' dependence on high plant populations and its implications for crop yield stability. *Field Crops Research*, v.88, p.103-114, 2004.