

AVALIAÇÃO EM CAMPO DE UMA SEMEADORA-ADUBADORA PARA PLANTIO DE MILHO DE ALTA DENSIDADE

EVANDRO CHARTUNI MANTOVANI¹, JOSÉ CARLOS CRUZ², ANTÔNIO CARLOS DE OLIVEIRA³

¹ Engenheiro Agrônomo, PhD, Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, Fone (0XX31) 30271897 – evandro.mantovani@embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo, PhD, Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.

³ Engenheiro Agrônomo, PhD, Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, , Sete Lagoas, MG.

Apresentado no
XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2013
04 a 08 de Agosto de 2013 - Fortaleza - CE, Brasil

RESUMO: Com a evolução dos níveis tecnológicos utilizados pelos produtores mais tecnificados no Brasil, aumentou também a preocupação com a plantabilidade, em plantios de milho de alta densidade. O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho de uma semeadora-adubadora para o estabelecimento da cultura do milho com alta densidade de semeadura. Neste contexto, testes comparativos entre quatro dosadores de semeadoras de milho, em sistema de plantio direto, foram realizados em uma área experimental de 7,2 mil m², na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG. Para o estabelecimento do estande de alta densidade (80 mil plantas ha⁻¹), os seguintes fatores foram estudados: três velocidades de plantio (5, 7 e 9 km/h), quatro dosadores (pneumático, disco, titanium e rampflow) e dois espaçamentos entre fileiras (45 e 90 cm).

A utilização da maior velocidade de plantio aumentou a porcentagem de duplos e falhas, independentemente do espaçamento e tipo de dosador, assim como a dispersão da distribuição longitudinal de sementes, no espaçamento de 45 cm.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*. L, plantabilidade de milho, distribuição longitudinal.

FIELD EVALUATION OF A SEEDER FOR HIGH DENSITY MAYZE PLANTING

ABSTRACT: As the technology levels used by the high technological farmers in Brazil increased the concern about the plantability, in high density maize crop. The objective of this study is to evaluate the performance of a seeder for the establishment a high density maize crop. In this context, comparative tests of four dosers of maize seeder, in no-tillage system, were conducted in an experimental area of 7200 m² at Embrapa Maize and Sorghum, in Sete Lagoas, Minas Gerais. In order to establish a high density stand (80 000 plants per hectare), the following factors were studied: three planting speeds (5 km/h, 7 km/h and 9 km/h), four seed dosers (pneumatic, disc, titanium and rampflow) and two row spacing (45 cm and 90 cm).

The use of high-speed planting increased the percentage of doubles and failures regardless of the row spacing and type of doser as well as the longitudinal distribution of dispersion of seeds, spaced 0.45 m.

KEYWORDS: *Zea mays*.L, longitudinal distribution, plantability.

INTRODUÇÃO:

Com a evolução dos níveis tecnológicos utilizados pelos produtores mais tecnificados no Brasil, aumentou também a preocupação com a plantabilidade. Ou seja, uma melhor distribuição das sementes em plantios de milho de alta densidade, tanto em profundidade quanto em relação à distância entre as plantas nas fileiras e entre linhas, e a velocidade de plantio, que são fatores essenciais para aumentos significativos na produtividade do milho.

O aumento do número de plantas por hectare e a redução do espaçamento da cultura do milho têm ocorrido nas principais regiões produtoras brasileiras. Isto tem sido possível devido ao material genético das cultivares lançadas no mercado e também pela necessidade de os agricultores aumentarem a produtividade. A predominância de híbridos simples com sementes graúdas no mercado atual tem sido uma tendência, e isso muda muito com o formato arredondado e de menor comprimento, facilitando a regulagem dos dosadores de distribuição. De acordo com Cruz et al.(2007), o rendimento de grãos cresceu linearmente com o aumento da densidade de plantas em ambos os espaçamentos (50 e 80 cm). Entretanto, no espaçamento de 50 cm entre fileiras, a produtividade apresentou uma maior amplitude, porque passou de 40.000 plantas.ha⁻¹ para 77.500 plantas.ha⁻¹, do que no espaçamento de 80 cm, indicando que a redução de espaçamento é mais vantajosa quando se utilizam maiores densidades de plantas. Entretanto, o número ideal de plantas por área é variável, uma vez que a planta de milho altera o rendimento de grãos de acordo com o grau de competição intraespecífica proporcionado pelas diferentes densidades de planta (Silva et al.,1999). Neste aspecto, a necessidade de estabelecer estande adequado de plantas tem sido sempre um dos grande desafios na implantação da cultura. Os equipamentos atuais de plantio, convencionais e de plantio direto, evoluíram muito desde a última década, e praticamente todos os sistemas de distribuição de sementes, discos, dedos prensos e pneumática estão disponíveis no mercado nacional. Entretanto, percebe-se que o sistema de discos continua sendo o mais usado na grande maioria das propriedades brasileiras, principalmente pelo menor valor de custo. Neste sentido, vale ressaltar a importância de uma boa classificação de sementes para a regulagem deste sistema, que não avançou muito e deixando toda responsabilidade para o disco e as respectivas regulagens durante a operação de plantio.

O assunto plantabilidade para estandes técnicos recomendados entre 40 e 60 mil plantas ha⁻¹ estava praticamente resolvido no final da década passada, principalmente pelas contribuições dos testes de semeadoras-adubadoras realizados na Embrapa Milho e Sorgo, no período de 1986-1992, em conjunto com a ABIMAQ, (Mantovani et al.(1992) e (1999), Kurachi, et al (1989), no Departamento de Engenharia Agrícola - DEA/IAC, Casão Junior, et al. (2003), no IAPAR, e em outras instituições. Entretanto, na faixa de alta densidade de plantio, entre 60 a 80 mil plantas ha⁻¹, os problemas de plantabilidade começaram a ser evidenciados, necessitando uma atenção especial para saber se novamente o problema é tecnológico ou de conhecimento técnico.

O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho de uma semeadora-adubadora para o estabelecimento de uma cultura de milho de alta densidade.

MATERIAL E MÉTODOS:

Este trabalho foi desenvolvido na Embrapa Milho e Sorgo, no município de Sete Lagoas - MG, cujas latitude e longitude são respectivamente, 19° 28' S e 44° 15' W.Gw e altitude de 732 metros, em um Latossolo Vermelho Escuro, Álico de textura argilosa.

Os testes de avaliação de desempenho no campo foram realizados em parceria com as empresas Marchesan e Apollo Agrícola, com a metodologia da Embrapa Milho e Sorgo.

Neste contexto, testes comparativos entre quatro dosadores de semeadoras de milho, em sistema de plantio direto, foram realizados em uma área experimental de 7,2 mil m², na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas.

O delineamento experimental utilizado para análise do experimento foi blocos ao acaso, com parcelas sub-subdivididas, com 3 repetições, sendo, na parcela, espaçamento (45 e 90 cm); na subparcela, velocidade (5, 7 e 9 km/h) e na sub-subparcela, dosadores (disco, pneumático, titanium e rampflow). As análises de variância foram feitas para estande, % de duplos, % de falhas e % de aceitáveis. Foi estudada a dispersão entre plantas ou distribuição longitudinal no intervalo aceitável.

Uma semeadora-adubadora PST 4 FLEX, da empresa Marchesan, com 10 linhas de plantio, sendo 5 linhas com discos de plantio e 5 linhas com sistema de distribuição pneumática, foi utilizada com quatro dosadores, em dois sistemas de distribuição: um pneumático e um de disco convencional, em sistema de plantio direto. Além dos discos convencionais que acompanham a PST4 FLEX, dois dosadores da empresa parceira (Apollo Agrícola) foram testados:

1. um disco, denominado rampflow, com a seguinte característica mencionada: reduz o atrito das sementes no processo de semeadura, diminuindo assim em até 60% os erros, seja com o número de falhas ou de duplos na linha.
2. um conjunto dosador, denominado titanium, que apresenta indicação de maior precisão de plantio.

Sensores eletrônicos, da empresa Pró-Solus, que acusam a correta distribuição de sementes e de adubo também foram instalados nas 10 linhas do equipamento de plantio, para garantir que os sistemas de distribuição funcionassem adequadamente durante o plantio.

A população utilizada para a realização dos testes foi de 75 mil plantas por hectare, em dois espaçamentos, 45 cm e 90 cm, justificados para facilitar a operacionalidade do plantio, sem que houvesse a necessidade de parar o equipamento para movimentação das linhas de plantio, em um outro espaçamento. Neste caso, a semeadora-adubadora estava equipada com 10 linhas para o espaçamento de 45 cm e com 5 linhas com o espaçamento de 90 cm, apenas com o isolamento de 5 linhas intercaladas.

Para avaliar a distribuição de adubo e semente, três velocidades de semeadura foram utilizadas: 5, 7 e 9 km/h. Os testes de distribuição de adubo foram realizados em uma área de 30 m de comprimento, ao lado da área de plantio, para não atrapalhar os testes de plantabilidade, onde o plantio de milho deverá ser avaliado até a colheita.

O híbrido simples de milho Pioneer 30F53 foi utilizado nos testes, para regulagem dos discos e sistema pneumático, e os testes de análise de qualidade foram realizados no Laboratório de Análise de Semente da Embrapa Milho e Sorgo, com Poder Germinativo de 98% e Envelhecimento Acelerado de 99%.

A semeadora-adubadora PST4 FLEX foi regulada por um técnico da empresa Marchesan, que orientou a equipe da Embrapa Milho e Sorgo na realização dos testes de campo. Para os dosadores rampflow e titanium, dois técnicos da empresa Apollo ficaram responsáveis pela indicação de discos, que são disponibilizados pela empresa para a realização dos testes.

Os sensores eletrônicos utilizados para verificação de queda de semente e adubo, nos tubos das 10 linhas da semeadora-adubadora, utilizados nos testes, foram montados na PST4 FLEX por um técnico da Pró-Solus, que veio especificamente da empresa para garantir o perfeito funcionamento durante o plantio.

Para garantir a emergência e germinação da semente, um sistema de irrigação foi montado na área, que imediatamente após o plantio iniciou a irrigação para garantir a quantidade de água necessária para os testes de plantabilidade.

A profundidade de plantio foi medida, cortando-se a parte superior da planta e medindo do ponto cortado até a semente.

A avaliação do estande e da distância entre plantas foi realizada medindo-se todas as plantas, dentro de uma área de 10 metros. Como a marcação iniciava-se na primeira planta, media-se a distância da planta anterior até a primeira planta e finalizava-se, medindo-a até a última planta dentro deste intervalo.

A Norma da ABNT (1996) considera espaçamentos aceitáveis todos aqueles de 0,5 a 1,5 vez o espaçamento médio. Os valores obtidos fora desse limite são considerados como falha: acima de 1,5 vez em espaçamento médio e duplos e os que estão abaixo de 0,5 vez em espaçamento médio. De acordo com Kurachi et al (1989), a porcentagem de ocorrências nesse intervalo, que representa parte da população de espaçamentos analisada, é considerada como sementes normalmente semeadas ou com espaçamentos normais/aceitáveis, do ponto de vista da DEA/IAC.

A dispersão das distâncias entre plantas foi medida pelo Desvio Médio Absoluto-DMA, definido como:

$$\text{DMA} = \frac{\sum_{i=1}^n |d_i - \text{ref}|}{n} \quad (1)$$

em que,

d_i - distância observada entre plantas;

ref - distância de referência, que é igual a 15, para o espaçamento de 0,90 m, e 30, para o espaçamento de 0,45 m;

n - número de observações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os resultados da distribuição de adubo são mostrados nas Figuras 1 e 2 e indicam os comportamentos das linhas de plantio, nas três velocidades de plantio, com 90 e 45 cm de espaçamento entre linhas, respectivamente. A quantidade de adubo distribuída varia entre 364 a 432 kg ha⁻¹, com uma variação de 15,7% entre o menor e o maior valor, para o espaçamento de 90 cm, e 340,53 a 411,94kg ha⁻¹, com uma variação de 17,33% para o espaçamento de 45 cm. A análise estatística mostrou diferença significativa, a 5,0% de probabilidade, para o espaçamento entre linhas. O espaçamento de 45 cm superou o de 90 cm, independentemente da velocidade de plantio, com média de 394.36 kg ha⁻¹, valor próximo da recomendação, indicando que a semeadora-adubadora tem uma melhor distribuição ou estabilidade de distribuição de adubo quando está operando com todas as 10 linhas.

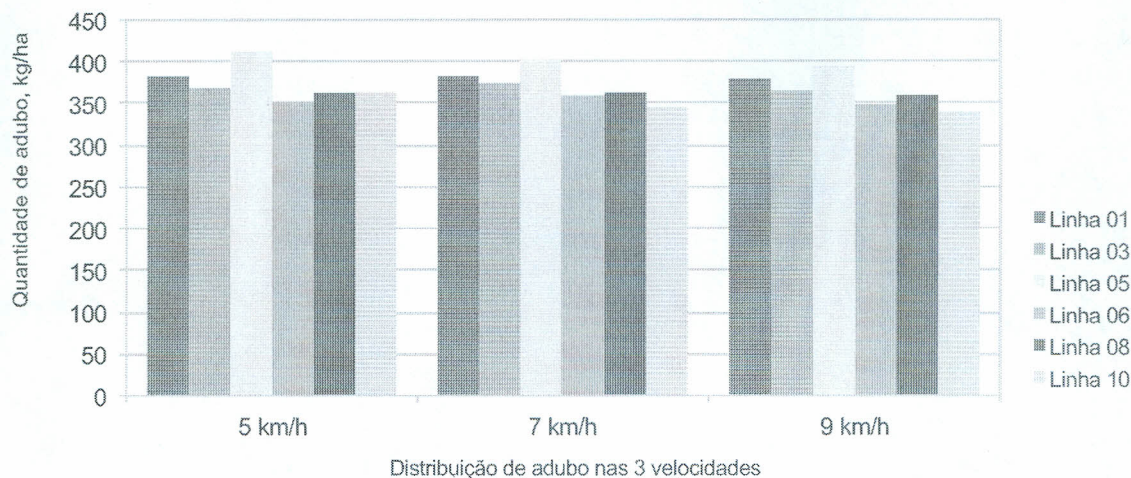


Figura 1 Avaliação da distribuição de adubo da Semeadora Adubadora PST4 FLEX, com recomendação de adubação: 400 kg/ha e espaçamento entre linhas de 0,90m.

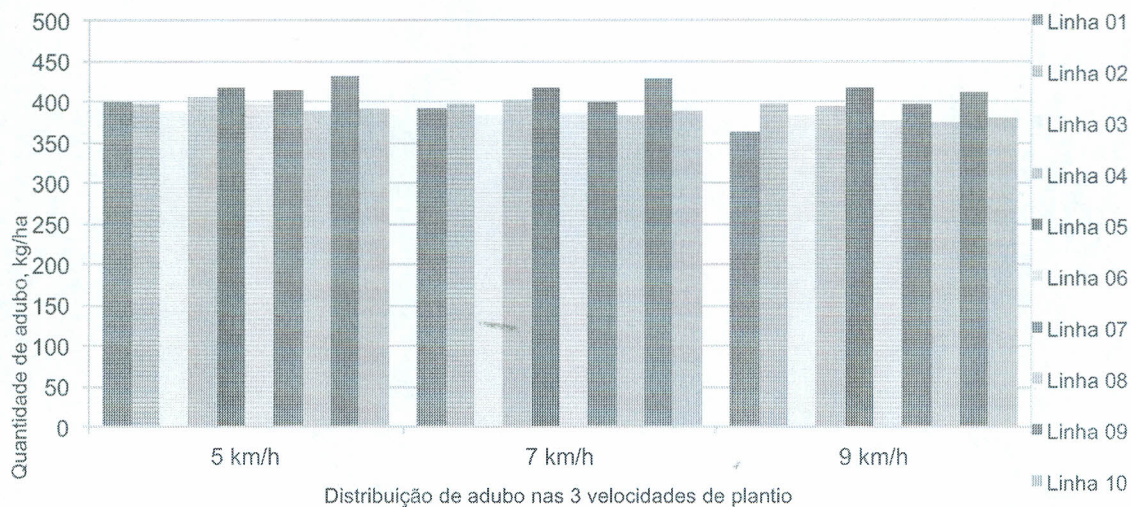


Figura 2 Avaliação da distribuição de adubo da Semeadora Adubadora PST4 FLEX, com recomendação de aplicação 400 kg/ha e espaçamento entre linhas de 0,45m.

Entretanto, a Figura 2 mostra que a variação de velocidade em cada linha, com espaçamento de 45 cm, não foi significativa estatisticamente, indicando a estabilidade das linhas na distribuição de adubo, o que é bem próximo da recomendação de 400 kg ha⁻¹.

As Figuras 3 e 4 mostram o comportamento do sistema de controle de profundidade da semeadora-adubadora PST 4 FLEX, da Marchesan. Inicialmente, a semeadora foi regulada para plantar em uma profundidade entre 3 e 5 cm, entretanto, após o início das operações, no espaçamento entre linhas de 45 cm, percebeu-se que ela estava plantando a semente bem superficialmente, entre 2 e 4 cm, o que foi corrigido para o espaçamento de 90 cm. Como a operação não pode ser interrompida quando se inicia o teste, optamos por fazer a regulagem nas

parcelas de 90 cm e avaliar a estabilidade do sistema de controle de profundidade. Como pode ser visto nas Figuras 3 e 4, o sistema é eficiente e estável, mantendo a semente dentro dos limites aceitáveis, de 2 a 4 cm, nas parcelas, com espaçamento entre linhas de 45 cm, e de 3 a 5 cm nas parcelas de 90 cm.

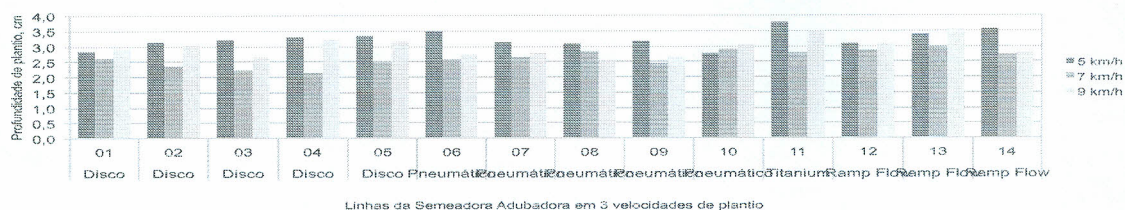


Figura 3. Avaliação da profundidade de plantio da Semeadora Adubadora PST4 FLEX, com recomendação de profundidade entre 3 e 5 cm e espaçamento entre linhas de 0,45 .

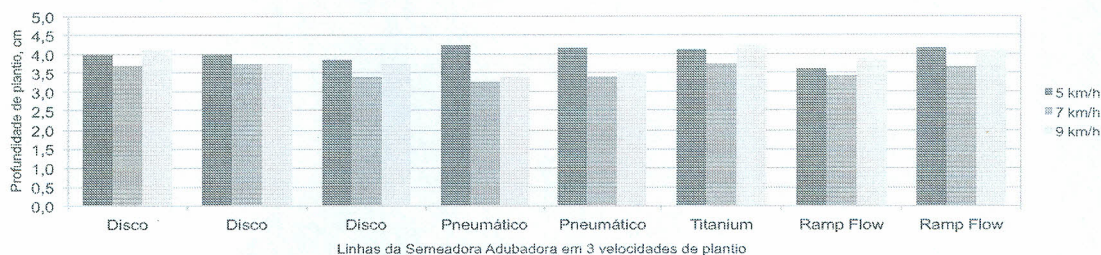


Figura 4. Avaliação da profundidade de plantio da Semeadora Adubadora PST4 FLEX, com recomendação de profundidade entre 3 e 5 cm e espaçamento entre linhas 0,90m.

Os valores obtidos para a população de plantas para a semeadora-adubadora são apresentados nas Figuras 5 e 6. Observa-se que nenhum dos tratamentos, com o espaçamento de 90 cm, alcançou a recomendação agrônômica da população desejada ($80.000 \text{ plantas ha}^{-1}$), e diferente do espaçamento de 45 cm, que ficou muito próximo da recomendação, com uma variação muito pequena entre dosadores. O estande de plantas inicial nas Figuras 5 e 6 indica o comportamento dos quatro tipos de dosadores utilizados para o plantio, nas três velocidades testadas. No espaçamento de 45 cm, o número de plantas ha^{-1} varia entre 70.370 e $81.484 \text{ plantas ha}^{-1}$, com uma variação de 13,6%, entre o menor e o maior valor. Do mesmo modo, essa redução do estande ocorre para o espaçamento de 90 cm, mantendo-se abaixo de $80.000 \text{ plantas ha}^{-1}$, com uma variação 61.111 a 73.333 , com uma variação de 16,7% plantas ha^{-1} ; entre o valor máximo e mínimo.

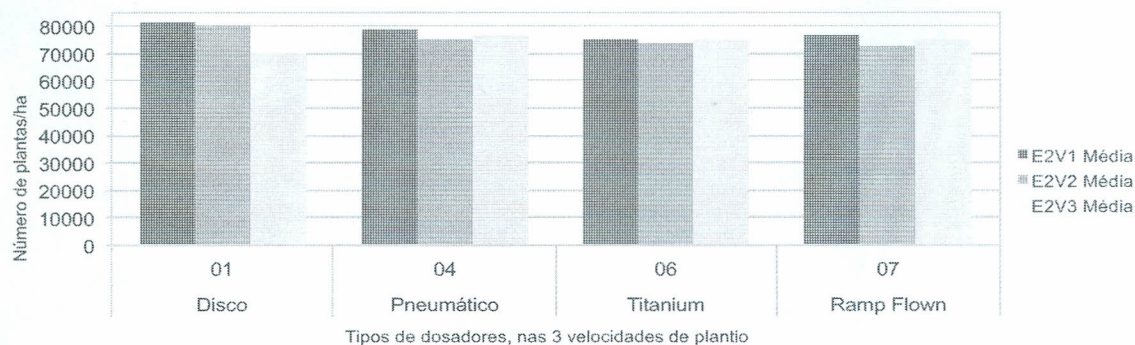


Figura 5. Estande de plantas inicial semeado por 4 dosadores e 3 velocidades de plantio, com recomendação de 80.000 plantas/ha e espaçamento entre plantas de 0,45 m.

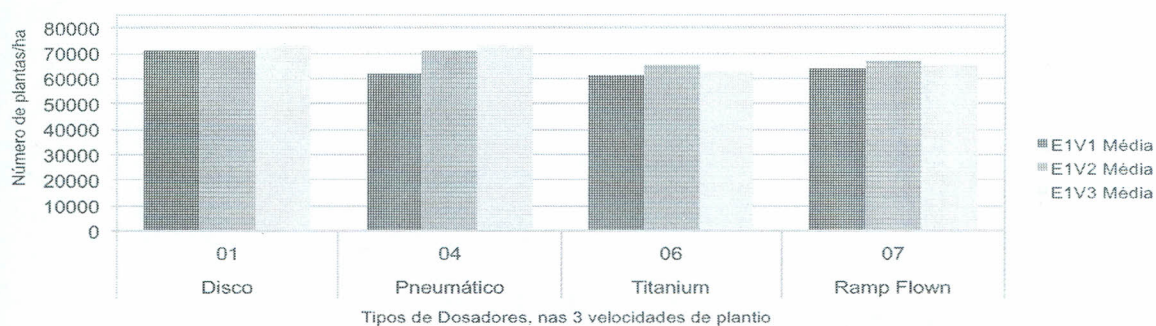


Figura 6. Estande de plantas inicial semeado por 4 dosadores e 3 velocidades de plantio, com recomendação de 80.000 plantas/ha e espaçamento de 0,90m.

A análise de variância dos valores obtidos para estande na Tabela 1 mostrou significância, ao nível de 5%, para espaçamento, velocidade e tipo de dosador.

Tabela 1. Análise de variância para estande de plantas no teste da semeadora-adubadora, em três velocidades de plantio, dois espaçamentos entre fileiras e quatro tipos de dosadores e três repetições. Variance analysis for plant stand of seeder test, in three planting speed, two row spacing and four seed dosers.

Fonte	GL	Anova SS	Quadrado Médio	Valor F	Pr > F
rep	2	36449904	18224952	0.83	0.4440
esp	1	1935799012	1935799012	88.20	<.0079*
esp*rep	2	30968477	15484239	0.71	0.5005
vel	2	226460624	113230312	5.16	0.0414*
esp*vel	2	57195576	28597788	1.30	0.2842
vel*rep(esp)	8	186072195	23259024	1.06	0.4120
ndosa	3	477774445	159258148	7.26	0.0006*
esp*ndosa	3	75314815	25104938	1.14	0.3445
vel*ndosa	6	53086359	8847726	0.40	0.8720
esp*vel*ndosa	6	80243148	13373858	0.61	0.7211

Os testes de média para espaçamento, mostrados abaixo na Tabela 2, indicam que não há diferença significativa para duplos e significativos para falhas e aceitáveis, com valores percentuais

de falhas de 16,5 e 7,5, e aceitáveis de 71,2 e 80,4 nos espaçamentos entre fileiras de 90 e 45 cm, respectivamente. Para velocidade, indicam que há diferença significativa para duplos, falhas e aceitáveis, com uma redução expressiva de espaçamento aceitáveis de 83,3%, na velocidade de 5 km/h para 67,6%, na velocidade de 9 km/h. Para tipo de dosador, indicam que há diferença significativa para duplos e aceitáveis entre o dosador disco e titanium e não há diferença entre dosadores para falhas. A diferença para duplos entre o dosador disco e titanium é quase o dobro, 8,5% e 16,0%, e no caso dos aceitáveis, uma redução de 79,1% para 72,7%.

Tabela 2. Resumo da análise de médias das variáveis: espaçamento, velocidade e dosador, que foram significativas na análise de variância de estande de plantas. Summary of variable average analysis: row space, speed, seed dosers, that were significant of variance analysis for plant stand.

	Espaçamento		Velocidade			Dosador			
	0,45 m	0,90m	5 km/h	7 km/h	9 km/h	Disco	Pneumático	Titanium	Rampflow
D	12,01A	12,27A	9,16B	11,63B	15,63A	16,02A	11,50C	8,51C	12,54A
F	7,53B	16,52A	7,50C	11,88B	16,72A	11,23A	12,74A	13,37A	11,79A
A	80,41A	71,22B	83,34A	77,48B	67,65C	72,73B	75,77AB	79,12A	75,66AB

Obs: Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na mesma coluna não diferem entre si.
 Duplos - D: < 15 cm para o espaçamento entre linhas, de 0,90 m e de < 7,5cm, para o espaçamento entre linhas, de 0,45 m
 Falhas - F: > 45 cm para o espaçamento entre linhas, de 0,90 m e de > 22,5, para o espaçamento entre linhas, de 0,45 m.
 Aceitáveis - A: de 15 a 45 cm, para o espaçamento entre linhas, de 0,90 m e de 7,5 a 22,5cm, para espaçamento entre linhas, de 0,45 m

Para avaliar a dispersão da distribuição longitudinal no intervalo de espaçamentos aceitáveis, foi realizado um estudo calculando-se o Desvio Médio Absoluto, que é mostrado na Tabela 3. Independentemente do tipo de dosador, o espaçamento de 0,45 m apresentou uma maior dispersão para a velocidade de 9 km/h, com valores de DMA de 10,89 a 12,54.

Tabela 3. Dispersão das distâncias entre plantas medida pelo Desvio Médio Absoluto – DMA, no intervalo aceitável de 30 cm, para o espaçamento entre linhas de 0,45 m, e de 15 cm, para o espaçamento entre linhas de 0,90 m, nas três velocidades e quatro tipos de dosador. Dispersion of longitudinal distance of plants measured by Mean Absolute Deviation – DMA in the acceptable interval of 30 cm, for row spacing of 0,45m and 15cm for row spacing of 0,90m, in three speed and four seed dosers.

Obs	esp.	vel.	dosador	FREQ	DMA
1	1	1	1	114	7.0307
2	1	1	2	113	.4204
3	1	1	3	105	4.6857
4	1	1	4	113	5.6770

	5	1	2	1	108	9.4954
ESP=45	6	1	2	2	107	7.9299
Ref=30 cm	7	1	2	3	107	7.9533
	8	1	2	4	104	9.6490
	9	1	3	1	111	12.5405*
	10	1	3	2	106	11.8019*
	11	1	3	3	103	10.8932*
	12	1	3	4	110	11.9500*
	13	2	1	1	203	5.3867
	14	2	1	2	202	4.9950
ESP=90	15	2	1	3	185	4.7243
Ref=15 cm	16	2	1	4	194	4.8299
	17	2	2	1	203	5.6700
	18	2	2	2	194	5.4923
	19	2	2	3	172	6.6250
	20	2	2	4	191	5.7670
	21	2	3	1	199	5.9799
	22	2	3	2	178	6.7697
	23	2	3	3	167	6.8353
	24	2	3	4	178	7.0843

A velocidade de 9 km/h promoveu uma redução significativa para os espaçamentos aceitáveis entre plântulas para os diferentes dosadores, com o aumento substancial de duplos e falhas, afetando o estande final. Moreira et al. (1978) mencionam que se a semente tiver mais tempo disponível para ser liberada, o desempenho da máquina tende a ser melhor. A semeadora com dosadores titanium, rampflow e pneumática obteve resultados mais satisfatórios, para as velocidades de 5 e 7 km/h, com um maior percentual de espaçamentos aceitáveis e menor de falhas e duplos. Observou-se que o aumento de velocidade periférica do disco dosador aumenta os espaçamentos duplos e falhas. Esses resultados estão em consonância com os resultados descritos por Bisognin et al. (2009), FURLANI et al. (1999) e MAHL et al. (2004).

CONCLUSÕES:

O espaçamento entre linhas de 45 cm superou o de 90 cm, na distribuição de adubo, independentemente da velocidade de plantio, com de média 394.36 kg ha⁻¹, valor próximo da recomendação, indicando que a semeadora-adubadora tem uma melhor distribuição ou estabilidade de distribuição de adubo quando está operando com todas as 10 linhas.

O sistema de controle de profundidade é eficiente e estável, mantendo a semente dentro dos limites aceitáveis, de 2 a 4 cm, nas parcelas, com espaçamento entre linhas de 45 cm, e de 3 a 5 cm, nas parcelas de 90 cm.

A utilização da maior velocidade de plantio aumentou a porcentagem de duplos e falhas, independentemente do espaçamento e tipo de dosador, assim como a dispersão da distribuição longitudinal de sementes, no espaçamento de 45 cm.

Os testes de campo para avaliação de uma semeadora-adubadora utilizada para o estabelecimento de uma cultura de milho de alta densidade obtiveram um bom desempenho quando operada nos limites de velocidades de 5 a 7 km/h, utilizando-se dosadores pneumático, titanium e rampflow, no espaçamento entre fileiras de 45 cm.

AGRADECIMENTOS:

Empresa Marchesan, pela parceria no trabalho e cessão da semeadora-adubadora PST 3 FLEX; Apollo Agrícola, pela parceria e cessão dos discos rampflow e titanium; Empresa Pró-Solus, pela contribuição e montagem dos sensores de controle eletrônico de queda de semente e adubo, em cada linha da semeadora-adubadora; Embrapa Milho e Sorgo, pela infraestrutura e pessoal de apoio na condução e avaliação dos dados de campo.

REFERÊNCIAS:

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. Projeto de Norma 04:015:06-010. Semeadora e distribuidoras de fertilizantes e corretivos- terminologia: definições. São Paulo, 1996. 23p.

BISOGNIN, A., et al. "Longitudinal distribution of maize seeds in the disk plate seed meter operating one or two seed ejection points/Distribuição longitudinal de sementes de milho com dosador de disco horizontal operando com uma ou duas saídas de sementes." *Ciencia Rural* 39.8 (2009): 2417+. *Academic OneFile*. Web. 5 Apr. 2013.

CRUZ, J. C.; PEREIRA, F. T. F.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C. de; MAGALHAES, P. C. Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 60-73, 2007.

FURLANI, C.E.A. et al. Características da cultura do milho (*Zea mays* L.) em função do tipo de preparo do solo e da velocidade de semeadura. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.19, n.2, p.177-186, 1999.

GARCIA, L.C. et al. Influencia da velocidade de deslocamento na semeadura do milho. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.26, n.2, p.520-527, 2006.

JASPER, R. et al. Seleção de sementes de milho durante a simulação da semeadura com disco perfurado horizontal. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.26, n.2, p.434-441, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br.ez103.periodicos.capes.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010069162006000200011 &lng=en&nrm=iso> Acesso em: 8 mai. 2009. doi: 10.1590/S0100-69162006000200011

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

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

Disponível em: <[http://www.scielo.br.ez103.periodicos.capes.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext &pid=S0100-69162004000100017&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br.ez103.periodicos.capes.gov.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-69162004000100017&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 8 mai. 2009. doi: 10.1590/S0100-69162004000100017

MANTOVANI, E.C.; BERTAUX, S. e ROCHA, F.E.C. Avaliação de Eficiência Operacional de Diferentes Semeadoras-Adubadoras de Milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 27(12): 1579-1586, dez 1992.

MOREIRA, C.A.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; MENEZES, J.F.; COSTA, J.A.S. *Desempenho de mecanismos dosadores-distribuidores de sementes em plantadeiras adubadeiras*. Campinas: IAC,1978. 22 p. (Circular, 90).

SILVA, P.R.F. da; ARGENTA, G. e REZERA, F. Resposta de híbridos de milho irrigado à densidade de plantas em três épocas de semeadura. *Pesq. Agropec. Bras.*, Brasília, v.34,n.4,p.585-592,1999.