

RAQUEL SANTANA MILAGRES

**DESEMPENHO DE UMA SEMEADORA-ADUBADORA PNEUMÁTICA EM
FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE TRABALHO E PROFUNDIDADE DE
DEPOSIÇÃO DO FERTILIZANTE NA CULTURA DO MILHO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2017

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

M637d Milagres, Raquel Santana, 1988-

2017 Desempenho de uma semeadora-adubadora pneumática em
função da velocidade de trabalho e profundidade de deposição
do fertilizante na cultura do milho. / Raquel Santana Milagres. –
Viçosa, MG, 2017.

ix, 60f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Haroldo Carlos Fernandes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Referências bibliográficas: f.50-60.

1. Mecanização agrícola. 2. Semeadora-adubadora.
3. Milho (*Zea mays*). I. Universidade Federal de Viçosa.
Departamento de Engenharia Agrícola. Programa de
Pós-graduação em Engenharia Agrícola. II. Título.

CDD 22. ed. 681.76

RAQUEL SANTANA MILAGRES

**DESEMPENHO DE UMA SEMEADORA-ADUBADORA PNEUMÁTICA EM
FUNÇÃO DA VELOCIDADE DE TRABALHO E PROFUNDIDADE DE
DEPOSIÇÃO DO FERTILIZANTE NA CULTURA DO MILHO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 31 de julho de 2017.

Prof. João Carlos Cardoso Galvão
(Coorientador)

Roberto Fontes Araújo
(EPAMIG)

Prof. Haroldo Carlos Fernandes
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria agradecer ao Universo por todas as oportunidades encaminhadas até esse momento. Pela chance de cursar o mestrado e ser abençoada com uma família no decorrer do processo.

Obrigada ao meu companheiro Pedro e ao meu filho Logan por tornarem a caminhada mais leve e feliz, além das ajudas na execução dos trabalhos de campo.

À minha mãe Bernadete pelo apoio e disponibilidade de tempo para essa etapa ser concluída e a minha sogra Maria pelo tempo concedido aos cuidados com o Logan.

Ao professor Haroldo que novamente foi muito mais que um orientador, dando força e encorajamento para que tudo ocorresse da melhor forma.

Aos professores Paulo Roberto Cecon, João Carlos Cardoso Galvão e Mauri Martins Teixeira pela ajuda e paciência.

Aos amigos Anderson, Larissa e Juliana pelas inúmeras contribuições na realização desse trabalho. A Steliane e ao Jeferson.

A todos os colegas de departamento que ajudaram de alguma forma na realização desse trabalho e tornaram a convivência no ambiente de trabalho harmônica.

Aos funcionários da área mecanização agrícola Danilo, Gil.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Engenharia Agrícola pela oportunidade de cursar o mestrado na área de concentração de Mecanização Agrícola.

A CAPES pelo auxílio financeiro concedido por meio de bolsa de pesquisa durante o curso.

BIOGRAFIA

RAQUEL SANTANA MILAGRES, filha de Bernadete Fernandes Santana Milagres e Hélio Oliveira Milagres, nasceu em 21 de novembro de 1988, no município de Ponte Nova - MG.

Em 2009 ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa, concluindo em 2015.

Em agosto de 2015, iniciou o curso de Mestrado em Engenharia Agrícola na área de concentração em Mecanização Agrícola, na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se a defesa em julho de 2017.

SUMÁRIO

RESUMO	vi
ABSTRACT	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A cultura do milho.....	3
2.2 Semeadora-adubadora	4
2.3 Influencia da velocidade de deslocamento na semeadura.....	5
2.4 Profundidade de deposição do fertilizante	8
2.5 Distribuição longitudinal de sementes	9
2.6 Velocidade de emergência de plântulas	10
2.7 Teores foliares de nutrientes	11
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1 Caracterização do solo da área experimental.....	14
3.1.1 Caracterização química do solo	14
3.1.2 Caracterização física do solo	14
3.2 Cultivar	17
3.3 Conjunto mecanizado.....	18
3.3.1 Semeadora-adubadora	18
3.3.2 Trator	19
3.4 Preparo do solo, adubação, semeadura e tratos culturais.	20
3.5 Avaliação dos parâmetros operacionais	21
3.5.1 Profundidade real de deposição do fertilizante.....	21
3.5.2 Distribuição longitudinal de plântulas	21
3.5.3 Índice de precisão da máquina	22
3.6 Avaliações pós-emergência	23
3.6.1 Emergência de plântulas	23
3.6.2 Teores de nutrientes nas folhas	24
3.6.3 Altura da planta, diâmetro do colmo e altura de inserção da primeira espiga.....	24
3.6.4 Análise estatística dos dados.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.3 Avaliação dos parâmetros operacionais	26
4.3.1 Profundidade de deposição do fertilizante	26
4.3.2 Distribuição longitudinal de plântulas	29

4.3.2.1 Espaçamentos normais entre plântulas	29
4.3.2.2 Espaçamentos duplos entre plântulas	31
4.3.2.3 Espaçamentos falhos entre plântulas	33
4.3.3 Índice de precisão da máquina	34
4.3.4 Espaçamento médio entre plântulas	35
4.4 Avaliações pós-emergência	37
4.4.1 Percentagem de emergência de plântulas	37
4.4.2 Índice de velocidade de emergência de plântulas	39
4.4.3 Tempo médio de emergência de plântulas	41
4.4.4 Teor de nutrientes nas folhas.....	43
4.4.5 Altura das plantas, diâmetro do colmo e altura de inserção da primeira espiga.....	43
5. CONCLUSÕES.....	49
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

RESUMO

SANTANA, Raquel Milagres, M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, julho de 2017. **Desempenho de uma semeadora-adubadora pneumática em função da velocidade de trabalho e profundidade de deposição do fertilizante na cultura do milho.** Orientador: Haroldo Carlos Fernandes. Coorientadores: João Carlos Cardoso Galvão e Paulo Roberto Cecon.

O milho (*Zea mays*) é uma cultura que tem relevante importância mundial, destacando-se pelos seus diversos usos e influência na economia, evidenciando assim, a necessidade de pesquisas voltadas para a cultura. Nesse trabalho, avaliou-se características relacionadas ao milho semeado no sistema convencional com uma semeadora-adubadora pneumática. O experimento foi realizado em uma área pertencente à Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, em um Argissolo Vermelho Amarelo Distroférrico, entre os meses de janeiro a junho de 2017. Foi utilizado um esquema fatorial 3 x 3, em blocos casualizados (DBC), com três velocidades de deslocamento (3, 6 e 9 km h⁻¹) e três profundidades de deposição do fertilizante (5, 10 e 15 centímetros), com quatro repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Avaliou-se a profundidade real de deposição do fertilizante no momento da semeadura, a distribuição longitudinal de sementes, o índice de precisão da máquina, o espaçamento médio, a percentagem de plântulas emergidas, o índice de velocidade de emergência, o tempo médio de emergência, os teores de nutrientes foliares, a altura das plantas, o diâmetro do colmo e a altura de inserção da primeira espiga. A velocidade e a profundidade influenciaram a profundidade real de deposição do fertilizante no momento da semeadura, aumentando a mesma conforme o aumento das variáveis. A distribuição longitudinal de sementes não apresentou diferenças significativas, mas a menor velocidade e menor profundidade proporcionaram maior número de espaçamentos aceitáveis. O índice de precisão da máquina apresentou resultados considerados adequados para a semeadura, não diferindo estatisticamente entre os tratamentos. O aumento da velocidade resultou em maior espaçamento médio entre as plântulas, e o resultado foi inverso quando se aumentou a profundidade de deposição do fertilizante. O percentual de emergência foi menor quando se aumentou a velocidade de trabalho, não sendo influenciado pela profundidade de

deposição do fertilizante. Na velocidade de 5,43 Km h⁻¹ e na profundidade de 12,02 cm encontrou-se o melhor índice de velocidade de emergência, igual a 32,45. O tempo médio de emergência foi menor quando se aumentou a velocidade e a profundidade. O tratamento com 6 Km h⁻¹ e 15 cm de profundidade de deposição do fertilizante proporcionou maior média de absorção de N, Ca e S, e o tratamento com 3 Km h⁻¹ e profundidade de 15 cm apresentou maior absorção de P, K e S. O diâmetro do colmo foi influenciado pelas variáveis. A altura das plantas e a altura da primeira espiga não foram influenciadas pelos diferentes tratamentos.

ABSTRACT

SANTANA, Raquel Milagres, M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, July, 2017. **Performance of a pneumatic seeder according to the speed of work and depth of fertilizer deposition in the maize crop.** Adviser: Haroldo Carlos Fernandes. Co-advisers: João Carlos Cardoso Galvão and Paulo Roberto Cecon.

Corn crops (*Zea mays*) have international importance, standing out for their many usages and economic influences. Thus, researches on them are important. In this work, we evaluated the characteristics of a crop planted through conventional system, using a pneumatic seeder-fertilizer. The experiment took place in an area belonging to the Federal University of Viçosa, in Viçosa, state of Minas Gerais, Brazil, in January of 2017. The soil of the area is classified as distroferric red yellow argisil. We made a factorial scheme 3 x 3, with casual blocks, with three different speeds (3, 6, and 9 Km h⁻¹), and three different fertilization depths (5, 10, and 15 cm). We performed four repetitions of each treatment, summing up 36 experimental unities (each constituted by three lines of the seeder-fertilizer). We then evaluated the effective depth of deposition of fertilizer during the plantation, the longitudinal deposition of the seeds, the machine precision index, the medium distance between seeds, the medium of time of emergence, the leaf nutrient levels, the plant heights, the stem diameters, the heights of the first spike insertion. The speed and depth influenced on the effective fertilizer depth during plantation, rising according rising the variables. The longitudinal distribution of seeds showed no significant differences, but the slower speed and lower depth provided a higher number of acceptable distances. The machine precision index showed ideal results for plantation, with no statistical differences between the treatments. Increasing the speed resulted in longer distance between seedlings, and an opposite result with the increase of fertilizer depth. The percentage of emergence was lower when the work speed was increased, not being influenced by the depth of fertilizer deposition. At the speed of 5.43 Km h⁻¹ and depth of 12.02 cm we obtained the best time of emergence index (32.45). The mean time of emergency was lower when speed and depth were increased. The treatment combining speed of 6 Km h⁻¹ and depth of 15 cm resulted in higher absorption of N, Ca

and S, and the treatment combining speed of 3 Km h⁻¹ and depth of 15 cm resulted in higher absorption of P, K and S. The stem diameters were influenced by the variables. The plant heights and heights of the first spike insertion were not influenced in the different treatments.

1. INTRODUÇÃO

A mecanização agrícola em conjunto com as modernas técnicas de produção colocou o Brasil entre as maiores potências mundiais na produção de grãos. Este avanço na agricultura propiciou um avanço também na produtividade. No entanto, existem outros fatores que podem melhorar a produção de grãos, como o tipo de manejo, sistema de cultivo, seleção e regulação das máquinas a serem utilizadas na semeadura, insumos agrícolas a serem utilizados, os tratamentos culturais, colheita e outros.

Elementos construtores, como época de plantio, preparo do solo, cultivar, população de plantas, adubação, semeadura, assim como elementos protetores, como controle de plantas daninhas, de pragas e doenças são preponderantes para se ter êxito com a cultura do milho.

O milho (*Zea mays*) é um cereal de grande importância mundial, tendo diversos usos diretos e indiretos, sendo cultivado em quase todos os continentes.

No momento da semeadura é de suma importância que a semeadora-adubadora esteja adequadamente regulada de forma a depositar a semente e o fertilizante nos intervalos e profundidades estabelecidos. Isso pelo fato dessa cultura não possuir capacidade de compensação, então a ocorrência de espaçamentos falhos gera perdas consideráveis na produtividade. O mesmo vale para a ocorrência de espaçamentos duplos, onde as plantas terão maior competição por água, luz e nutrientes.

No plantio convencional ocorre um maior revolvimento do solo, com o uso do arado que corta e inverte a leiva do solo, seguida pelo uso da grade que complementa o serviço, executando a desagregação dos torrões e nivelando o solo, melhorando assim os atributos físicos do mesmo no que se refere à resistência do solo à penetração, densidade e aumento temporário de macroporos, proporcionando um leito de semeadura com boas condições para o desenvolvimento das culturas agrônômicas.

As semeadoras pneumáticas segundo diversos autores, são máquinas com mecanismos que proporcionam uma melhor distribuição das sementes no leito de semeadura, com maior precisão e menos danos mecânicos nas sementes quando comparados com as semeadoras de disco.

No momento da semeadura, a velocidade de operação do conjunto trator-semeadora pode influenciar a distribuição longitudinal de deposição das sementes, o espaçamento médio, o estande das plantas e consequente produtividade, assim como a fertilização do solo, que disponibilizará os nutrientes em profundidades adequadas para uma melhor absorção dos mesmos.

Sendo assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o desempenho de uma semeadora-adubadora pneumática em função da velocidade de operação e da profundidade de deposição do fertilizante na cultura do milho em um sistema de plantio convencional. Os objetivos específicos foram:

- Avaliar a profundidade real de deposição do fertilizante no momento da semeadura.
- Avaliar a uniformidade de distribuição longitudinal de sementes.
- Avaliar o índice de precisão da semeadora-adubadora, o espaçamento médio, o índice de velocidade de emergência, o percentual de emergência e o tempo médio de emergência de plântulas.
- Avaliar os teores de nutrientes foliares, a altura de plantas, o diâmetro do colmo e a altura de inserção da primeira espiga.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do milho

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China (FAO, 2014). Para a safra 2016/17 está previsto um aumento da área plantada em todo o território nacional. Estima-se 17,3 milhões de hectares plantados, com uma produtividade média 5.409 kg ha⁻¹, totalizando uma produção de 93.836 milhões de toneladas. Isso se deve a melhoria no preço do cereal, sendo um forte competidor com a soja, e da abertura de novas áreas, principalmente pastagens e reflorestamento. Destacam-se como maiores produtores, os estados do Mato Grosso, Paraná, Mato Grosso do Sul, Goiás e Minas Gerais. No centro-oeste estão as maiores extensões de terras destinadas ao cultivo do milho, seguido pelas regiões sul, nordeste e sudeste (CONAB, 2016; CONAB 2017).

A principal utilização do milho é como fonte de energia, principalmente na constituição de ração para nutrição animal. Possui mais de 3.500 formas de utilização direta ou indireta, sendo muito usado como matéria prima de diversos produtos e segmentos (Morô e Fritsche-Neto, 2015).

O plantio do milho é feito em duas épocas. O primeiro é realizado em função dos períodos de chuva, temperaturas, na intensidade da radiação solar e na estimativa da necessidade de água pela planta, sendo que em Minas Gerais é a distribuição de chuvas que determina a época do plantio (EPAMIG, 2013). Já o milho safrinha é plantado após uma cultura de verão, e a semeadura pode variar do início do mês de janeiro até abril conforme as condições climáticas de cada região (Galvão et al., 2015). Tanto a época de plantio, quanto a escolha correta da cultivar determinarão a produtividade final da cultura, uma vez que essa é responsável por até 50% da produtividade da lavoura (Fritsche-Neto e Morô, 2015).

Para agricultores com menor nível tecnológico recomenda-se o uso de variedades, por terem menor custo e poderem ser reutilizadas por alguns anos sem grande diminuição da produtividade, essa dificilmente é maior que 5000 kg ha⁻¹. Já os híbridos possuem maior vigor, produtividade e uniformidade de plantas e espigas. A utilização de híbridos é recomendada para produtores com maior nível tecnológico, sendo que a produtividade de

um híbrido simples pode chegar até 15000 kg ha⁻¹ (Fritsche-Neto & Morô, 2015).

2.2 Semeadora-adubadora

A semeadora-adubadora é um equipamento agrícola terrestre que deposita a semente e o adubo simultaneamente sob ou sobre o terreno onde se deseja estabelecer uma cultura, sendo a distribuição das sementes feita de acordo com uma dosagem preestabelecida com intervalos regulares, depositadas em linha, uma a uma ou agrupadas (Kurachi et al., 1989).

Balastreire (1987) classifica as semeadoras-adubadoras segundo a distribuição de sementes, que podem ser à lanço ou em linha (fluxo contínuo, de precisão, quadrado e grupos); quanto à forma de acionamento (manual, de tração animal, motorizada e tratorizada) e quanto a forma de acoplamento à fonte de potência (montada, semi-montada ou de arrasto). Sendo uma semeadora de precisão aquela máquina que dosa as sementes, distribuindo-as uma a uma uniformemente, de forma que ocorra pequena variação no número e posição das sementes.

Os principais componentes de uma semeadora-adubadora são os dosadores de insumos, os tubos condutores, os reservatórios, o chassi, os sulcadores, os recobridores, os compactadores e os mecanismos de acionamento (Delafosse, 1986).

As semeadoras possuem como principais funções, dosar as sementes, cobri-las com uma camada de solo e compacta-lo, para que ocorra interação entre o solo e a semente (Reis et al., 2007). Segundo Reis et. al (2007), a semeadura de precisão permite a deposição das sementes em espaçamentos pré-definidos, uniformes e com pouca variação, sendo mais utilizados os dosadores de sementes do tipo mecânico e pneumático.

Pinheiro Neto et al. (2008), quando avaliaram o desempenho de dosadores de sementes em diferentes velocidade e condições de cobertura de solo, obtiveram maior número de espaçamentos aceitáveis com o dosador pneumático quando comparado com o disco horizontal. Boligon et al. (2013) encontraram uma maior uniformidade de distribuição de espaçamento em três velocidades de deslocamento para esse mesmo tipo de dosador.

Ao compararem dois tipos de dosadores, Mahl et al. (2008) concluíram que o dosador pneumático apresentou melhor desempenho que o disco horizontal perfurado, na distribuição longitudinal de plantas, com uma maior porcentagem de espaçamentos normais, mas que em relação à produtividade, a recomendação do dosador para o plantio do milho é indiferente. Resultado parcialmente semelhante foi encontrado por Tourino et al. (2009), em que o dosador pneumático proporcionou melhor distribuição de sementes, mas com maior produtividade em relação ao dosador do tipo mecânico.

Já Yazgi & Degirmencioglu (2007) concluíram que para esse tipo de dosador pneumático, o nível de vácuo estabelecido deve ser escolhido de acordo com as características físicas das sementes, e Karayel et al. (2004) ao trabalharem com as características físicas das mesmas, encontraram uma pressão de 4 kPa para a melhor semeadura do milho.

2.3 Influencia da velocidade de deslocamento na semeadura

Kurachi *et al.* (1993) comentam que as semeadoras-adubadoras são sensíveis ao aumento da velocidade de operação, variando o número de sementes distribuídas, independente de a máquina ser equipada com dosador de disco perfurado horizontal, inclinado ou pneumático.

A produtividade segundo Silva (2015) depende de fatores como genética, clima, época adequada e velocidade de operação na semeadura, e que a falta de conhecimento dos produtores e técnicos a respeito de uma velocidade ideal para boa distribuição das sementes, influencia no resultado esperado. O autor ao avaliar a qualidade da semeadura mecanizada de milho em função de dois mecanismos de controle de profundidade da unidade de sementes (mecânico e pneumático), e duas velocidades de deslocamento ($5,1 \text{ km h}^{-1}$ e $6,2 \text{ km h}^{-1}$), observou que para características agronômicas tais como profundidade de deposição da semente, número de dias para emergência, distribuição longitudinal das plântulas, população inicial e sobrevivência, assim como altura de inserção da primeira espiga, altura da planta, diâmetro do colmo, produtividade e matéria seca da parte aérea do milho, o mecanismo pneumático a uma menor velocidade

apresentou melhores resultados, tendo também menor variabilidade para o consumo de combustível e mobilização do solo.

Durante a operação de semeadura, Garcia et al. (2011) concluíram que a velocidade é um dos fatores que mais interferem no estabelecimento do estande de plantas e na produtividade da cultura, sendo responsável também por influenciar a patinagem dos rodados, a capacidade de campo, a velocidade do mecanismo dosador, à distância, profundidade, espaçamento e os danos mecânicos nas sementes.

Mahl (2006) fala que o sucesso da semeadura direta está ligada à seleção adequada e eficiência dos componentes das semeadoras-adubadoras, bem como a velocidade de deslocamento. A autora constatou que a maiores velocidades de deslocamento, ocorre um aumento de espaçamentos múltiplos na distribuição de sementes de milho no leito de semeadura, sendo que a menores velocidades tem-se um maior percentual de espaçamentos normais, mas que a variação da velocidade não influencia no número de plantas por hectare (Mahl et al., 2004; Mahl et al., 2008). O aumento da velocidade na semeadura direta do milho aumentou a capacidade operacional do conjunto trator-semeadora-adubadora, reduziu o consumo operacional de combustível e teve um incremento na demanda de potência na barra de tração (Mahl et al., 2004).

Ao avaliarem as diferença no estande final de plantas de milho, Boligon et al. (2013) não constataram influência no índice de velocidade de emergência e no espaçamento entre plântulas com a variação da velocidade. Assim como Silva et al. (2010) que não observaram diferenças na distribuição longitudinal das sementes quanto as classes de espaçamentos com a variação da velocidade na semeadura direta.

A não ocorrência de efeito significativo da velocidade de deslocamento na semeadura direta do milho, exceto para espaçamentos falhos, não interferindo na distribuição longitudinal das plântulas, estande inicial, produtividade de grãos e na demanda de consumo de combustível foi constatado por Cavichioli (2014). Tendo a velocidade de deslocamento de $6,5 \text{ km h}^{-1}$ combinada com hastes trabalhando a 12,5 cm a combinação que proporcionou maior produtividade do milho e da soja.

Já Bottega et al. (2014), citam que a velocidade de deslocamento na semeadura do milho não teve influência para o índice de velocidade de emergência de plântulas, mas o aumento da mesma aumentou significativamente a média de ocorrência de espaçamentos múltiplos. Mantovani et al. (2015), também relataram que a uma maior velocidade de deslocamento na semeadura do milho, tem-se uma maior porcentagem de espaçamentos duplos e falhos e dispersão na distribuição longitudinal das sementes.

Ao avaliarem o desempenho de dosadores pneumáticos com sementes de soja, Alonço et al. (2014) mostraram que na maior velocidade, tem-se um maior percentual de espaçamentos múltiplos, não diferindo tal índice estatisticamente a menores velocidades.

Uma maior velocidade de deslocamento na semeadura teve influência na velocidade periférica, do disco dosador de sementes, no número de sementes e no espaçamento entre sementes segundo Corrêa Júnior et al. (2014), que recomendaram uma velocidade de $4,5 \text{ Km h}^{-1}$ para a semeadura do milho.

Reynaldo et al. (2016) também observaram um aumento dos espaçamento múltiplos e falhos e uma diminuição dos aceitáveis com a elevação da velocidade, com menor produtividades na semeadura da soja. Ventura et al. (2015) verificaram que o aumento da velocidade de trabalho reduziu a porcentagem de espaçamento normal e aumentou os espaçamentos duplos e falhos na implantação da cultura do milho.

Ao avaliar a distribuição longitudinal e a produtividade do milho em função da velocidade de deslocamento do trator (4, 5, 6 e $7,5 \text{ Km h}^{-1}$) e da profundidade de deposição da semente Mello (2011) não observou diferenças dos valores de falha na colheita. Concluindo que, pode-se trabalhar com uma maior velocidade, tendo assim uma maior capacidade operacional e maior capacidade de campo.

2.4 Profundidade de deposição do fertilizante

Segundo Garcia et al. (2011) a qualidade da semeadura irá garantir o sucesso e a produtividade de uma cultura agrícola, sendo as funções desempenhadas pela semeadora-adubadora como a abertura do sulco e colocação da semente e adubo em profundidades corretas em contato com o solo de extrema relevância. Desta forma, Mello (2011) salienta que a posição relativa entre ambos define a população inicial e o arranjo entre as plantas na fileira de semeadura.

Ao pesquisarem o estabelecimento e a produtividade do milho a profundidades de 5 e 10 cm combinadas com quatro velocidades de deslocamento, Silva et al. (2000) observaram que uma adubação a 10 cm combinada com uma velocidade de 6 km h^{-1} , proporcionou maior estande de plantas, de espigas por metro e rendimento de grãos.

Boligon et al. (2007) avaliaram a densidade populacional do milho em função da velocidade de deslocamento do conjunto moto-mecanizado e da profundidade de deposição de sementes e fertilizantes utilizando uma semeadora com mecanismo pneumático de distribuição de sementes e sulcadores de discos duplos desencontrados para sementes e adubos e outra semeadora com mecanismo distribuidor disco horizontal perfurado e sulcadores para adubo tipo haste. Os autores não encontraram diferença estatística na população de plantas conforme a velocidade de deslocamento nem pelo tipo de semeadora quanto à profundidade do sulco para deposição do adubo.

Ao avaliarem a semeadura direta da soja em diferentes densidades de plantio e profundidade de fertilização, Cortez et al. (2008) observaram que à medida que se incrementava a profundidade, aumentava-se o consumo de combustível, assim como maior patinação do trator, mas que a variação na profundidade de adubação não influenciou o rendimento de grãos.

Já Rinaldi et al. (2010) constataram a influencia da profundidade de adubação no estabelecimento inicial da cultura do feijão. Os autores concluíram que a uma menor profundidade, as plântulas de feijão emergiram em um menor espaço de tempo.

Em trabalho conduzido por Das Graças et al. (2014) ao analisarem o rendimento do feijoeiro em semeadura direta considerando a profundidade de adubação e lâminas de irrigação, foram encontradas diferenças significativas de número de grão por vagem e na produtividade da cultura, sendo a adubação a 11 cm a que proporcionou maior número de grãos por vagem e 9 cm de combinada com uma lâmina de 125% a profundidade que gerou maior produtividade da cultura.

Cavichioli (2014) encontrou uma maior produtividade de grão na cultura do milho e da soja com uma velocidade de 6,5 km h⁻¹ combinada com hastes de deposição de adubo a 12,5 cm.

2.5 Distribuição longitudinal de sementes

A regularidade de distribuição longitudinal de sementes é tida como uma das características operacionais que mais contribuem para a obtenção de um stand adequado de plantas e consequente boa produtividade (Kurachi et al., 1989). Segundo os autores, os espaçamentos são classificados como aceitáveis, duplos e falhos. Os espaçamentos compreendidos entre 0,5 e 1,5 vezes o espaçamento de referência são classificados como aceitáveis, aqueles menores que 0,5 vezes o espaçamento de referência como duplos e os espaçamentos falhos são aqueles maiores que 1,5 o espaçamento de referência.

Silva et al. (1999), disseram que a boa produtividade além da correta distribuição de sementes está aliada ao correto posicionamento do adubo.

Em relação a critérios para a classificação do desempenho das semeadoras, Weirich Neto et al. (2015) recomendaram determinar como meta espaçamentos aceitáveis acima de 90% para semeadura na cultura do milho.

Dentre os fatores que afetam a distribuição longitudinal das sementes, foi averiguado que a velocidade de deslocamento da máquina diminui a porcentagem de espaçamentos aceitáveis (Furlani et al., 1999; Mahl et al., 2004; Mahl et al., 2008; Silva & Gamero 2010; Garcia et al. 2011; Santos et al. 2011; Alonço et al. 2014; Bottega et al. 2014; Corrêa Júnior et al. 2014; Mantovani et al. 2015; Reynaldo et al. 2016).

Klein et al. (2002) e Cavichioli (2014) encontraram diferenças na distribuição de sementes e consequente menor produtividade devido à variação de velocidade na semeadura da soja.

Contudo, Mahl (2002, 2006) não verificou diferenças para a produtividade do milho a maiores velocidades e consequente menor número de espaçamentos aceitáveis. Cavichioli (2014), mesmo tendo encontrado maior número de espaçamentos falhos com o aumento da velocidade, não encontrou diferença na produtividade. Mello (2011) ao avaliar a distribuição longitudinal e a produtividade do milho em função da velocidade de deslocamento do trator (4, 5, 6 e 7,5 Km h⁻¹) e da profundidade de deposição da semente também não constatou diferenças dos valores de falha na colheita.

Souza et al. (2013) não observaram dependência das classes de espaçamento em relação à profundidade de semeadura direta do milho.

Avaliando o desempenho de uma semeadora-adubadora em função do mecanismo dosador e da carga aplicada pela roda compactadora no plantio de feijão, Silva (2015) não observou influência da carga aplicada pela roda compactadora na distribuição longitudinal das plantas, concluindo que as classes de espaçamento e o espaçamento médio foram influenciados pelo vácuo e pela velocidade do disco dosador de sementes.

Corrêa Júnior et al. (2014) obteve diferenças significativas na velocidade periférica do disco dosador e consequente número de sementes por metro e espaçamento entre sementes com a variação de velocidade na semeadura do milho.

2.6 Velocidade de emergência de plântulas

A emergência de plântulas é definida como a germinação e o desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, manifestando sua capacidade de originar uma plântula normal sob condições ambientais favoráveis (Marcos Filho et al., 1987). Brasil (2009) descreve a semente germinada como aquela que tem aptidão para produzir plântulas normais sob condições favoráveis ao seu desenvolvimento no campo.

Segundo Tollenaar (1999), a velocidade de germinação e emergência de plântulas, são aspectos limitantes para qualquer cultura. Características

de rápida germinação associada à uniformidade das sementes são consideradas importantes para se alcançar uma alta produtividade de grãos na cultura do milho, devido à baixa capacidade de compensação de espaços e da alta eficiência de conversão da energia luminosa características da cultura.

Boligon et al. (2013) verificaram que o índice de velocidade de emergência foi independente para a velocidade de deslocamento da semeadora. Enquanto Souza et al. (2013), não observaram efeito significativo da profundidade de semeadura do milho para tal índice.

A velocidade de deslocamento, a profundidade de adubação e nem a interação entre ambos teve influência no índice de velocidade de emergência do feijão em semeadura direta (Rinaldi et al, 2010). Silva (2015) concluiu que a emergência das plântulas de feijão não foi influenciada pelo vácuo e pela velocidade do disco dosador de sementes, mas, que a carga aplicada pela roda compactadora da semeadora-adubadora apresentou efeito significativo sobre a velocidade de emergência das plântulas.

Após pesquisarem o efeito da profundidade de semeadura, Silva et al. (2015) concluíram que sementes depositadas entre 6 e 8 cm de profundidade apresentam maior velocidade de emergência e emergência total de plantas na cultura do milho.

Bottega et al. (2014) ao analisarem a influencia do mecanismo dosador sobre o índice de velocidade de emergência em sementes de milho, não encontraram nenhuma diferença estatística para os dosadores de sementes do tipo alveolado horizontal.

2.7 Teores foliares de nutrientes

O solo é tido como meio heterogêneo, onde ocorrem diversas reações e que mesmo tendo-se disponibilidade de adubo, esse pode não estar disponível para as plantas. A análise dos tecidos da planta aliada a análise do solo permite uma avaliação mais eficiente do estado nutricional da cultura e da necessidade de uma adubação que atenda as necessidades da cultura, sendo a folha o órgão vegetal mais metabólico, ideal para análise da composição e mudanças nutricionais (Martinez et al., 1999).

A diagnose foliar é um método em que se analisam os teores dos nutrientes em determinadas folhas, em períodos definidos da vida da planta, e os compara com padrões nutricionais da literatura (Faquin, 2002).

Tal análise se justifica por ter baixo custo e ser eficiente em fornecer o estado nutricional da planta Gott et al. (2014), sendo uma ferramenta que pode auxiliar na tomada de decisão para um manejo nutricional adequado na condução das culturas agronômicas (Camacho et al., 2012).

No caso do milho, a amostragem de plantas deve ser feita no aparecimento da inflorescência feminina (embonecamento), coletando-se a folha inteira oposta e abaixo da primeira espiga, excluindo-se a nervura central (Coelho & França, 1995). Segundo Martinez et al. (1999) para a análise foliar do milho, toma-se o terço basal da folha, 60 dias após o plantio, com uma média de 30 folhas por talhão.

Teores foliares de macronutrientes em plantas de milho e pH do após aplicação e queima de resíduos orgânicos, foram estudados por Camolezzi et al. (2007) que averiguaram que os teores foliares de fósforo aumentaram com as doses de resíduos aplicados, mas não foram influenciados pela adubação química. Os teores de cálcio diminuíram linearmente com o aumento da aplicação de resíduos. O aumento das doses de resíduos e a queima dos mesmos reduziram significativamente os teores foliares de enxofre, e os teores foliares de magnésio aumentaram com o aumento das doses de resíduo orgânico aplicados na cultura do milho.

Em experimento conduzido por Ferreira et al. (2007) foi avaliado a produção relativa do milho e teores foliares de nitrogênio, fósforo, enxofre e cloro em função da salinidade do solo, os autores concluíram que os teores foliares de nitrogênio, fósforo reduziram 90 dias após o plantio (DAP) e os enxofre 120 dias após o plantio.

Já Gondim et al. (2016), avaliaram o crescimento inicial do milho com a omissão de N, P, K, Ca, Mg e S, observou-se a diminuição da produção de matéria seca da parte aérea e das raízes, causando desequilíbrio entre os demais nutrientes e consequentes sintomas de deficiência dos mesmos. Sendo os tratamentos com omissão de N e K os que tiveram menor produção de matéria seca.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma área pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-Minas Gerais, as margens da rodovia BR 356, próximo ao aeroporto. As coordenadas geográficas são, 20° 45' 16,9" latitude sul e 42° 50' 22,6" longitude oeste, com altitude de 648 m. A região apresenta relevo montanhoso e seu clima é classificado, segundo Koppen (1948) como mesotérmico úmido com verão quente e inverno seco. A temperatura máxima média é de 26°C e a mínima média é de 14°C. O solo é classificado com Argissolo Vermelho Amarelo distrófico (EMBRAPA, 1999).

A área experimental apresentava vegetação espontânea com Capim-Braquiária (*Brachiaria decumbens*), Assa Peixe (*Vernonia polysphaera*), Mentrasto (*Argeratum conyzoides*), Erva-de-Santa-Luzia (*Euphorbia hyssopifolia*), Barba-de-Falcão (*Crepis japonica sp.*), Manjerição-do-campo (*Stylozanthus guianensis*), antes do preparo do solo.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 3 x 3, em blocos casualizados (DBC), com três velocidades de deslocamento, de 3, 6 e 9 km h⁻¹ e três profundidades de deposição do fertilizante, 5, 10 e 15 centímetros (Tabela 1), com quatro repetições, totalizando 36 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi constituída pelas três linhas da semeadora-adubadora, com 1,5 metros de largura por trinta metros de comprimento (45 m²).

Tabela 1- Tratamentos utilizados no experimento.

TRATAMENTO	DESCRIÇÃO
T 1	3 Km h ⁻¹ ; 5 cm
T 2	3 Km h ⁻¹ ; 10 cm
T 3	3 Km h ⁻¹ ; 15 cm
T 4	6 Km h ⁻¹ ; 5 cm
T 5	6 Km h ⁻¹ ; 10 cm
T 6	6 Km h ⁻¹ ; 15 cm
T 7	9 Km h ⁻¹ ; 5 cm
T 8	9 Km h ⁻¹ ; 10cm
T 9	9 Km h ⁻¹ ; 15 cm

3.1 Caracterização do solo da área experimental

3.1.1 Caracterização química do solo

Foram retiradas amostras simples do solo, na profundidade de 0 - 20 cm e misturadas para compor uma amostra composta que foi vedada em saco plástico e posteriormente encaminhada ao Laboratório de Análise de Solo, Tecido Vegetal e Fertilizante, do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. Os resultados da análise química do solo foram interpretados conforme Alvarez et al. (1999), apresentados no Quadro 1. A acidez ativa do solo (pH) apresenta nível classificado quimicamente como médio e agronomicamente como baixo. A acidez trocável (Al^{3+}), a saturação por base (V) e o nitrogênio (N) apresentam níveis classificados como baixos. A saturação por alumínio (m) e o nível de fósforo (P-rem), foram classificados como muito baixos. Os níveis de cálcio trocável (Ca^{2+}), magnésio trocável (Mg^{2+}), CTC efetiva (t), CTC em pH 7 (T), soma de bases (SB), matéria orgânica (MO) e potássio classificados como médio.

Quadro 1- Resultados da análise química do solo da área experimental

pH	P	K	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	H+Al	SB	t	T	V	m	N	MO	P-rem
(H_2O)	mg dm^{-3}		cmol c dm^{-3}							%		dag/kg		mg L^{-1}
5,53	1,2	64	1,40	0,69	0,30	4,3	2,25	2,55	6,55	34,4	11,8	0,329	2,58	20,1

pH em água; P e K Extrator Mehlich-1; Ca^{2+} , Mg^{2+} e Al^{3+} Extrator KCl - 1 mol L⁻¹

3.1.2 Caracterização física do solo

3.1.2.1 Densidade e teor de água no solo

A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico descrito por (EMBRAPA, 1997). As amostras foram coletadas antes da realização dos tratamentos, com o auxílio de um trado para amostras indeformadas (Figura 1). Foram coletadas quatro amostras em cada bloco, nas faixas de 0 - 10 cm e de 10 - 20 cm de profundidade.

O teor de água no solo foi determinado pelo método gravimétrico padrão, colocando-se a massa de solo das amostras em estufa a temperatura de 105 - 110 °C, até atingir massa constante. As quatro amostras coletadas em cada bloco, nas faixas de 0 - 10 e de 10 - 20 centímetros de profundidade foram armazenadas em cápsulas de alumínio e lacradas até a chegada para a realização dos procedimentos laboratoriais.



Figura 1 - Trado utilizado para a coleta das amostras indeformadas.

As médias da densidade e do teor de água do solo expressas em base seca nas faixas 0 - 10 e 10 - 20 cm de profundidade são apresentadas no Quadro 2. As maiores densidades e teores de água estão presentes nas faixas de 10 - 20 cm de profundidade, em todas as parcelas, exceto no bloco 2.

Quadro 2- Teor de água (base seca) e densidade do solo da área experimental.

Bloco	Profundidade	Teor de água do solo (g g ⁻¹)	Densidade (g cm ⁻³)
1	0 - 10 cm	45,86	0,93
	10 - 20 cm	51,05	1,05
2	0 - 10 cm	50,31	0,96
	10 - 20 cm	47,90	1,10
3	0 - 10 cm	36,39	0,91
	10 - 20 cm	46,20	1,04
4	0 - 10 cm	36,02	1,06
	10 - 20 cm	43,62	1,13

3.1.2.3 Resistência do solo à penetração

A resistência do solo à penetração foi determinada antes da semeadura, com o uso de um penetrômetro digital, marca Falker®, modelo PenetroLOG-PLG 1020, equipado com ponta cônica tipo II. Foram amostrados dez pontos em cada bloco, na camada de 0 a 30 cm de profundidade, com leitura a cada 10 mm (Figura 2).



Figura 2 – Penetrômetro digital utilizado no experimento.

A resistência do solo à penetração aumentou conforme a profundidade de amostragem em todas as parcelas, com valores variando de 2,0 - 2,5 MPa na faixa de 20 cm, conforme Figura 3. Segundo Freddi et al. (2006), valores de resistência mecânica à penetração variando entre 0,9 e 2,0 MPa não restringem a produtividade da cultura do milho. Rossetti & Centurion (2013) concluíram que a altura das plantas, o diâmetro do colmo, a altura de inserção da primeira espiga e a produtividade de milho, apresentaram relação linear decrescente com a resistência mecânica do solo à penetração, quando atingido valores maiores que 2 MPa.

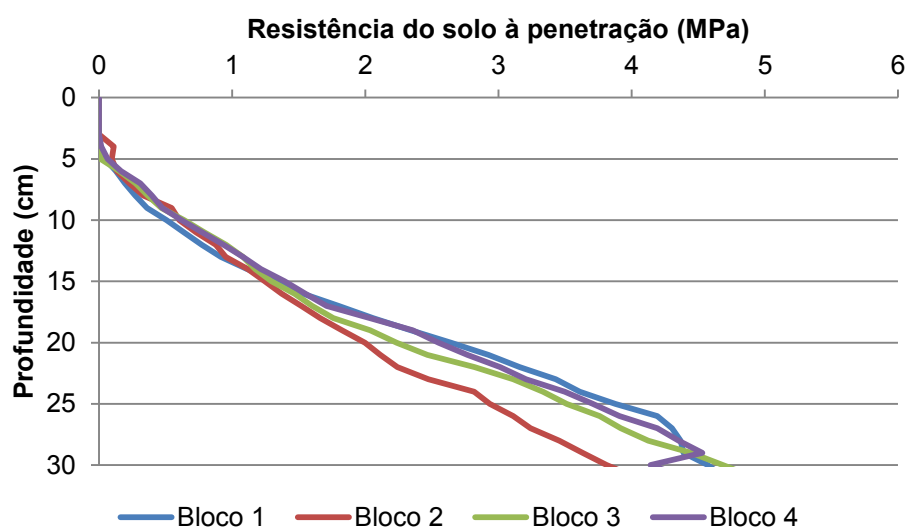


Figura 3- Resistência do solo à penetração da área experimental

3.1.2.4 Análise textural do solo

A partir de uma amostra composta do solo, realizou-se a análise textural pelo método da peneira e pipeta, conforme descrito por EMBRAPA (1997). As amostras simples, que compunham a amostra composta, foram retiradas aleatoriamente na faixa de 0 a 0,20 cm de profundidade.

Os resultados das frações granulométricas do solo são apresentadas no Quadro 3. O solo é classificado como Argiloso segundo EMBRAPA (1999).

Quadro 3- Resultado da análise textural do solo da área experimental

Fração granulométrica	dag kg ⁻¹
Areia	24
Silte	18
Argila	58

3.2 Cultivar

Foram utilizadas sementes de milho híbrido simples Biomatrix BM 820, de ciclo precoce, com arquitetura normal da planta, tamanho 2,35 a 2,75 m, com a altura da espiga variando de 1,40 a 1,80 m, empalhamento ótimo.

O teste de germinação das sementes foi executado pelo Laboratório de Pesquisa em Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. O teste consiste na utilização de papel germitest, umedecido com água destilada na proporção de 2,5 : 1 (peso da água: peso do papel), com quatro repetições de 50 sementes, que foram colocadas em germinador à temperatura constante de 25°C. A avaliação da germinação seguiu as recomendações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). As leituras foram efetuadas no quarto e sétimo dia, com germinação de 96% e vigor de 85%.

3.3 Conjunto mecanizado

3.3.1 Semeadora-adubadora

A semeadora-adubadora de precisão pneumática utilizada foi da marca Jumil® modelo POP JM2670PD SH EX, com três linhas de semeadura e mecanismo para dosagem e distribuição das sementes pneumáticas, com pressão negativa (Figura 3). As especificações técnicas da máquina estão na Tabela 2.



Figura 3 - Semeadora-adubadora Jumil POP JM2670PD SH EX.

Tabela 2 - Especificações técnicas da semeadora-adubadora

Parâmetro/Função	Características
Corte da Cobertura Vegetal	Disco de corte liso de 17 polegadas.
Unidade para Fertilizantes	Depósito Individual com capacidade para 75L, distribuidor transversal ao depósito, sulcador tipo haste sulcadora.
Unidade Semeadora	Pivotada, sulcador disco duplo desencontrado, depósito com capacidade para 55L, sistema de seleção e distribuição de sementes pneumáticas por aspiração.
Controle da Profundidade	Fixo, com barra de regulagem.
Rodas Compactadoras	Compactadores flutuantes, banda regulável, em “V”.
Sistema de Transmissão	Engrenagens substituíveis para acionamento dos sistemas adubador ou semeador.
Engate	Acoplamento no sistema de levante hidráulico do trator.

3.3.2 Trator

Foi utilizado um trator agrícola de pneus marca Valtra Valmet, modelo 800 4x2, TDA (tração dianteira auxiliar) e potência de 59,3 kW (80 cv) no motor a 2300 rpm (Figura 4). As principais características do trator utilizado no experimento são apresentadas na Tabela 3.



Figura 4 - Trator Valtra Valmet 800 4x2 TDA.

Tabela 3 – Características técnicas do trator Valtra Valmet 800.

Características técnicas	
Potência do motor na rotação nominal	80 cv
Potência da TDP na rotação nominal do motor	68 cv
Rotação de potência máxima	2300 rpm
Torque máximo	290 Nm
Número de cilindros do motor	4
Cilindrada	4400 cm ³
Aspiração	Natural

3.4 Preparo do solo, adubação, semeadura e tratamentos culturais.

Previamente à operação de semeadura foi realizado o preparo do solo por meio de gradagem utilizando uma grade aradora e em seguida duas gradagens, com grade destorroadora-niveladora, para sistematização do terreno e preparo do leito de semeadura.

O mecanismo dosador de fertilizantes foi calibrado para dosar e distribuir 45 gramas de fertilizante granulado NPK, formulação 4:14:8 por metro de sulco, dosagem de 900 kg ha⁻¹. Foi feito a adubação de 7 gramas de uréia por metro, dosagem de 140 kg ha⁻¹, 37 dias após a semeadura.

A semeadura do milho foi feita em dezoito de janeiro de 2017. A semeadora-adubadora foi regulada para um espaçamento de 0,5 m entrelinhas, profundidade média de 5 cm para a deposição das sementes, com as regulagens feitas no sulcador do fertilizante no momento da semeadura para cada profundidade de deposição de adubo estabelecida. As rodas de fechamento do sulco e as rodas compactadoras operaram com suas regulagens na posição intermediária.

O mecanismo dosador de sementes teve o vácuo ajustado conforme indicado pelo fabricante para a cultura do milho, equipado com um disco de 30 orifícios, regulado para a distribuição de 3,3 sementes por metro de sulco para obtenção de população com aproximadamente 60000 plantas ha⁻¹.

Aplicou-se o inseticida Decis 25 EC, com 40 gramas do produto comercial para 40 litros de calda no controle da lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda*) também 37 dias após a semeadura.

3.5 Avaliação dos parâmetros operacionais

A profundidade de deposição do fertilizante, os espaçamentos entre as plântulas na linha de semeadura, o índice de precisão da máquina e o espaçamento médio foram os parâmetros utilizados para a avaliação da semeadura.

3.5.1 Profundidade real de deposição do fertilizante

As medidas da profundidade de deposição do fertilizante foram realizadas com régua graduada em centímetros, com cinco leituras em todas as linhas de semeadura do milho.

3.5.2 Distribuição longitudinal de plântulas

Após a estabilização da emergência, foram medidos os espaçamentos (X_i) em dez metros, amostrados nas três linhas de semeadura de cada unidade experimental no centro do cultivo. Esses espaçamentos foram analisados em relação ao espaçamento de referência (X_{ref}), em classes de frequência (Tabela 4), que são apresentadas em porcentagem do total de espaçamentos, conforme proposto por Kurachi et al. (1989). Os espaçamentos aceitáveis são aqueles compreendidos entre 0,5 e 1,5 vezes o espaçamento de referência, os espaçamentos duplos são

aqueles menores que 0,5 vezes o espaçamento de referência e os espaçamentos falhos são aqueles maiores que 1,5 vezes o espaçamento de referência. O espaçamento de referência (Xref) obtido pela calibração da semeadora-adubadora no ajuste das transmissões das engrenagens do mecanismo dosador de sementes.

Tabela 4 - Limites de tolerância para as variações dos espaçamentos (Xi) entre sementes e o tipo de espaçamento considerado

Tipo de Espaçamento	Intervalo de tolerância para variação de Xi
Duplos	$X_i < 0,5 * X_{ref}$
Normais	$0,5 * X_{ref} < X_i < 1,5 * X_{ref}$
Falhos	$X_i > 1,5 * X_{ref}$

Xi = espaçamento entre sementes obtido a campo.

Xref = valor de referência obtido em função do espaçamento e população

Fonte: KURACHI et al. (1989).

3.5.3 Índice de precisão da máquina

O índice de precisão de distribuição de plantas corresponde à relação entre o desvio-padrão dos espaçamentos normais e o espaçamento de referência da semeadora-adubadora utilizada, calculado pela Equação 1, sugerida por Kachman e Smith (1995), e o espaçamento médio (Em) foi determinado pela média aritmética do total de espaçamentos.

$$Ip = \frac{S}{X_{ref}} 100 \quad (1)$$

Em que:

Ip= índice de precisão (%);

S= desvio padrão dos espaçamentos aceitáveis (cm);

Ref.= espaçamento de referência (cm).

3.6 Avaliações pós-emergência

A percentagem de emergência de plantas emergidas, o índice de velocidade de emergência das plântulas, o tempo médio de emergência, os teores de nutrientes foliares, a altura das plantas, diâmetro do colmo e a altura de inserção da primeira espiga foram analisados após a emergência da cultura.

3.6.1 Emergência de plântulas

O percentual de emergência de plântulas (PEP), o índice de velocidade de emergência (IVE), e o tempo médio de emergência de plântulas (Nm) foram determinados em um comprimento de dez metros dentro das parcelas, nas três linhas de semeadura e em todos os blocos. A contagem se iniciou no primeiro dia de emergência (quinto dia após a semeadura) e foi encerrada quando a emergência de plantas estabilizou (décimo dia após a semeadura).

A definição da porcentagem de emergência de plântulas foi calculada, conforme a Equação 2.

$$PEP = \frac{N_p}{N_s} 100 \quad (2)$$

Em que:

PEP = porcentagem de emergência de plântulas (%);

N_p = número de plantas emergidas; e,

N_s = número de sementes viáveis distribuídas na linha de plantio pela semeadora.

O IVE calculado baseia-se na Equação 3, adaptada de Maguire (1962).

$$IVE = \frac{E_1}{N_1} + \frac{E_2}{N_2} + \dots + \frac{E_n}{N_n} \quad (3)$$

Em que:

IVE = índice de velocidade de emergência;

E1, E2, Em = número de plantas emergidas, na primeira, segunda,..., última contagem; e,

N1, N2, Na = número de dias da semeadura à primeira, segunda, até a última contagem.

Para o Nm foi utilizada a Equação 4, proposta por Edmond & Drapala (1958).

$$Nm = \frac{E1N1+E2N2+EnNn}{E1+E2+En} \quad (4)$$

Em que:

Nm= tempo médio de emergência (dias);

E1, E2, En= número de plantas emergidas na primeira, segunda,..., última contagem; e,

N1, N2, Nn= número de dias da semeadura à primeira, segunda,..., última contagem.

3.6.2 Teores de nutrientes nas folhas

Foram coletadas o terço médio das folhas da linha central de dez plantas de cada tratamento, nos quatro blocos, gerando assim amostras compostas para cada tratamento. A primeira amostragem foi feita com a oitava folha das plantas quando a cultura se encontrava no estágio V8, e no segundo momento foram coletadas folhas opostas e abaixo da primeira espiga, no estágio R1. As amostras foram colocadas em sacos de papel e encaminhadas para o Laboratório de Análise de Solo, Tecido Vegetal e Fertilizante, do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa.

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

A determinação da altura de plantas foi feita utilizando fita métrica graduada em centímetros, sendo medida a distância da superfície do solo, à inserção da folha bandeira no colmo das plantas. A determinação do diâmetro do colmo das plantas foi feito com paquímetro digital com precisão de 0,01 milímetros da marca King Tools medindo-se o internódio do colmo a

partir da superfície do solo quando as plantas estavam no estágio V8, e no estágio R1. Para a altura de inserção da espiga mediu-se a distância entre a superfície do solo e a inserção da primeira espiga. Foram amostradas dez plantas da linha central de semeadura de todos os tratamentos.

3.6.4 Análise estatística dos dados

O experimento foi conduzido seguindo um esquema fatorial 3x3 (3 velocidade e 3 profundidades) no D.B.C com quatro repetições. Os dados foram analisados por meio da metodologia da superfície de resposta. Os modelos foram escolhidos baseados na significância dos coeficientes de regressão, no coeficiente de determinação ($R^2 = \text{SQReg}/\text{SQTrat}$) e no fenômeno de estudo, pelo programa SAEG 9.1.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3 Avaliação dos parâmetros operacionais

A profundidade de deposição do fertilizante e o espaçamento médio de plântulas foram influenciados pela velocidade de deslocamento na operação de semeadura e pela profundidade de deposição do fertilizante. Já a distribuição longitudinal de plântulas e o índice de precisão da máquina não tiveram efeitos significativos.

4.3.1 Profundidade de deposição do fertilizante

A velocidade de deslocamento e a profundidade de deposição do adubo tiveram efeito significativo na deposição do fertilizante no momento da semeadura (Figura 5). Para cada aumento de unidade na velocidade de deslocamento, ocorreu um incremento de 0,15 cm na deposição do adubo no momento da semeadura quando manteve-se a profundidade constante. O mesmo é válido quando se aumenta uma unidade na profundidade de deposição da máquina, ocorre um acréscimo de 1,04 cm de profundidade de deposição do adubo no momento da semeadura mantendo-se uma velocidade constante.

$$\widehat{PROFr} = -0,574219 + 0,149931^0V + 1,1049441^{**}P$$

$$R^2 = 0,9798$$

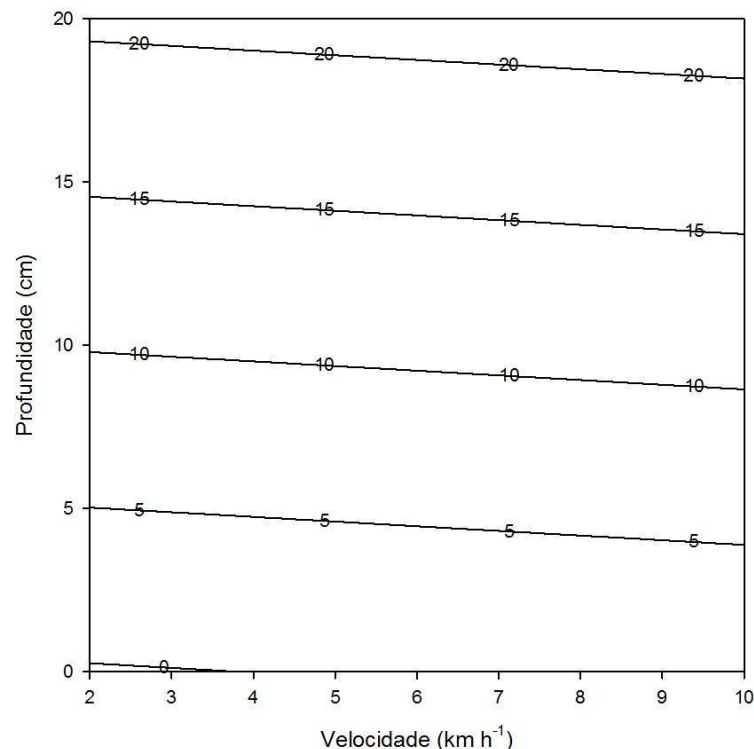


Figura 5 - Profundidade de deposição do fertilizante (PROFr) em função da velocidade de deslocamento do conjunto moto-mecanizado (V) e da profundidade de deposição do adubo (P), equação ajustada e coeficiente de determinação (R^2)** - Significativo ao nível de 1% pelo teste t, ⁰ Significativo ao nível de 10 % pelo teste t.

Supõem - se que tal comportamento tenha ocorrido devido ao tipo de preparo do solo, em que o uso da grade-aradora, seguida com a passada de grade niveladora melhoraram as condições físicas do solo no que diz respeito ao maior volume de macroporos, aumentando a porosidade total, diminuindo a densidade e resistência do solo à penetração, facilitando assim a incorporação do mecanismo sulcador tipo haste para a distribuição de fertilizante no solo.

Essas características físicas do solo foram constatadas por Aratani et al. (2009), em que no tratamento com plantio convencional em um Latossolo Vermelho Acriférico, observou-se uma menor densidade e maior volume na macroporosidade do solo nas camadas superficiais. O aumento da macroporosidade, porosidade total, redução da densidade e resistência do solo à penetração na linha de semeadura feito com haste sulcadora, foram

observados por Nunez et al. (2014), com os efeitos da mobilização do solo perdurando por pelo menos 12 meses.

Conceição et al. (2014) constataram que as condições físicas do solo afetam a distribuição vertical das sementes, com o aumento da velocidade de 4 para 6 km h⁻¹ proporcionando melhor uniformidade de distribuição no perfil do solo no plantio direto com a cultura do milho. Foram também observados elevados valores de coeficiente de variação para as profundidades de deposição das sementes, salientando maior atenção por parte dos operadores na calibração da profundidade e melhoria dos próprios sistemas de controle de profundidade.

Ao avaliarem a semeadura do milho nas velocidades de 2,5 e 4,4 km h⁻¹, Garcia et al. (2011) observaram que nessas velocidades de plantio não se alcançou a profundidade desejada da semente, mas ocorreu um incremento de 30,2 % na profundidade à maiores velocidades de operação.

Vizzotto (2014) observou a diminuição da densidade do solo, aumento da macroporosidade e porosidade total quando utilizou mecanismos rompedores tipo hastes. O autor ao avaliar diversos tipos de mecanismos de deposição de sementes encontrou para esse tipo de mecanismo maiores profundidades de deposição da semente, profundidade do sulco, de solo mobilizado, constatando sua ajuda na descompactação de camadas mais profundas, possuindo valores de deposição mais próximos dos estabelecidos no momento da calibração.

Já, Boligon et al (2013) observaram efeito negativo da velocidade de deslocamento em relação à profundidade de deposição da semente no sulco; à medida que se aumentou a velocidade, diminuiu a profundidade de deposição. Silva (2015) observou o mesmo efeito na semeadura direta do milho, em que o aumento da velocidade de 5,1 para 6,2 km h⁻¹, utilizando-se o mecanismo dosador de sementes pneumático, teve redução de 50 % de solo mobilizado, não aprofundando o conjunto moto-mecanizado no solo conforme o aumento da velocidade. O autor ainda observou menor variação de profundidade de deposição da semente com o tipo dosador de sementes pneumático operando com a velocidade de 5,1 km h⁻¹.

Manejando diversos tipos de cobertura vegetal a diferentes velocidades de operação na semeadura do milho, Trogello et al. (2013) não

observaram efeito significativo para a profundidade de semeadura com a variação da velocidade. Assim como Castela Junior et al. (2014) que na semeadura da soja não encontraram diferença significativa na profundidade de semeadura para as velocidades de 5,6; 7,6 e 9 km h⁻¹. Enquanto que, Gamero (2008), também não observou influencia da velocidade de trabalho (2,3; 3,2 e 4,6 km h⁻¹) nos valores obtidos para profundidade (25 e 35 cm) de trabalho ao avaliar o desempenho operacional de um subsolador de hastes. Os autores constataram que a profundidade efetiva de operação ficou muito próxima daquela que foram pré-estabelecidas antes da instalação do experimento, ressaltando a importância da adequada calibração dos mecanismos da máquina antes das operações.

4.3.2 Distribuição longitudinal de plântulas

4.3.2.1 Espaçamentos normais entre plântulas

A distribuição de espaçamentos aceitáveis foi maior quando se utilizou uma velocidade de deslocamento de 3 km h⁻¹ e uma profundidade de deposição do fertilizante de 5 cm, sendo nesse tratamento o que também se observou o menor desvio padrão (Quadro 4). Na velocidade de 9 km h⁻¹ a uma profundidade de 10 cm, tem-se a menor média de espaçamentos normais e maior desvio padrão.

A diminuição na velocidade de deslocamento do conjunto moto-mecanizado favorece a deposição correta da semente e fertilizante na profundidade estabelecida, uma vez que o mecanismo dosador de sementes tem uma menor velocidade periférica, tendo tempo para o preenchimento adequado de todos os orifícios com as sementes para sua correta deposição no leito de semeadura (Garcia et al., 2011).

O tratamento com a maior média atende a meta de 90% de espaçamentos aceitáveis sugerida por Weirich Neto et al. (2015).

Quadro 4 – Valores da média e do desvio padrão para os espaçamentos normais entre plântulas.

ESPAÇAMENTOS NORMAIS						
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Velocidade km h ⁻¹	Profundidade (cm) 5		Profundidade (cm) 10		Profundidade (cm) 15	
3	90,00	4,77	89,84	6,31	86,91	9,12
6	88,28	5,46	87,52	4,89	89,13	5,92
9	81,53	6,85	78,95	12,20	80,45	10,99

A velocidade de deslocamento na semeadura também não teve efeito significativo na distribuição normal para a cultura do milho a 4,5 e 7 km h⁻¹, segundo Trogello et al. (2013), tendo maior porcentagem de espaçamentos aceitáveis na menor velocidade. Cavichioli (2014) também não observou efeito significativo das velocidades de 4,5 e 6,5 km h⁻¹ para tais espaçamentos, porém a maior velocidade gerou maior incidência de espaçamentos normais. Resultados que corroboram com os de Castela Junior et al. (2014), em que na semeadura da soja não se observou diferença significativa para a distribuição longitudinal das plantas, mas a maior velocidade de 9 km h⁻¹ gerou valores maiores de espaçamentos normais quando comparado com as velocidade menores de 7,6 e 5,6 km h⁻¹.

Mahl et al.(2004; 2008) observaram diferença significativa no número de espaçamentos aceitáveis quando se variou a velocidade de 4,4 km h⁻¹ para valores acima de 8 km h⁻¹ na semeadura do milho. Assim como Santos et al. (2015) que encontraram menor variabilidade e maior porcentagem de espaçamentos aceitáveis na velocidade de 3 km h⁻¹ na semeadura do milho, diminuindo em 55% os espaçamentos normais quando se aumentou a velocidade de semeadura para 7 km h⁻¹.

Alonço et al (2014) observaram diferenças para todas as classes de espaçamento quando se variou a velocidade de deslocamento (5; 7,5 e 10 km h⁻¹), com a diminuição de quase 18% dos espaçamentos aceitáveis quando se utilizou a maior velocidade de operação. Quando avaliaram a velocidade de semeadura (4; 7; 9,5 km h⁻¹) com diferentes discos alveolados horizontais Bottega et al. (2014) também observou uma diferença considerável na redução dos espaçamentos aceitáveis conforme o aumento da velocidade, independente do tipo dosador de sementes. Também, ao avaliarem a

velocidade de semeadura do milho com diferentes tipos de dosadores Reynaldo et al. (2016) observaram resultados semelhantes, em que houve diferença significativa para os espaçamentos aceitáveis na cultura do milho, sendo o tratamento a 5 km h⁻¹ o que obteve maior número de espaçamentos aceitáveis quando comparado com os a 7 e 9 Km h⁻¹.

Os espaçamentos aceitáveis foram maiores conforme se aumentou o vácuo e diminuiu a velocidade do disco dosador na cultura do feijão segundo Silva (2015). O autor salienta que maiores níveis de vácuo aumentam a capacidade de captura da semente, que a menores velocidades ficam mais tempo sujeitas a esse vácuo, proporcionando maior número de espaçamentos aceitáveis.

Na semeadura direta do feijão, Rinaldi et al. (2010) observaram efeito da velocidade em relação aos espaçamentos aceitáveis, verificando-se uma resposta linear decrescente desses espaçamentos conforme o aumento da velocidade. Os autores constataram diminuição de 12,8 pontos percentuais nesses espaçamentos conforme a variação da velocidade de 3 para 11 km h⁻¹.

4.3.2.2 Espaçamentos duplos entre plântulas

A maior ocorrência de espaçamentos duplos e desvio padrão foram verificados na velocidade de 9 km h⁻¹ a uma profundidade de 10 cm, seguido pelo tratamento com a mesma velocidade e profundidade de 5 cm de deposição do fertilizante. O tratamento com a menor média de ocorrência de espaçamentos duplos e menor desvio padrão, ocorreu a velocidade de 6 km h⁻¹ combinada com a menor profundidade de deposição, como se observa no Quadro 5.

Quadro 5- Valores da média e do desvio padrão para os espaçamentos duplos entre plântulas.

ESPAÇAMENTOS DUPLOS						
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Velocidade km h ⁻¹	Profundidade (cm) 5		Profundidade (cm) 10		Profundidade (cm) 15	
3	3,63	3,14	3,17	4,78	5,18	4,63
6	3,02	2,72	4,20	3,70	3,87	3,41
9	10,06	3,42	10,89	6,63	8,87	6,60

Ao avaliarem a semeadura do milho conforme a velocidade de deslocamento e diferentes profundidades da haste sulcadora de adubo, Cavichioli (2014) também não encontrou diferenças significativas da velocidade e nem da profundidade para a ocorrência de espaçamentos duplos. Na maior velocidade de $6,5 \text{ km h}^{-1}$, encontrou menores valores quando comparado com a velocidade de $4,5 \text{ km h}^{-1}$, com a profundidade de deposição do adubo nas profundidades de 10 e 15 cm gerando valores menores e semelhantes de espaçamentos duplos quando comparados com a profundidade de 12,5 cm. Resultados semelhantes ao do presente trabalho, onde a média de ocorrência de espaçamentos duplos é menor a 6 Km h^{-1} quando comparado a velocidade de 3 Km h^{-1} .

Corrêa Junior et al. (2014) não observaram na velocidade de $7,5 \text{ km h}^{-1}$ a ocorrência de espaçamentos duplos, explicando tal resultado pelo fato de uma maior velocidade não ter tempo suficiente para o preenchimento de mais de uma semente no disco dosador de sementes.

A velocidade de deslocamento, a profundidade de adubação nem a interação entre ambas influenciaram os espaçamentos duplos na semeadura do feijão segundo Rinaldi et al. (2010), sendo a média dos valores observados da variável, dada pela equação $\hat{Y} = 18,84$.

Já Castela Junior et al. (2014) apesar de não observarem efeito significativo da velocidade para a ocorrência de espaçamentos duplos, observou a diminuição da ocorrência dos mesmos quando se elevou a velocidade de 5,6 para 9 km h^{-1} . Discordando de Trogello et al. (2013), em que o aumento da velocidade de 4,5 para 7 km h^{-1} gerou aumento significativo dos espaçamentos duplos.

O aumento da velocidade causou o aumento de espaçamentos duplos na cultura da soja segundo Reynaldo et al. (2016) também observaram o aumento dos espaçamentos duplos conforme se aumentou a velocidade de deslocamento na semeadura da soja, constatando que velocidades entre 2 e 4 km h^{-1} reduzem em 10% os espaçamentos duplos, explicando tal fenômeno devido à alta densidade de sementes combinada com o deficiente sistema condutor que causa vibrações no mesmo gerando atrito semente/condutor retardando a deposição das sementes no leito de

semeadura causando elevado número de espaçamentos múltiplos no estande final da cultura.

Silva (2015) concluiu que um maior nível de vácuo associado a baixas velocidades do disco dosador, consequente de uma menor velocidade de deslocamento favorece a captura de mais sementes por orifício favorecendo a ocorrência de espaçamentos múltiplos.

4.3.2.3 Espaçamentos falhos entre plântulas

O tratamento com a velocidade de 9 km h⁻¹ combinada com a profundidade de 15 cm foi o que obteve maior número de espaçamentos falhos. À medida que se aumentou a velocidade de deslocamento, aumentou-se também a média de ocorrência dos espaçamentos falhos e o desvio padrão, exceto para os tratamentos com a velocidade de 6 Km h⁻¹ e uma profundidade de 15 cm e na velocidade de 9 Km h⁻¹ na profundidade de 5 cm. A maior velocidade de deslocamento gera uma maior velocidade periférica do disco dosador de sementes que tem menos tempo para o preenchimento dos orifícios com as mesmas, podendo ocorrer falhas da captura no disco, que combinada a uma maior profundidade que exige maiores esforços da máquina pode aumentar a incidência de espaçamentos falhos no leito de semeadura. O tratamento com velocidade de 3 Km h⁻¹ e profundidade de deposição de fertilizante de 5 cm foi o que se obteve menor número de espaçamentos falhos (Quadro 6).

Quadro 6- Valores da média e do desvio padrão para os espaçamentos falhos entre plântulas.

ESPAÇAMENTOS FALHOS						
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Velocidade km h ⁻¹	Profundidade (cm) 5		Profundidade (cm) 10		Profundidade (cm) 15	
3	5,46	3,14	6,95	4,69	7,86	6,45
6	8,70	5,32	8,27	5,03	6,99	4,35
9	8,40	5,21	10,38	6,3	10,67	5,53

Na semeadura do milho, Corrêa Junior. et al. (2014) também não observaram efeito significativo para os espaçamentos falhos à medida que se variou a velocidade (4,5; 5,5 e 7 km h⁻¹), concluindo que para a maior velocidade de deslocamento tem-se maior número de espaçamentos falhos.

Resultados semelhantes foram observados por Reynaldo et al. (2016) em que as velocidades de deslocamento (2; 4; 6; 8; 10 e 12 km h⁻¹) não tiveram efeito significativo para os espaçamentos falhos, mas esses aumentaram à medida que aumenta a velocidade de operação, frisando a importância da regulação das semeadoras devido às elevadas perdas devido a falhas na semeadura. O aumento da velocidade (5; 7 e 9 km h⁻¹) causou maior porcentagem de espaçamentos falhos na semeadura do milho, segundo Mantovani et al. (2015).

Já Cavichioli (2014) observou efeito significativo da velocidade de deslocamento para a distribuição falha, com a velocidade de 6,5 km h⁻¹ proporcionando menor número desses espaçamentos quando comparado à velocidade de 4,5 km h⁻¹. A variação da profundidade de adubação não teve efeito significativo, mas os autores observaram um aumento dos espaçamentos falhos conforme a variação da profundidade de 10 para 15 cm. Diferenças significativas para os espaçamentos falhos também foram observadas por Rinaldi et al. (2010) na semeadura do feijão, em que se observou aumento de 12% no espaçamento falho entre plântulas quando se aumentou a velocidade de 3 para 11 km h⁻¹, com o aumento de 1,50% no espaçamento falho para cada unidade de variação na velocidade.

4.3.3 Índice de precisão da máquina

O índice de precisão da semeadora-adubadora não teve efeito significativo para a velocidade e a profundidade na semeadura do milho. No tratamento com velocidade de 3 Km h⁻¹ e profundidade de 5 cm, tem-se o melhor índice de semeadura com 16,26 % e menor desvio padrão da média. O maior índice apareceu quando se utilizou a velocidade de 9 Km h⁻¹ e a uma profundidade de 5 cm, com média de 26,55 %. Contudo, mesmo no tratamento com maior valor desse índice, os valores ainda estão dentro dos estabelecidos por Kachman e Smith (1995) em que valores abaixo de 29 % são considerados adequados para a semeadura. A média geral do índice de precisão da máquina foi de 21 %, considerado adequado para a semeadura do milho.

Quadro 7- Valores da média e do desvio padrão para o índice de precisão da máquina.

	Índice de precisão					
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão
Velocidade km h ⁻¹	Profundidade (cm) 5		Profundidade (cm) 10		Profundidade (cm) 15	
3	16,26	3,09	19,15	4,34	19,84	5,25
6	21,34	3,12	16,60	4,06	20,51	4,56
9	26,55	4,21	25,26	4,61	22,93	5,17

Ao avaliarem a influência da inclinação transversal e velocidade de operação sobre o desempenho de dosadores pneumáticos para a semeadura da soja, Alonço et al. (2014) também não observaram influencia da velocidade e do tipo de dosador, apenas da inclinação, sendo o menor valor aquele em que se utilizou a posição intermediária. Os autores encontraram uma média geral de tal índice de 27,24 %, considerados adequados.

Já na avaliação das mesmas variáveis, mas com sementes de girassol e algodão Alonço et al. (2015), observaram diferenças significativas para as velocidades de 5, 7 e 10 km h⁻¹, mas os tipos de dosadores e inclinações não influenciaram a precisão. A média geral obtida pelos autores foi de 25,84, estando dentro dos limites sugeridos para uma semeadura adequada.

A semeadura direta do milho sendo avaliada segundo a velocidade (4,4; 6,1 e 8,1 km h⁻¹) e condições do solo (plantio direto e escarificador), levaram Mahl et al. (2004) a observar diferenças do índice para a menor velocidade. Esse foi menor que as demais velocidades que não diferiram entre si, sendo a média geral da semeadura no valor de 18,71%.

Para tal índice, Silva (2015) também observou diferença significativa quando diminuiu a velocidade periférica do disco dosador de sementes de 0,44 m s⁻¹ para 0,24 m s⁻¹, obtendo valor de 22% na semeadura do feijão.

4.3.4 Espaçamento médio entre plântulas

O espaçamento médio das plântulas teve efeito significativo para a velocidade e para a profundidade de deposição do fertilizante. De acordo

com o modelo gerado, à medida que se aumenta a velocidade de deslocamento e mantém a profundidade de deposição do fertilizante, aumenta-se o espaçamento médio das plântulas em 0,0038 cm, o contrario vale para a variação da profundidade, em que se mantendo uma velocidade constante e aumentando a profundidade de trabalho da máquina, diminui-se o espaçamento médio das plântulas em 0,0011 cm (Figura 6).

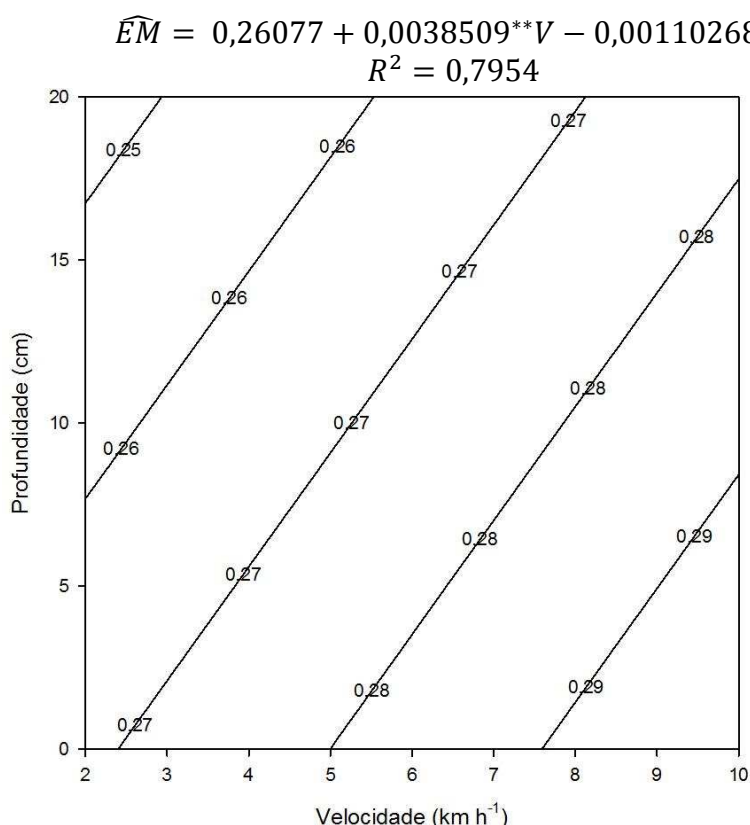


Figura 6 – Espaçamento médio entre plântulas (EM) em função da velocidade de deslocamento na semeadura (V) e da profundidade de deposição do fertilizante (P), equação ajustada e coeficiente de determinação (R^2)*- Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t, **- Significativo ao nível de 1% pelo teste t.

Ao analisar o efeito da velocidade de semeadura do milho Corrêa Junior et al. (2014) também verificaram influência significativa da mesma para o espaçamento médio entre plântulas, com maiores valores na velocidade de 7 Km h⁻¹, quando comparado com as velocidades de 4,5 e 5,5 Km h⁻¹, que não diferiram entre si. Na semeadura direta do feijão, Rinaldi et al. (2010) também encontraram valores significativos do espaçamento médio entre plântulas quando variou a velocidade de semeadura de 3 para 11 Km

h^{-1} , ocorrendo uma mudança de 0,39 cm para cada unidade de variação da velocidade.

Já Trogello et al.(2013), não obtiveram diferenças para a variável em função da velocidade, mas o tipo de manejo utilizado na cobertura da cultura anterior influenciou o espaçamento médios, com maiores valores obtidos quando se utilizou a dessecação e o gradeamento diferindo dos tratamentos realizados com rolo faca e triton. As velocidades de 3, 4,5 e 7 Km h^{-1} também não influenciaram o espaçamento de plântulas de milho segundo Boligon et al. (2013), que encontraram diferenças significativas apenas para os tipos de semeadoras-adubadoras utilizados no experimento, com a do tipo pneumática fornecendo uma média maior do espaçamento médio quando comparada com a de disco horizontal.

4.4 Avaliações pós-emergência

A porcentagem de emergência de plântulas, o índice de velocidade de emergência, e o tempo médio de emergência de plântulas tiveram efeito significativo segundo a velocidade de deslocamento no momento da semeadura e a profundidade de deposição do fertilizante.

4.4.1 Porcentagem de emergência de plântulas

A porcentagem de emergência de plantulas apresentou efeito significativo apenas para a velocidade. Mantendo-se a profundidade de deposição do fertilizante constante e aumentando-se a velocidade de operação, ocorreu uma diminuição na porcentagem de plântulas emergidas, conforme Figura 8. Como já visto nos Quadros 5 e 6, para maiores velocidades ocorre uma maior desuniformidade de espaçamentos normais, ocorrendo assim mais espaçamentos duplos e falhos que influenciam no total de plantas emergidas.

$$\widehat{PEP} = 102,992 - 4,0081*V - 0,78964^{NS}P + 0,24166^0VP$$

$$R^2 = 0,6708$$

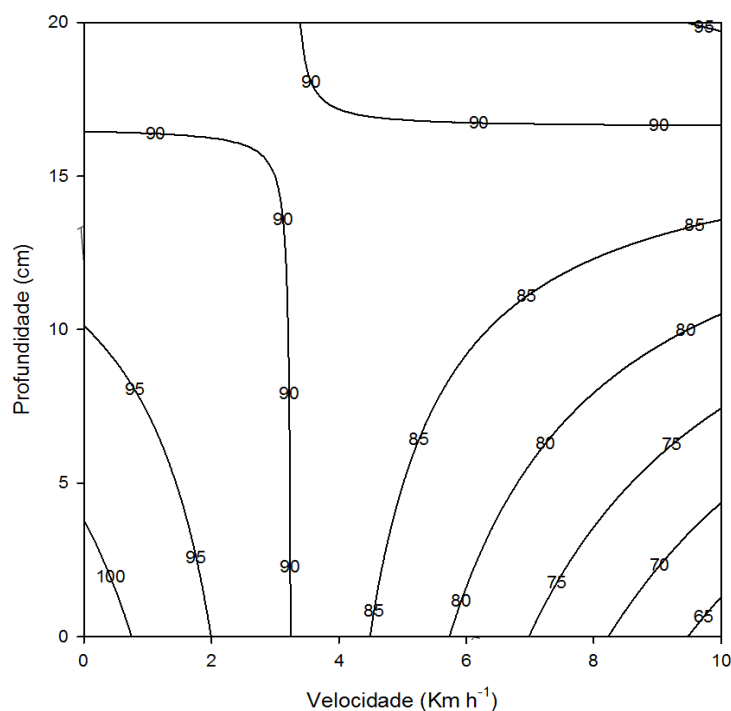


Figura 8 – Porcentagem de emergência de plântulas em função da velocidade de deslocamento na semeadura (V) e da profundidade de deposição do fertilizante (P), equação ajustada e coeficiente de determinação (R^2)*- Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste, ⁰- Significativo ao nível de 10% pelo teste t, ^{NS}- Não significativo pelo teste t.

Avaliando diferentes tipos de sulcadores na semeadura da soja, Vizzoto (2014) observou diferenças significativas na porcentagem de emergência das plântulas, tendo o mecanismo tipo haste com tapador, seguido pelo mecanismo tipo haste, os que obtiveram maiores valores (98,14 e 93,95 %), fato explicado pelo autor como sendo devido a maior mobilização do solo causado pelas hastes que facilitou a infiltração de água nas camadas compactadas do solo. A semeadura do milho sendo feita sob plantio convencional, cultivo mínimo e sob o plantio direto, levaram Conceição et al. (2014) a obterem maior porcentagem de emergência de plântulas no sistema convencional.

Já, Rinaldi (2008) não observou diferenças significativas para a porcentagem de emergência de plântulas de feijão tanto para a velocidade de deslocamento na semeadura (3; 6; 9 e 11 Km h⁻¹) quanto para a profundidade de deposição do fertilizante (5 e 10 cm). Resultado que

corroborar com os encontrados por Das Graças (2012), que na semeadura do feijão sendo avaliada conforme lâminas de irrigação de acordo com a evapotranspiração (25; 50; 75; 100 e 125 %) e da profundidade de deposição do fertilizante (4,84; 8,68; 12,20 e 16,83 cm) não encontrou diferença significativa da profundidade de deposição do fertilizante nem das lâminas de irrigação, possivelmente pelo fato de todas as sementes terem sido depositadas à mesma profundidade e do uso das lâminas ter ocorrido após a estabilização da cultura.

4.4.2 Índice de velocidade de emergência de plântulas

A velocidade de deslocamento e a profundidade de deposição do adubo apresentaram efeito quadrático sobre o índice de velocidade de emergência (IVE) das plântulas de milho (Figura 7). O IVE máximo foi de 32,45 com velocidade de deslocamento de 5,43 km h⁻¹ e profundidade de deposição de fertilizante de 12,02 cm.

$$\widehat{IVE} = 16,7719 + 1,91091*V - 0,176011*V^2 + 1,74536*P - 0,072571*P^2$$

$$R^2 = 0,8955$$

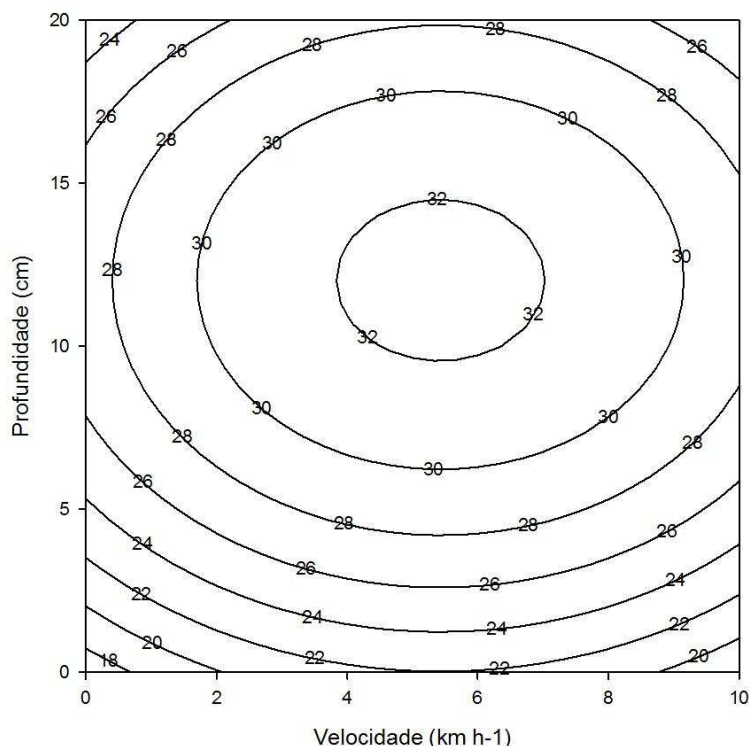


Figura 7 - Índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) em função da velocidade de deslocamento na semeadura (V) e da profundidade de deposição do fertilizante (P), equação ajustada e coeficiente de determinação (R^2)*- Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

No manejo de diversas coberturas vegetais e velocidades de semeadura no milho, Trogello et al. (2013) também constataram efeito significativo da velocidade de semeadura para o índice de velocidade de emergência, constatando diminuição do IVE quando variou a de 4,5 para 7 km h⁻¹ a velocidade de semeadura.

Já Silva et al. (2015), encontraram diferenças significativas do IVE conforme variaram a profundidade de semeadura do milho de 2 – 8 cm, sendo o tratamento em que a profundidade variava de 6 - 8 cm o que obteve melhor IVE.

Enquanto Vizzotto et al. (2014), observaram diferenças significativas do IVE na cultura da soja variando o tipo de mecanismo rompedor, achando o maior IVE para o mecanismo do tipo haste sulcadora com tapador. Na semeadura do feijão, Das Graças (2012), observou o

aumento linear do IVE conforme se aumentou a profundidade de deposição do adubo, justificando tal resultado pela maior mobilização do solo, causando maior interação desse com a semente.

Diferente dos resultados observados nesse experimento, Rinaldi et. al. (2010), não observaram efeito da velocidade (3; 6; 9 e 11 km h⁻¹), da profundidade (5 e 10 cm) e tampouco da interação entre ambos a semeadura direta do feijão para o IVE. Assim como Castela Junior et al. (2014), que usando as velocidades de 5, 6; 7,6 e 9 km h⁻¹ na semeadura também não observaram diferenças para o IVE, com tal índice aumentando conforme se aumentou também a velocidade.

Na semeadura do milho variando os tratamentos em função das velocidades de deslocamento (3; 4,5 e 7 Km h⁻¹) com diferentes dosadores de sementes e semeadoras Boligon et al. (2013) não observaram efeito da velocidade para o IVE, assim como Trogello et al. (2013) variando a velocidade de 4,5 para 9,5 km h⁻¹ também não encontraram efeito significativo para o IVE. O mesmo vale para Silva & Gamero (2010) quando elevaram a velocidade de semeadura de 3,0 para 9,0 km h⁻¹, não encontrando diferenças para o IVE.

4.4.3 Tempo médio de emergência de plântulas

O tempo médio de emergência de plântulas (Nm) teve efeito significativo tanto para a velocidade de semeadura quanto para a profundidade de deposição do fertilizante (Figura 9). A medida em que se aumentou a velocidade e a profundidade, ocorreu a diminuição no tempo de emergência das plântulas, que variou de 4,64 à 6,29 dias.

$$\widehat{Nm} = 6,8121 - 0,273866^{**}V - 0,12162^{**}P + 0,020049^{**}VP$$

$$R^2 = 0,8647$$

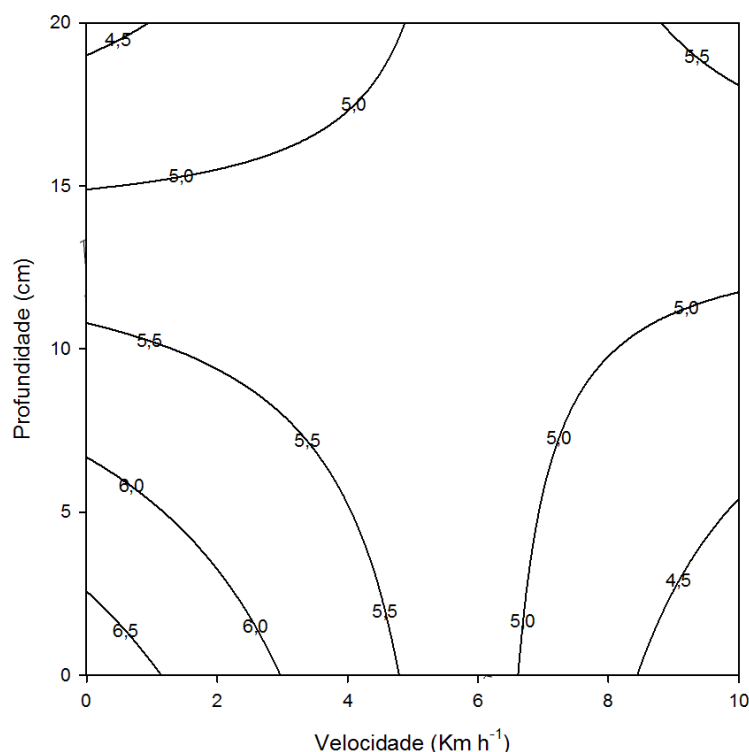


Figura 9 – Tempo médio de emergência de plântulas (Nm) em função da velocidade de deslocamento na semeadura (V) e da profundidade de deposição do fertilizante (P), equação ajustada e coeficiente de determinação (R^2) - Significativo ao nível de 1% pelo teste t.

Com o aumento de 5 para 10 cm da profundidade de deposição do fertilizante adubo, Rinaldi et al. (2010) também encontraram o aumento do Nm.

Já Silva & Gamero (2010) na velocidade de 7 Km h⁻¹ observaram menor tempo de emergência, seguido pela velocidade de 9 Km h⁻¹ ao avaliarem a semeadura do milho sob diferentes velocidades (3; 4,5; 5; 7 e 9 Km h⁻¹) e marteletes (4 e 5 dentes).

Na semeadura do milho, Silva (2015) também observou o aumento do tempo de emergência das plântulas quando se aumentou a velocidade de 5,1 para 6,2 km h⁻¹ e sua diminuição com o aumento da profundidade. Valores semelhantes foram encontrados por Cavichioli (2014), em que o aumento da profundidade diminuiu o Nm, mas a variação da velocidade de 4,5 para 6,5 Km h⁻¹ não teve efeito sob a variável.

4.4.4 Teor de nutrientes nas folhas

O tratamento 6 (6 Km h⁻¹; 15 cm) apresentou maiores médias dos teores dos nutrientes N, Ca e S, e o tratamento 3 (3 Km h⁻¹; 15 cm) teve os maiores teores de P, K e S juntamente com o tratamento 6. Nota-se pelos resultados explícitos no Quadro 8, que a maioria dos tratamentos que tiveram a deposição de fertilizante a 15 cm, foram os que obtiveram os maiores teores de nutrientes foliares. Supõe-se que tal resultado tenha ocorrido devido ao fato de as raízes ao crescerem terem acesso mais rápido nas maiores profundidade, onde a umidade é maior, o que ajuda na disponibilização dos nutrientes no solo e consequente maior absorção pelas raízes.

Vale salientar que os valores de N, P e Mg encontram-se fora da faixa de suficiência de acordo com Martinez et al. (1999), tal fato pode estar ligado ao estresse hídrico sofrido pela cultura, fazendo com o solo não disponibilizasse os nutrientes para a absorção das raízes.

Quadro 8 – Média dos teores de nutrientes foliares.

TEORES DE NUTRIENTES (g Kg ⁻¹)							
Velocidade (Km h ⁻¹)	Profundidade (cm)	N	P	K	Ca	Mg	S
3	5	18,005	1,9	24,66	2,795	1,625	1,44
3	10	17,565	2,045	12,928	2,77	1,63	1,56
3	15	22,955	2,29	27,85	2,84	1,68	1,63
6	5	23,26	1,76	25,065	2,485	1,525	1,365
6	10	22,95	2,105	27,16	2,665	1,61	1,44
6	15	23,65	2,185	27,545	2,96	1,62	1,63
9	5	21,095	2,045	26,15	2,805	1,705	1,585
9	10	21,795	2,18	27,27	2,67	1,615	1,555
9	15	23,265	2,055	25,465	2,825	1,585	1,54

Digestão Nitrico-perclórica para P, K, Ca, Mg, S e digestão Sulfúrica para o N.

4.4.5 Altura das plantas, diâmetro do colmo e altura de inserção da primeira espiga.

Pelo fato de a velocidade de semeadura e a profundidade de deposição do fertilizante não terem influenciado a altura das plantas, a equação da reta é constituída pela média dos valores observados das variáveis, dada pela equação $\hat{Y} = 1,78$.

Segundo a empresa produtora das sementes, a altura das plantas pode variar de 2,35 a 2,75 m, no dado experimento, porém, a altura foi muito inferior, podendo ser explicado pelo fato de a cultura não ter sido irrigada, sofrendo estresse hídrico.

De acordo com Fancelli (2015), a cultura do milho exige 400-600 mm de precipitação para um bom desenvolvimento, quando não se aplica a irrigação, e para fins de planejamento de manejo sugere uma lâmina de 4,5 mm dia⁻¹. Segundo dados fornecidos pelo Boletim Meteorológico (UFV, 2017), dos meses de janeiro a junho, o volume de chuva registrado para o município de Viçosa foi de 284,1 mm de água, o que forneceu uma lâmina média de água de 2,04 mm dia⁻¹ (Figura 11). Fator esse responsável pela não expressão da potencialidade do híbrido.

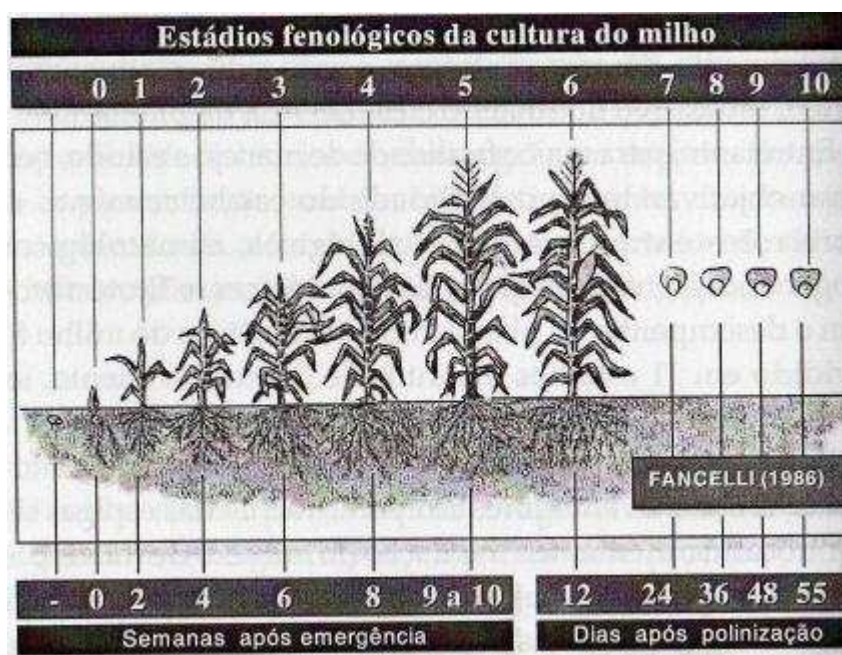


Figura 10 – Estádios fenológicos do milho (Fancelli, 1986).

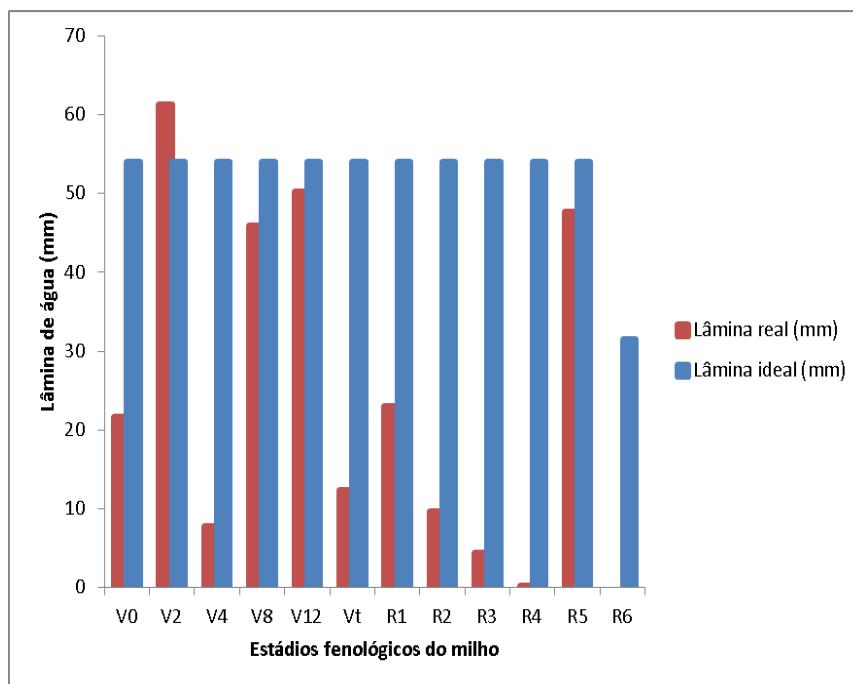


Figura 11 – Gráfico dos estádios fenológicos do milho e das lâminas de irrigação ideal (mm) para seu desenvolvimento e lâminas de irrigação real (mm) ocorridas no período do experimento.

Resultados semelhantes foram observados por Cavichioli (2014), onde a variação da velocidade de 4,5 para 6,5 km h⁻¹ e a variação da profundidade de deposição do fertilizante (10; 12,5 e 15 cm) não tiveram influência significativa para a altura das plantas de milho. Corrêa Junior. et al. (2014) também não constataram diferença nas alturas das plantas 60 e 80 dias após a semeadura para as velocidades de 4,5, 5,5 e 7 Km h⁻¹, com uma média de altura igual a 1,4 m. Resultados que corroboram com os encontrados por Mello (2011), em que nas velocidades de 4,5, 6 e 7,5 Km h⁻¹ e profundidades de 10 e 15 cm de deposição de fertilizante não influenciaram no tamanho das plantas, sendo a média da altura igual a 1,64 m. O mesmo autor encontrou resultados semelhantes quando variou as velocidades de 5,3, 6,8 e 9,2 Km h⁻¹ e utilizou as mesmas profundidades, não encontrando diferença estatística para a altura do milho (Mello, 2011).

Já Souza et al. (2016), encontraram diferença para a altura das plantas de milho quando se realizou a deposição da semente em diferentes profundidades, com maiores médias da altura (1,98 - 2 m) quando realizou a semeadura na profundidade 4 - 8 cm.

O diâmetro do colmo foi amostrado em dois momentos, V8 e no estádio R1. Em ambos os momentos a variação da velocidade e da profundidade influenciaram significativamente o diâmetro do colmo do milho. No primeiro momento, segundo o modelo gerado, o diâmetro é igual a 13,41 mm, quando se utiliza a velocidade de 5,99 Km h⁻¹ combinada com a profundidade de 11,54 cm (Figura 10). E para o estádio R1 tem-se um colmo de 15,3 mm na velocidade deslocamento de 5,4 Km h⁻¹ e profundidade de deposição do adubo de 11,73 cm (Figura 11).

$$\widehat{D1col} = 29,7976 - 2,6676*V + 0,22271*V^2 - 1,45444*P + 0,063031*P^2$$

$$R^2 = 0,8406$$

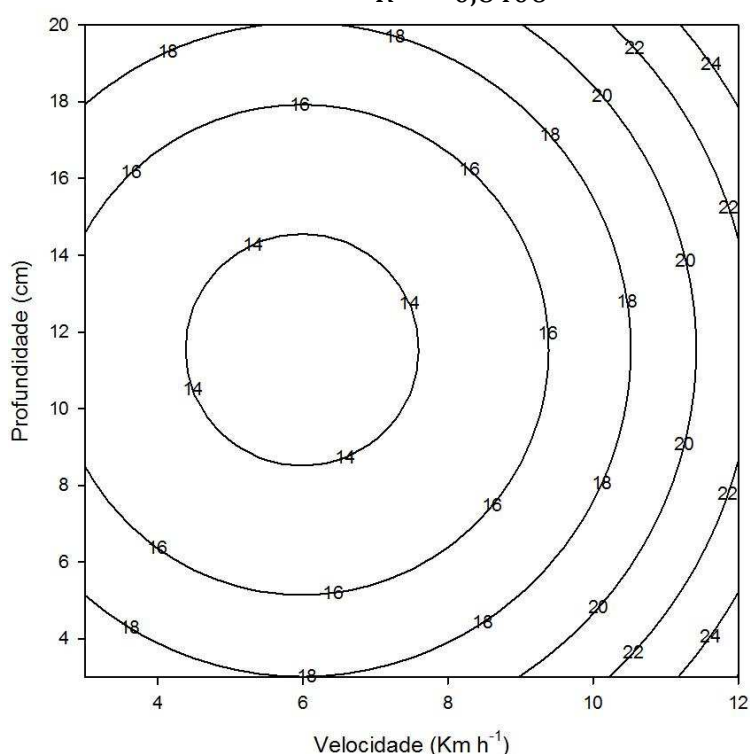


Figura 10 – Diâmetro do colmo amostrado entre os estádios V6 e V9 ($\widehat{D1col}$) em função da velocidade de deslocamento na semeadura (V) e da profundidade de deposição do fertilizante (P), equação ajustada e coeficiente de determinação (R^2)*- Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t.

$$\widehat{D2\ colm} = 29,6288 - 1,82943*V + 0,169227*V^2 - 1,599*P + 0,068136*P^2$$

$$R^2 = 0,9009$$

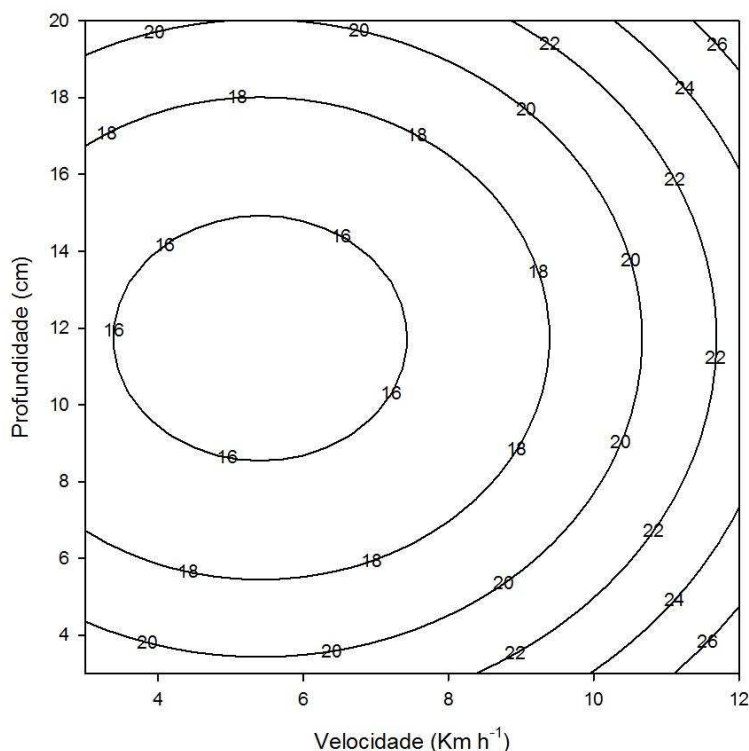


Figura 11 – Diâmetro do colmo amostrado no estágio R1 ($\widehat{D2\ colm}$) em função da velocidade de deslocamento na semeadura (V) e da profundidade de deposição do fertilizante (P), equação ajustada e coeficiente de determinação (R^2)*- Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste t.

O diâmetro do colmo também variou conforme a variação de 5 para 10 cm da profundidade de deposição do fertilizante e das velocidades de semeadura (0; 4,5; 6 e 7,5 Km h^{-1}) de acordo com Mello (2011). Esse foi maior quando se adubou a cultura a 10 cm (18,6 mm) e utilizou a velocidade de 0 Km h^{-1} (19,1 mm) feita manualmente, para as demais velocidades não ocorreu diferença estatística conforme os resultados encontrados pelo autor. O diâmetro do colmo variou nas diferentes épocas amostradas segundo Corrêa Junior. et al. (2014), sendo que aos 60 dias após a semeadura os valores obtidos foram de 27,31 mm comparados com 22,74 mm 80 dias após a semeadura, a variação da velocidade (4,5; 5,5 e 7 Km h^{-1}), porém não teve influência sobre o mesmo.

Diferente dos resultados encontrados no dado experimento, Cavichioli (2014) não encontrou significância das velocidades de 4,5 e 6,5 Km h^{-1} e das profundidades de deposição do adubo de 10, 12,5 e 15 cm para o diâmetro

das plantas de milho. Assim como Mahl (2002; 2006) que variando as velocidades (4,4 – 10,1 Km h⁻¹) também não encontrou diferenças dessa variável. Souza et al. (2016) semeando o milho entre 2 e 8 cm também não obteve diferenças para o diâmetro do colmo.

A altura da primeira espiga não foi influenciada pelas diferentes velocidades de semeadura nem pelas profundidades, sendo a equação $\hat{Y} = 0,71$.

Para diferentes velocidades de semeadura (4,5 e 6,5 Km h⁻¹) e profundidade de deposição do fertilizante (10; 12,5 e 15 cm) Cavichioli (2014) também não encontrou diferença para a altura da primeira espiga, assim como Mahl (2002; 2006) quando variou a velocidade de 4,4 a 10,1 Km h⁻¹.

Já Mello (2011), encontrou efeito significativo das profundidades de 5 e 10 cm de deposição do fertilizante, com maior altura da primeira espiga para a menor profundidade de adubação, sendo que as velocidades de 4,5, 6 e 7,5 Km h⁻¹ não interferiram na variável. Souza et al. (2016) observaram diferença significativa da altura da primeira espiga quando variou de 2 a 8 cm a profundidade das sementes de milho.

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido, pode-se concluir que:

A semeadora-adubadora apresentou índices de precisão satisfatórios na semeadura do milho.

A velocidade de semeadura e a profundidade de deposição do fertilizante influenciaram a profundidade real de deposição do fertilizante no momento da semeadura, o espaçamento médio entre plântulas, a percentagem de emergência, o índice de velocidade de emergência e o tempo médio de emergência das plântulas de milho.

Para maiores profundidades de deposição do fertilizante tem-se uma maior absorção de macronutrientes pelas plantas.

Recomenda-se para a semeadura do milho uma faixa de velocidade de 5,5 – 7 Km h⁻¹ e profundidade de deposição do fertilizante de 11 -15 cm.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alonço, A. S.; Da Silveira, H. A. T.; Cardinal, K. M. Distribuição longitudinal de sementes de algodão e girassol com diferentes velocidade e inclinações em dosadores pneumáticos. *Scientia Agraria*, Curitiba, v. 16, p. 63 – 70, 2015.

Alonço, A. S.; Da Silveira, H. A. T.; Bellé, M. P.; Carpes, D. P.; Machado, O.D.C. Influência da inclinação transversal e velocidade de operação sobre o desempenho de dosadores pneumáticos com semente de soja. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v. 22, p. 119 – 127, 2014.

Aratani, R. G.; Freddi, O. S.; Centurion, J. F.; Andrioli, I. Qualidade física de um latossolo vermelho acriférico sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 33, p. 677 - 687, 2009.

Balastreire, L. A. Máquinas agrícolas. Editora Manole, São Paulo – SP, 1987 307 p.

Boligon, F.; Nóbrega, L. H. P.; Silveira, J. C. M.; Godoy, E; Martins, G. I. Densidade populacional de plantas de milho (*Zea mays* L.) em função da velocidade de deslocamento e do mecanismo dosador de sementes de duas semeadoras adubadoras. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 36, 2007, Bonito. Anais, CD: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 2007.

Boligon, F.; Nóbrega, L. H. P.; Souza, E. G.; Pacheco, F. P.; Silveira, J. C. M. Aspectos relacionados à densidade populacional de plantas de milho em função da velocidade de deslocamento e do mecanismo dosador de sementes em duas semeadoras adubadoras. *Varia Scientia Agrárias*, v. 03, p. 81 – 94, 2013.

Borém, A.; Galvão, J. C. C.; Pimentel, M. A. MILHO do plantio à colheita. In: Fancelli, A. L. Ecofisiologia, Fenologia e Implicações Básicas de Manejo. Viçosa – MG. Universidade Federal de Viçosa, 2015. Cap. 3, p. 50 – 76.

Borém, A.; Galvão, J. C. C.; Pimentel, M. A. MILHO do plantio à colheita. In: Fristsche Neto, R. & Môro, G. V. Cultivares. Viçosa – MG. Universidade Federal de Viçosa, 2015. Cap. 3, p. 137 – 153.

Borém, A.; Galvão, J. C. C.; Pimentel, M. A. MILHO do plantio à colheita. In: Galvão, J. C. C.; Trogello, E.; Pereira, L. P. L. Milho Segunda Safra. Viçosa – MG. Universidade Federal de Viçosa, 2015. Cap. 3, p. 207 – 221.

Borém, A.; Galvão, J. C. C.; Pimentel, M. A. MILHO do plantio à colheita. In: Môro, G. V.; Fritsche – Neto, R. Importância e Usos do Milho no Brasil – MG. Universidade Federal de Viçosa, 2015. Cap. 3, p. 9 – 25.

Bottega, E. L.; Rosolem, D. H.; Oliveira Neto, A. M.; Piazzeta, H. V. L.; Guerra, N. Qualidade da semeadura do milho em função do sistema dosador de sementes e velocidade de operação. Global. Science and Technology, v. 07, p. 107–114, 2014.

Brasil. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Defesa agropecuária. Brasília, 365p. 1992.

Camacho, M. A.; Silveira, M. V.; Camargo, R. A.; Natale, W. Faixas normais de nutrientes pelos métodos ChM, DRIS e CND e nível crítico pelo método de distribuição normal reduzida para laranja-pera. Revista Brasileira de Ciências do Solo, v. 46, p.193 - 200, 2012.

Camolezzi, G. B.; Brito, O. R.; Melém Junior, N. J.; Richart, A.; Carneiro, C. E. A.; Aguiar, S. X.; Ferreira, E.; Fujimura, A. M.; Simão, R. F.; Vidal, D. de O.; Fonseca, I. C. B.; Guedes, M. C. Teores foliares de macronutrientes em plantas de milho e pH do solo, após aplicação e queima de resíduos orgânicos. Embrapa Amapá. Separatas, 2007.

Coelho, J. L. D. Ensaio & certificação das máquinas para a semeadura. In: Mialhe, L.G. Máquinas agrícolas: ensaio & certificação. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p. 551 – 569, 1996.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. Avaliação da safra agrícola 2016/17 – Série histórica. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em 25 de abril de 2017.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. Acompanhamento da safra de grãos. V.4 – Safra 2016/17 N.2 – Segundo levantamento – Monitoramento agrícola – Safra 2016/17. DLG. Manual. Disponível em: <<http://www.dlg.com.br/>>. Acesso em 25 de abril de 2017.

Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. Acompanhamento da safra de grãos. V.4 – Safra 2016/17 N.9 – Nono levantamento – Monitoramento agrícola – Safra 2016/17. DLG. Manual. Disponível em: <<http://www.dlg.com.br/>>. Acesso em 23 de junho de 2017.

Conceição, L. A.; Valero, C.; Elorza, P. B.; Dias, S.; Freixal, R. Variabilidade espacial de uma cultura de milho (*Zea mays*): influência da distribuição longitudinal de semente. Revista de Ciências Agrárias, v. 37, p. 329 – 339, 2014.

Corrêa Junior, D.; Garcia, R. F.; Manhães, C. M. C.; Klaver, P. P. C.; Júnior, J. F. S. V. Influência da velocidade de trator e semeadora de precisão na implantação e produtividade da cultura do milho verde. Engenharia na agricultura, Viçosa, v. 22, p. 25 – 32, 2014.

Cortez, J. W.; Furlani, C. E. A.; Da Silva, R. P.; Lopes, A.; Grotta, D. C. C. Densidades de semeadura da soja e profundidade de fertilização. Revista Ceres, v. 55, p. 396 - 401, 2008.

Castela Junior, M. A.; Oliveira, T. C.; Figueiredo, Z. N.; Samogim, E. M.; Caldeira, D. S. A. Influência da velocidade da semeadora na semeadura direta da soja. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v.10, p.1199 - 1207, 2014.

Cavichioli, F. A. Velocidade de semeadura e profundidade da haste em sistema plantio direto de milho e soja. Jaboticabal – SP, 2014. 65 p. Tese doutorado.

Das Graças Lacerda, É.; Fernandes, H. C., Teixeira, M. M., Leite, D. M.; Haddade, I. R. (2014). Rendimento do feijoeiro em semeadura direta considerando-se a profundidade de adubação e lâminas de irrigação. Engenharia na Agricultura, v. 22, p. 205, 2014.

Das Graças Lacerda, É. Demanda energética e rendimento do feijoeiro em sistema de plantio direto. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2012. 84 p. Tese doutorado.

Delaforse, R.M. Máquinas sembradoras de grano grueso. Santiago: Oficina Regional de La FAO para America Latina y el Caribe, 1986. 48p.

Edmond, J. B. & Drapala, W. J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seed. Proceedings of American Society for Horticultural Science. v. 71, p. 428 - 434, 1958.

Embrapa. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa Solos, 412p, 1999.

Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual e métodos de análise do solo. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997, 212 p.

Faquin, V. Diagnose do estado nutricional das plantas. Universidade Federal de Lavras - UFLA Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão - FAEPE Lavras - MG Diagnose do estado nutricional das plantas / Valdemar Faquin. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 77 p. il. - Curso de Pós-Graduação "Lato Sensu" (Especialização) a Distância: Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio.

Food and Agricultural Organization – FAO. Faostat. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 28 de janeiro 2016.

Freddi, O. S.; O. S.; Carvalho, M. P.; Júnior Veronessi, V.; Carvalho, M. P. Produtividade do milho relacionada com a resistência mecânica à penetração do solo sob preparo convencional. Engenharia Agrícola, v.26, p.113 - 121, 2006.

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, v.19, p. 177 - 186. 1999.

Gamero, A. C. Desempenho operacional de um subsolador de hastes com curvatura lateral ("Paraplow"), em função de diferentes velocidades de deslocamento e profundidades de trabalho. Botucatu – SP, 2008. 72p. Dissertação Mestrado.

Garcia, G. O.; Ferreira, P. A.; Miranda, G. V.; Neves, J. C. L.; Moraes, W. B.; Santos, D. B. Teores foliares dos macronutrientes catiônicos e suas relações com o sódio em plantas de milho sob estresse salino. Idesia (Chile). v. 25, p. 96 – 106, 2007.

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.

Gondim, A. R.; Prado, R. M.; Fonseca, I. M.; Alves, A.U. Crescimento inicial do milho cultivar brs1030 sob omissão de nutrientes em solução nutritiva. Revista Ceres, v. 63, p. 706 - 714, 2016.

Gott, R. M.; Aquino, L. A.; Carvalho, A. M. X.; Santos, L. P.; Nunes, P. H. M.; Coelho, B. S. Índices diagnósticos para interpretação de análise foliar do milho. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi, v. 18, p. 1110 - 1115, 2014.

Kachman, S. D. & Smith, J. A. Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering. Transactions of the ASAE, v. 38, p. 379 - 387, 1995.

Karayel, D.; Barut, Z. B.; Özmerzi, A. Mathematical modelling of vacuum pressure on a precision seeder. Biosystems Engineering, v. 87, p. 437 - 444, 2004.

Klein, V. A.; Siota, T. A.; Anesi, A. L.; Barbosa, R. Efeito da velocidade na semeadura direta de soja. *Engenharia Agrícola*, v. 22, p. 75 - 82, 2002.

Köppen, W. *Climatologia com un estudio de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Econômica, 1948, 478 p.

Kurachi, S. A. H.; Costa, J. A. S.; Bernardi, J. A.; Coelho, J. L. O.; Silveira, G. M. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. *Bragantia*, v. 48, p. 249 - 62, 1989.

Kurachi, S. A. H.; Costa, J. A. de S.; Bernardi, J. A.; Silveira, G. M. da; Coelho, J. L. D. Avaliação tecnológica: resultados de ensaios de mecanismos dosadores de sementes de semeadoras-adubadoras de precisão. *Boletim Científico* 28, Instituto Agronômico (IAC), 47p, 1993.

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. Desempenho operacional de semeadora em função de mecanismos de corte, velocidade e solos, no sistema plantio direto do milho. 2006. Botucatu - SP, 2006. 143 p. Tese Doutorado.

Mahl, D.; Gamero, C. A.; Benez, S. H.; Furlani, C. E. A., Silva, A. R. B. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. *Engenharia Agrícola*, v. 24, p. 150 - 157, 2004.

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.

Mahl, D. Desempenho de semeadoras-adubadoras de milho (*Zea mays*) em sistema de plantio direto. Botucatu –SP, 2002. 160 p. Dissertação Mestrado.

Mantovani, E. C., Cruz, J. C., De Oliveira, A. C. Avaliação em campo de uma semeadora-adubadora para semeadura de milho de alta densidade. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 14, p. 38 - 48. 2015.

Marcos Filho, J.; Cicero, S. M.; Silva, W. R. Avaliação da qualidade das sementes. 1 ed. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.

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.

Mello, A. Distribuição longitudinal e produtividade do milho em função da velocidade de deslocamento e da profundidade de deposição da semente. Jaboticabal – SP, 2011. 90 p. Tese Doutorado.

Miranda, G. V.; Santos, I. C.; Galvão, J. C. C.; De Pauça Júnior, T. J.; Nicoli, A.; Lemos J. P. Guia Técnico para a produção de MILHO. EPAMIG. 2^o ed, 53p, 2013.

Nunes, M. R.; Denardin, J. E.; Faganello, A.; Pauletto, E. A.; Pinto, L. F. S. Efeito de semeadora com haste sulcadora para ação profunda em solo manejado com plantio direto. Revista Brasileira de Ciências do solo. v. 38, p. 627 - 638, 2014.

Pinheiro Neto, R.; Braccini, A.L.; Scapim, C. A.; Bortolotto, V. C.; Pinheiro, A. C. Desempenho de mecanismos dosadores de sementes em diferentes velocidades e condições de cobertura do solo. Acta Scientiarum Agronomy. v. 30, p. 611 - 617, 2008.

Reis, E. F.; Moura, J. R.; Delmond, J. G.; Cunha, J. P. A. R. Características operacionais de uma semeadora-adubadora de plantio direto na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Revista Ciências Técnicas Agropecuárias, v. 16, p. 70 - 75, 2007.

Reis, A. V.; Machado, A. L. T.; Bisognin, A. Avaliação do desempenho de três mecanismos dosadores de sementes de arroz com vistas a semeadura de precisão. *Revista Brasileira Agrociência*, v. 13, p. 393 – 398, 2007.

Reynaldo, É. F. ; Machado, T. M.; Taubingers, L.; Quadros, D. Influência da velocidade de deslocamento na distribuição de sementes e na produtividade de soja. *Engenharia na agricultura*, v. 24, p. 63 - 67, 2016.

Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez, V. H. V. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. In: Martinez, H. P.; Carvalho, J. G.; Souza, R. B. *Diagnose foliar*. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1999. Cap. 17, p. 143 - 168.

Rinaldi, P. C. N.; Fernandes, H.C.; Teixeira, M. M.; Silveira, J. C. M.; Júnior Magno, R. G. Influência da profundidade de adubação e da velocidade de uma semeadora no estabelecimento inicial da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.). *Engenharia na agricultura*, v. 18, p. 123 - 130, 2010.

Rinaldi, P. C. N. Influência da profundidade de adubação e da velocidade de uma semeadora de plantio direto na cultura do feijão. Viçosa – MG, 2008. 60p. Dissertação Mestrado.

Rossetti, K. V. & Centurion, J. F. Sistemas de manejo e atributos físico-hídricos de um Latossolo Vermelho cultivado com milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, v. 17, p. 472 – 479, 2013.

SAEG Sistema para Análises Estatísticas, Versão 9.1: Fundação Arthur Bernardes - UFV - Viçosa, 2007.

Santos, V. G.; Arriel, F. H.; Guilherme, I. H.; Compagnon, A. M. Distribuição longitudinal de sementes de milho em função da velocidade de semeadura. IV Congresso Estadual de Iniciação Científica do IF Goiano 21 a 24 de setembro de 2015.

Santos, A. J. M.; Gamero, C. A.; Oliveira, R. B.; Villen, A. C. Análise espacial da distribuição longitudinal de sementes de milho em uma semeadora-adubadora de precisão. *Bioscience Journal*, v. 27, p. 16 – 23, 2011.

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. *Energia na Agricultura*, Botucatu, v. 25, p.85 – 102, 2010.

Silva, V. F. A. Qualidade da semeadura direta de milho com dois mecanismos de pressão no disco sulcador sob duas velocidades. Jaboticabal – SP, 2015. 64 p. Tese Doutorado

Silva, A. C. Desempenho dinâmico de uma semeadora-adubadora em função do mecanismo dosador e da carga aplicada pela rosa compactadora. Viçosa – MG, 2015. 42p. Dissertação Mestrado

Silva, J. G.; Kluthcousk, J.; Stefano, J. G. D.; Aidar, H. Efeitos da velocidade de operação de uma semeadora adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do feijoeiro sob plantio direto. Avanços tecnológicos com a cultura do feijoeiro comum no sistema de plantio direto. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p 21 - 25, 1999.

Silva, B. A., Oliveira, C. A. O., Lima, L. P., Guimarães, E. C., Tavares, M. Avaliação de uma semeadora-adubadora durante a implantação da cultura do milho. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 39, 2010, Vitória. *Anais*. Vitória: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, CD, 2010.

Silva, P. R. A.; Dias, P. P.; Correia, T. P. S; Souza, S. F. G. Emergence of corn seedlings in diferente depths of sowing. *Irriga*, Botucatu, Edição Especial, 20 anos Irriga + 50 anos FCA, p. 178 - 185, 2015.

Souza, P. H. N.; Rodrigues, E. F.; Ramos, L. S.; Viero, R. M.; Cortez, J. W. Efeito da profundidade de semeadura na emergência e distribuição longitudinal do milho (*Zea mays*) em sistema de plantio direto. Milho

Safrinha- XII Seminário Nacional. Dourados- MS, 26 à 28 de novembro de 2013.

Souza, G. G.; Lacerda, C. F.; Cavalcante, L. F.; Guimarães, F. V. A.; Bezerra, M. E. J. B.; Silva, G. L. Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta de milho irrigada com água salina. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.14, p.1143 – 1151, 2010.

Souza, S. F. G.; Arbex Silva, P. R.; Dias, P. P.; Correia, T. P. S.; Giroti, J. F. Avaliação da cultura do milho semeada em diferentes profundidades. *Energia na Agricultura*. v.31, p. 148 – 153, 2016.

Tollenaar, M. & Wu, J. Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. *Crop Science*, v. 39, p.1597 - 1604, 1999.

Tourino, M. C. C.; Rezende, P. M.; Silva, L. A.; Almeida, L. G. P. Semeadoras adubadoras em semeadura convencional de soja. *Ciência Rural*, v. 39, p. 241 - 245, 2009.

Trogello, E.; Mosolo, A. J.; Scarsi, M.; Silva, C. L.; Adami, P. F.; Dallacort, R. Manejos de cobertura vegetal e velocidades de operação em condições de semeadura e produtividade de milho. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 17, p. 796 – 802, 2013.

Trogello, E.; Mosolo, A. J.; Dallacort, R.; Baesso, M. M.; Scarsi, M. Desenvolvimento do milho sobre diferentes manejos de palhada, sulcadores e velocidades de semeadura. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 13, p. 142 – 153, 2014.

Universidade Federal de Viçosa – UFV. Departamento de Engenharia Agrícola. Estação Climatológica Principal de Viçosa. Boletim meteorológico 2017. Viçosa, 2017.

Ventura, S. G.; Arriel, F.H.; Guilherme, I. H.; Compagnon, A. M. Distribuição longitudinal de sementes de milho em função da velocidade de semeadura. In: IV Congresso Estadual de Iniciação Científica do Instituto Federal Goiano 21 a 24 de setembro de 2015. Morrinhos – GO, IF Goiano.

Vizzotto, V. R. Desempenho de mecanismos sulcadores em semeadora-adubadora sobre os atributos físicos do solo em várzea no comportamento da cultura da soja (*Glycine Max L*). Santa Maria, 2014. 78p. Tese Doutorado.

Weirich Neto, P. H. W.; Fornari, A. J.; Justino, A.; Garcia, L. C. Qualidade na semeadura do milho. *Engenharia Agrícola*, v. 35, p. 171 - 179, 2015.

Yazgi, A. & Degirmencioglu, A. Optimization of the seed spacing uniformity performance of a vacuum-type precision seeder using response surface methodology. *Biosystems Engineering*, v. 97, p. 347 - 356, 2007.