

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO E VELOCIDADE DE TRABALHO DE  
UM CONJUNTO TRATOR E SEMEADORA DE PRECISÃO NA  
PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO VERDE

**DELORME CORRÊA JÚNIOR**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
FEVEREIRO – 2013

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO E VELOCIDADE DE TRABALHO DE  
UM CONJUNTO TRATOR E SEMEADORA DE PRECISÃO NA  
PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO VERDE

**DELORME CORRÊA JÚNIOR**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, com ênfase em Mecanização Agrícola

Orientador: Prof. Ricardo Ferreira Garcia

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
FEVEREIRO – 2013

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 020/2013

Corrêa Júnior, Delorme

Influência da adubação e velocidade de trabalho de um conjunto trator e semeadora de precisão na produtividade da cultura do milho verde / Delorme Corrêa Júnior. – 2013.

60 f. : il.

Orientador: Ricardo Ferreira Garcia

Dissertação (Mestrado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2013.

Bibliografia: f. 43 – 47.

1. Semeadura 2. Capacidade de trabalho 3. Produção 4. *Zea mays* L. 5. Adubação de plantio I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

Cutter – C817i

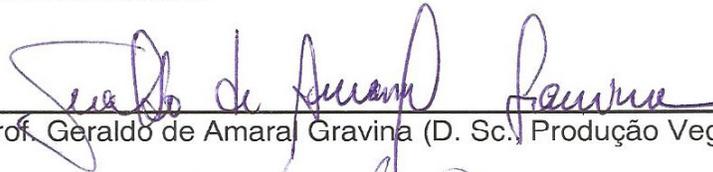
INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO E VELOCIDADE DE TRABALHO DE  
UM CONJUNTO TRATOR E SEMEADORA DE PRECISÃO NA  
PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO VERDE

**DELORME CORRÊA JÚNIOR**

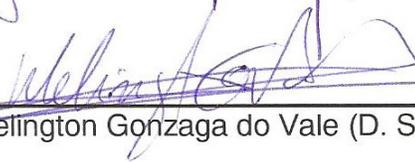
Dissertação apresentada ao Centro de  
Ciências e Tecnologias Agropecuárias da  
Universidade Estadual do Norte Fluminense  
Darcy Ribeiro, como parte das exigências  
para obtenção do título de Mestre em  
Produção Vegetal, com ênfase em  
Mecanização Agrícola

Aprovada em 18 de fevereiro de 2013

Comissão Examinadora:



Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D. Sc., Produção Vegetal) – UENF



Prof. Wellington Gonzaga do Vale (D. Sc., Produção Vegetal) – UFMT



Herval Martinho Ferreira Paes (D. Sc. Produção Vegetal) – UENF



Prof. Ricardo Ferreira Garcia (D. Sc., Engenharia Agrícola) – UENF  
(Orientador)

A Deus por me dar forças para viver um dia de cada vez;

Aos meus pais e meu irmão, meus principais motivos por estar aqui, por me apoiar, incentivar, me darem suporte, pelas nossas brincadeiras, discussões, conversas e desentendimentos, e incentivos durante toda essa caminhada.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro pela oportunidade de realização deste curso;

A CAPES pela concessão e financiamento da bolsa de estudo;

A FAPERJ pela concessão de recursos financeiros;

Ao meu orientador Ricardo Ferreira Garcia pela orientação, respeito, acompanhamento e ensinamentos durante o período de trabalho;

Ao meu coorientador Geraldo de Amaral Gravina por me coorientar, pelos ensinamentos e paciência por acompanhar nos dados dos trabalhos e estatística dos mesmos;

Ao meu grande amigo e professor Paulo Marcelo, pelo companheirismo, respeito, amizade e pelas nossas conversas;

Ao professor e amigo Welington Gonzaga pelo apoio e companheirismo durante toda essa jornada;

A todos os professores do laboratório em especial, ao professor Elias Fernandes, Pedro Berbet e Cláudio Marciano pelo acompanhamento, paciência, ensinamentos e empréstimo dos equipamentos necessários para condução das tarefas;

Aos funcionários e bolsistas do Laboratório de Engenharia Agrícola em especial a Júlio Meirelles, Sérgio Cordeiro de Freitas (Bolinho), Marcia Teresinha, Junior Ferrete, Rosana Moreira, Karina Soares, Zelita Gomes;

Às funcionárias da secretaria da pós-graduação, Fatinha e Patrícia pelos serviços prestados e atenção na preparação de documentos;

Aos alunos da disciplina de Manejo Mecanizado de Culturas, que contribuíram para a realização dos trabalhos de experimentos durante os aproximados quatro meses de trabalho;

Ao proprietário da Fazenda Gabiroba, Luiz Maurício Crespo, e seu funcionário, Floriano, pelo acompanhamento e atenção durante o período de realização dos trabalhos;

Aos meus parceiros e companheiros de trabalho do laboratório, Pablo Klaver e Carmen Manhães pela ajuda e parceria em vários trabalhos, dentro e fora da faculdade, pelas conversas, parcerias e apoio durante o período de mestrado;

Aos meus parceiros, leais e sinceros amigos, Tânia, Mário, Rogério, Urias, Luiz Carlos, Djalma, Vanessa Neto, Raphael, Jocarla, Renan entre outros;

A minha família, meus tios, padrinhos, primos e primas que me apoiaram e incentivaram;

A todos aqueles que, de alguma forma me incentivaram a lutar pelo meu objetivo.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. A cultura do milho.....	3
2.2. Semeadura convencional e direta.....	4
2.3. Semeadoras-adubadoras.....	6
2.4. Avaliação de semeadoras-adubadoras .....	6
2.5. Uso de adubação nitrogenada no manejo da cultura do milho..	8
3. TRABALHOS.....	9
INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE UM CONJUNTO TRATOR E SEMEADORA DE PRECISÃO NA IMPLANTAÇÃO E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO VERDE.....	9
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUÇÃO.....	11
MATERIAL E MÉTODOS.....	14
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
CONCLUSÕES.....	25
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	26
INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO DE PLANTIO NOS CARACTERES	

PRODUTIVOS DA CULTURA DO MILHO VERDE.....	29
RESUMO.....	29
ABSTRACT.....	30
INTRODUÇÃO.....	31
MATERIAL E MÉTODOS.....	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
CONCLUSÕES.....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
4. RESUMO E CONCLUSÕES.....	41
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

## RESUMO

Corrêa Junior, Delorme; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro, 2013. Influência da adubação e velocidade de trabalho de um conjunto trator e semeadora de precisão na produtividade da cultura do milho verde. Orientador: Ricardo Ferreira Garcia. Coorientador: Geraldo de Amaral Gravina.

O primeiro trabalho objetivou avaliar a influência da velocidade de deslocamento do conjunto trator e semeadora na implantação e no desempenho produtivo da cultura do milho verde. O desempenho da semeadora e os caracteres biométricos e de produtividade da cultura foram avaliados, sendo a capacidade de campo efetiva, eficiência de operação, patinação dos rodados da semeadora, velocidade periférica do disco dosador, número de sementes por metro, espaçamento entre sementes, profundidade de semeadura, altura da planta, diâmetro do colmo, comprimento e largura da folha, número de folhas por planta, e comprimento, diâmetro e peso das espigas com e sem palha. Utilizou-se um trator Massey Ferguson 283 4x2 TDA e uma semeadora Max Seed Line com quatro linhas regulada para distribuir 5,9 sementes por metro, com 5 cm de profundidade e 90 cm entre linhas. O experimento foi montado seguindo o delineamento em blocos casualizados, com três velocidades de deslocamento e quatro repetições para cada tratamento, totalizando 12 unidades amostrais. As velocidades de deslocamento foram 1ª simples; 3ª reduzida e 4ª reduzida, referentes às velocidades de 7,0; 4,5 e 5,5 km.h<sup>-1</sup>, a 1.500 rpm no motor. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F de acordo com o

delineamento experimental. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados mostraram que a velocidade de deslocamento influenciou na capacidade de campo efetiva, velocidade periférica do disco dosador, número de sementes por metro, espaçamento entre sementes, comprimento e largura da folha. A velocidade periférica do disco dosador de sementes da semeadora foi de 0,37; 0,46 e 0,55  $\text{m.s}^{-1}$ , nas velocidades de 4,5; 5,5 e 7,0  $\text{km.h}^{-1}$ , respectivamente, e interferiu no número de sementes por metro, que obteve o índice mais baixo de sementes por metro (3,9 sementes) na velocidade mais elevada, o que resultou em espaçamento entre sementes mais elevado (26,19 cm). Quanto ao comprimento e largura da folha, estes sofreram interferência, talvez pelo fato de seu resultado ocorrer na maioria das vezes por questões relacionadas a aspectos nutricionais da planta. Os pesos de espigas com palha foram de 397,8; 371,5 e 419,5 g e de, 242,3; 213,4 e 236,2 g sem palha, respectivamente, para as velocidades de 4,5; 5,5 e 7,0  $\text{km.h}^{-1}$ . Conclui-se que a velocidade do conjunto mecanizado não interferiu significativamente na produtividade da cultura. O segundo trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo da cultura do milho verde em função de doses diferentes de adubação de plantio. O experimento foi montado em blocos casualizados (DBC), com três doses de adubação (30, 40 e 60  $\text{g.m}^{-1}$ ) de NPK com formulado 4-30-10 e quatro repetições para cada tratamento. Foi feita avaliação das espigas consideradas como comerciais e medidas em 10 plantas consecutivas por parcela em cada um dos quatro blocos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram avaliados caracteres biométricos e de produtividade da cultura, sendo altura da planta, diâmetro do colmo, comprimento e largura da folha, número de folhas por planta, e comprimento, diâmetro e peso das espigas com e sem palha. Verificou-se que houve influência da adubação apenas no número de folhas por planta e comprimento da folha. Já para os caracteres produtivos da cultura, não houve influência da adubação em nenhum dos caracteres. De acordo com os resultados, observou-se que o aumento da adubação proporcionou aumento do diâmetro de colmo, que obteve médias de 25,2 mm, 25,8 mm e 26,4 mm, respectivamente, para as adubações de 30, 40 e 60  $\text{g.m}^{-1}$ . Observou-se também que, conforme aumento da altura da planta, ocorreu redução do diâmetro do colmo, e que o peso das espigas com palha variou entre 335,8 e 352,3 g por espiga (16.681,8 a 18.926,0 kg de espigas. $\text{ha}^{-1}$ ) e

o peso de espigas sem palha variou entre 203,1 e 218,9 g por espiga (11.287,8 a 11.416,94 kg de espigas.ha<sup>-1</sup>). Conclui-se que, nestas condições experimentais, o aumento da adubação não foi significativo para a produtividade da cultura. Portanto, o produtor poderá utilizar uma menor dose de adubação na semeadura, e recomenda-se, também, substituir o formulado utilizado por outro que tenha maior percentagem de nitrogênio.

## ABSTRACT

Corrêa Junior, Delorme; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. February, 2013. Influence of fertilization and operation speed of a tractor and row-crop planter in crop yield of corn. Advisor: Ricardo Ferreira Garcia. Co-advisor: Geraldo de Amaral Gravina.

The first study aimed to evaluate the influence of forward speed of the tractor and row-crop planter at implantation and yield performance of corn. The planter performance and biometric characters of crop yield were evaluated, being the effective field capacity, efficiency of operation, planter wheels slippage, dosimeter peripheral speed, number of seeds per meter, seed spacing, seeding depth, plant height, stem diameter, length and width of leaf, number of leaves per plant, and length, diameter and weight of corn cob with and without straw. The set used was composed of a Massey Ferguson 283 MFWD tractor and Max Seed Line four lines row-crop planter, that was setted to distribute 5.9 seeds per meter, with 5 cm deep and 90 cm between rows. The experiment was set up following the randomized block design with three forward speeds and four replications for each treatment, totaling 12 sampling units. The speeds used were 1<sup>st</sup> simple, 3<sup>rd</sup> reduced and 4<sup>th</sup> reduced, relative to the speeds of 7,0; 4,5 and 5,5 km.h<sup>-1</sup>, at 1,500 rpm in the engine. Data were subjected to analysis of variance by F test according to the experimental design. The means were compared by Tukey test at 5% probability using the program SAEG version 9.1. The results showed that the speeds influenced the effective field capacity, dosimeter peripheral speed, number of

seeds per meter, seed spacing and length and width of leaf. The dosimeter peripheral speed was 0,37; 0,46 and 0,55  $\text{ms}^{-1}$ , at speeds of 4,5, 5,5 and 7,0  $\text{km.h}^{-1}$ , respectively, and affect the number of seeds per meter, which got the lowest rate of seeds per meter (3,9 seeds) at higher speed, which resulted in higher seed spacing (26 seeds per meter). The length and width of the leaf suffered interference, perhaps because its results occur most often on issues related to nutritional plant. The weights of corn cobs with straw were 371,5; 397,8 and 419,5 g and 213,4; 242,3 and 236,2 g without straw, respectively, to the speeds of 4,5; 5,5 and 7,0  $\text{km.h}^{-1}$ . It is concluded that the speed of mechanized set did not interfere significantly the productivity of corn. The second study aimed to evaluate the performance culture of corn due to different doses of planting fertilization (30, 40 and 60  $\text{g.m}^{-1}$ ). The experiment was a randomized block design with three doses of NPK fertilizer formulated with 4-30-10 and four replications for each treatment. It was evaluated the tangs considered as commercial and consecutive measurements on 10 plants per plot at each of four blocks. The means were compared by Tukey test at 5% probability. Biometric characteristics were analyzed and crop productivity such as plant height, stem diameter, length and width of leaf, number of leaves per plant, corn cobs length, diameter and weight with and without straw. From the results, it was found that there was influence of fertilizer for planting only in the number of leaves per plant and leaf length. As for the productive character of culture, there was no effect of planting fertilization in any of the characters. It was observed that the fertilization increase resulted in the corn cob diameter increase, which averaged 25,2 mm, 25,8 mm and 26,4 mm, respectively, for the fertilization of 30, 40 and 60  $\text{g.m}^{-1}$ . Furthermore, it was also observed the reduction of the diameter of the stem with the increased of plant height, and that the weight of corn cobs with straw ranged between 335,8 to 352,3 g per unit (16,681.8 to 18,926.0 kg of cobs. $\text{ha}^{-1}$ ) and those without straw ranged from 203,1 to 218,9 g per unit (11.287.8 to 11.416.94 kg of cobs. $\text{ha}^{-1}$ ). It was conclude that, the fertilization increase with NPK was not significant for the crop yield. Therefore, producers may use a lower dose of fertilizer at planting (20  $\text{g.m}^{-1}$ ), and it is recommended to also replace the used formulated with one that has a higher percentage of nitrogen.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das principais culturas, com grande importância econômica e social no mundo. Para a safra 2012/2013, estima-se que a produtividade chegue a 4.920 kg.ha<sup>-1</sup>, de acordo com o primeiro levantamento da safra brasileira de grãos 2012/13 (CONAB, 2012).

Embora os números relativos à sua produção sejam bem mais modestos do que os relativos à produção de grãos, seu cultivo, no Brasil, cresce a cada ano, devido ao seu valor agregado ao produto e seus derivados (Vieira, 2007).

A cultura do milho verde sempre foi uma tradição no Brasil e se tornou uma alternativa de grande valor econômico para pequenos e médios agricultores em razão do bom preço de mercado e da demanda pelo produto *in natura*. O milho pode ser consumido cozido ou assado, na forma de curau, como suco e ingrediente para fabricação de bolo, biscoitos, sorvetes e pamonhas. O milho verde faz parte da culinária brasileira, originária dos índios que aqui sempre viveram. O milho não possui apenas aplicação alimentícia, ao contrário, os usos dos seus derivados estendem-se às indústrias química, farmacêutica, de papéis, têxtil, entre outras de aplicação ainda mais nobres.

De acordo com Embrapa Milho e Sorgo (2006), os grãos do milho são, geralmente, amarelos ou brancos, podendo apresentar colorações variando desde o preto até o vermelho. O peso individual do grão varia, em média, de 250 a 300mg e sua composição média em base seca é 72% de amido, 9,5% proteínas, 9% fibra (a maioria resíduo detergente neutro) e 4% de óleo. Quando

os grãos secos são processados, a exemplo da moagem seca, os produtos resultantes chegam a perder até 80% do conteúdo fibroso do grão, não sendo mais considerados boas fontes de fibra.

A planta de milho pode ser aproveitada praticamente em sua totalidade. Após a comercialização das espigas, os restos da planta podem ser ainda aproveitados para posterior incorporação ou como cobertura do solo para plantio direto, ou ainda, sendo triturado para compor a silagem para a alimentação animal.

A obtenção de um bom estande, além de outros fatores, está relacionada ao bom desempenho das semeadoras. No Brasil, o Centro Nacional de Engenharia Agrícola – CENEA (1975) foi a instituição responsável por avaliar o desempenho dessas máquinas até março de 1990. De acordo com resultados de ensaio de semeadoras, com sementes de soja, realizados no CENEA, máquinas com sistema de dosagem mecânico apresentaram uniformidade de espaçamentos inferior a 50%.

Cultivares ideais para produção de milho verde devem apresentar espigas grandes e com bom empalhamento, o que confere à espiga maior proteção contra o ataque de pragas, que depreciam o produto; os grãos devem ser do tipo dentado, com alinhamento retilíneo e ter, preferencialmente, cor amarelo-creme; o endurecimento dos grãos deve ser relativamente lento; o pericarpo deve ser fino, pois quanto menor sua espessura, maior a maciez do grão após cozimento (Pereira Filho et al., 2003).

Sendo a operação da semeadura, a fase inicial do processo de estabelecimento da cultura do milho, é imprescindível que estudos sobre o desempenho de semeadoras-adubadoras sejam conduzidos, visto que uma das causas da baixa produtividade reside na dificuldade de se estabelecer as condições ideais nesta fase e eventuais problemas somente serão detectados após a germinação das plântulas e seu desenvolvimento, quando a correção torna-se uma operação difícil e onerosa.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência da velocidade de operação de um conjunto trator e semeadora de precisão e doses diferentes de adubação de plantio na implantação da cultura e produtividade da cultura do milho verde.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.) é uma das principais culturas cultivadas no Brasil, sendo utilizado diretamente em diversos pratos típicos da culinária nacional ou indiretamente, como componente de rações ou na fabricação de outros produtos.

A cultura do milho, atualmente, ocupa a terceira maior área cultivada no mundo, superada apenas pelo trigo e pelo arroz. Segundo a CONAB (2012), a produtividade da safra 2011/2012 foi estimada em 4788 kg.ha<sup>-1</sup>. Já para a safra 2012/2013 estima-se que sua produtividade seja de 4920 kg.ha<sup>-1</sup>, ou seja, uma variação de 2,8%. Considerando as duas safras, estima-se para esse início de acompanhamento, que a área total de milho estará entre 14,64 e 14,85 milhões de hectares, 3,4% a 2,0% menor que a safra passada. A produção nacional de milho, primeira e segunda safras, deverá chegar entre 71,9 e 73,2 milhões, praticamente a mesma produtividade da última safra.

Para o Estado do Rio de Janeiro, a produtividade da safra 2011/2012 foi estimada em 2435 kg.ha<sup>-1</sup>. Para a safra 2012/2013, estima-se que sua produtividade deverá atingir praticamente os mesmos números e não sofrerá elevadas alterações na produtividade.

De acordo com Ritchie et al. (2003), sob condições adequadas no campo, a semente absorve água e começa a crescer. A radícula é a primeira a apresentar alongação, seguida pelo coleóptilo com a plúmula fechada e as três a quatro raízes seminais laterais. O estágio de emergência é finalmente atingido pela

rápida alongação do mesocótilo, o qual empurra o coleóptilo em crescimento para a superfície do solo, sendo que com boas condições de calor e umidade, a emergência da plântula ocorrerá dentro de quatro a cinco dias após a semeadura, mas sob condições de temperatura baixas ou de secas, podem ser necessárias duas semanas ou mais.

A densidade de plantas é uma das práticas que mais afeta o rendimento do grão de milho, que é a espécie da família das Poaceas mais sensível a sua variação (Almeida e Sangoi, 1996). Isso porque os híbridos modernos não perfilham e, usualmente, produzem somente uma espiga por planta e, portanto, não possuem a capacidade de compensar eventuais falhas na emergência como as demais espécies da família. Sob altas densidades, aumenta a competição interplanta por luz, água e nutrientes (Sangoi, 2000), o que afeta o rendimento final porque estimula a dominância apical, induz a esterilidade, decresce o número de espigas produzidas por planta e o número de grãos por espiga (Sangoi e Salvador, 1998). Portanto, o rendimento de grãos de milho aumenta com o incremento na densidade de planta até atingir um nível ótimo, que é determinado pelo genótipo e pelas condições do ambiente e diminui com posteriores aumentos de densidade.

## 2.2. Semeadura convencional e direta

As operações de semeadura e adubação são fundamentais para o estabelecimento de culturas anuais produtoras de grãos. Em sistemas conservacionistas, como o sistema de semeadura direta, as condições do solo e de cobertura geralmente são menos favoráveis à deposição das sementes e fertilizantes, que as verificadas nos preparos com intensa mobilização, sendo necessário maior cuidado nesta operação (Cortez et al., 2006). Portanto, as semeadoras-adubadoras utilizadas no sistema de semeadura direta devem ser robustas e resistentes, possuir eficiente capacidade operacional e demandar o menor consumo de energia (Levien et al., 1999).

A semeadora-adubadora que não apresentar precisão nos mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes pode comprometer a uniformidade na distribuição, que deve ser mantida independente de variações nas engrenagens,

velocidade de deslocamento da máquina e quantidade de produto no reservatório (Andersson, 2001).

O sistema convencional de preparo de solo, com sua excessiva movimentação da camada superficial, tem sido uma das principais causas de decréscimo de produtividade, podendo ressaltar efeitos como a compactação de camadas subsuperficiais, erosão e redução do nível de matéria orgânica (Vale et al., 2008).

O sistema de semeadura convencional é aquele no qual há o prévio preparo do solo, o chamado preparo periódico, para a colocação de insumos, como sementes e fertilizantes, para a instalação da cultura, podendo as operações para o preparo periódico variar em número e tipo, conforme a região, ou mesmo, de propriedade para propriedade (Vale, 2007; Vale et al., 2008).

No sistema de semeadura direta, a semeadura é feita com revolvimento do solo, somente na linha de plantio onde a semente é depositada. As semeadoras-adubadoras de plantio direto desempenham funções de cortar a palha, abrir um sulco no solo, dosar as sementes e o adubo em quantidades preestabelecidas, segundo a necessidade da cultura (Ribeiro, 1998; Fonseca, 1997).

O sistema de semeadura direta compreende um conjunto de técnicas integradas que visa melhorar as condições ambientais para explorar melhor o potencial genético de produção das culturas, respeitando os três requisitos mínimos de não revolvimento do solo, rotação de culturas e uso de cobertura morta (Rodrigues, 2004).

Portanto, as semeadoras de plantio direto devem ser robustas e resistentes, possuir eficiente capacidade operacional e demandar o menor consumo de energia (Levien et al., 1999). O plantio direto é o mais pesquisado e difundido sistema conservacionista de preparo do solo e semeadura. Neste sistema, o plantio é feito sem qualquer movimentação prévia do solo e a semeadura é feita através de máquinas e implementos que fazem a função de fazer um corte na palhada, abrir pequenos sulcos nas linhas de plantio, depositar as sementes e fertilizantes e fechar o sulco.

### 2.3. Semeadoras-adubadoras

As semeadoras são classificadas, de acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (1994), segundo a forma de distribuição de sementes, em semeadoras de precisão e de fluxo contínuo. As semeadoras de precisão são máquinas que distribuem as sementes no sulco de semeadura, uma a uma ou agrupadas, em linhas e intervalos regulares de acordo com a densidade de semeadura estabelecida.

As semeadoras em fluxo contínuo, por trabalhar com espaçamentos estreitos, não possuem todos os componentes para a realização de todas as funções no solo, como ocorre nas máquinas de precisão. Assim, um disco duplo desencontrado executa o corte da palha, abre o sulco para a deposição de fertilizante e sementes conjuntamente. Os componentes de aterramento e compactação são conjugados, mesmo porque não há muito espaço entre eles. A dosagem de sementes pode variar entre 10 e 200 sementes por metro linear, dependendo da espécie e recomendação agrônômica.

### 2.4. Avaliação de semeadoras-adubadoras

É de extrema importância que a avaliação de semeadoras-adubadoras seja realizada geralmente por testes de campo onde se busca analisar seu desempenho geral em diferentes condições de trabalho, utilizando-se diversos parâmetros de avaliação.

A avaliação de máquinas agrícolas é muito importante, principalmente das semeadoras, pois um dos grandes entraves para a adoção plena da semeadura direta é a dificuldade em se obter máquinas versáteis e resistentes, que sirvam para culturas e solos distintos, abram o sulco removendo pouca terra e palha, tenham penetração e controle de profundidade aceitáveis e, cubram, adequadamente, as sementes, fatores estes que garantiriam o sucesso da exploração (Gassen e Gassen, 1996).

O estudo das operações agrícolas, levando-se em conta a capacidade de trabalho e a eficiência de campo, visa racionalizar o emprego das máquinas, implementos e ferramentas, na execução dos trabalhos. Dá-se o nome de desempenho operacional a um complexo conjunto de informações que definem,

em termos quali-quantitativos, os atributos da maquinaria agrícola quando executam operações sob determinadas condições (Folle e Franz, 1990, citados por Silveira et al., 2006).

A avaliação da distribuição longitudinal de sementes tem a finalidade de determinar a distribuição de sementes pelo mecanismo distribuidor durante o espaço deslocado pela semeadora em linha reta. Na distribuição longitudinal, os tubos coletores ficam em linhas simples, no sentido de deslocamento da máquina, entre as rodas da semeadora ou do trator. O desempenho de semeadoras tem sido ao longo do tempo avaliado em condições de laboratório e de campo. No caso do laboratório, medem-se espaçamentos entre sementes distribuídas sobre uma correia com graxa ou óleo. Em condições de campo, medem-se espaçamentos entre sementes no sulco ou espaçamento entre plantas nas linhas após a emergência (Kachman e Smith, 1995; Panning et al., 2000; Özmerzi et al., 2002; Ivancan et al., 2004).

O desempenho de semeadoras é influenciado por fatores tais como: variabilidade na dosagem (erros na captura e liberação das sementes), interações semente/tubo condutor, ricochetes e rolamentos dentro do sulco e fechamento/compactação dos sulcos (Kocher et al., 1998). As medições em laboratório não detectam os fatores relativos a ricochetes, rolamentos, fechamento e compactação dos sulcos. A medição dos espaçamentos entre sementes no sulco após a semeadura contempla todos os fatores, porém, requer um tempo considerável para o descobrimento cuidadoso de todas as sementes, sem deslocá-las de sua posição (Lan et al., 1999).

Desta forma, muitos pesquisadores realizam medições de espaçamentos entre plantas, após alguns dias da emergência. Este procedimento, no entanto, segundo Kachman e Smith (1995) e Lan et al. (1999), pode introduzir uma variabilidade adicional na comparação entre semeadoras, uma vez que nem todas as sementes emergem, diferindo os espaçamentos entre plantas dos espaçamentos entre sementes distribuídas. De acordo com Lan et al., (1999) e Panning et al. (2000), embora os dados de espaçamentos entre plantas obtidos em campo não sejam uma representação real do desempenho da máquina, eles podem ser utilizados para avaliar a eficiência das semeadoras.

## 2.5. Uso de adubação nitrogenada no manejo da cultura do milho

No período de entressafra, a cultura do milho direcionada para a comercialização de espigas verdes necessita de irrigação e de um sistema em que a adubação nitrogenada que desempenha papel importante na produtividade dessa cultura. De acordo com Coelho (2007), o N e K são os nutrientes mais extraídos por essa cultura. Assim, quando se desejam produtividades elevadas, torna-se necessário complementar a quantidade de N suprida pelo solo com a adubação nitrogenada (Amado et al., 2002).

Para a produção de espigas verdes, o N tem sido responsável pelo aumento do seu rendimento, sendo seu efeito influenciado, também, por outros fatores, como genotípicos e ambientais. Trabalhos têm demonstrado o efeito da adubação nitrogenada sobre a produtividade de espigas para consumo verde. Silva et al. (2000) encontraram produtividade máxima de  $11,7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de espigas verdes comerciais com palha com a aplicação de  $151 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  de N. Para comercialização, atendendo às exigências do mercado consumidor, as espigas devem ser, entre outras características, grandes, cilíndricas e bem empalhadas. No que se refere ao papel do N no peso delas, Cardoso et al. (2010) verificaram que a adubação nitrogenada propiciou espiga verde por planta mais pesada, sendo a resposta quadrática, com peso máximo por espiga com palha de 445 g e de 298 g para espiga sem palha.

Conforme Rocha (2008), na avaliação das características agronômicas de cultivares para milho verde, as mais utilizadas são: número e peso de espigas comerciais empalhadas; peso de espigas comerciais despalhadas; comprimento de espigas comerciais; percentagem de espigas comerciais; diâmetro de espigas comerciais; comprimento de espigas comerciais; tempo de comercialização; florescimento masculino e altura de plantas.

Paiva Junior et al. (2001) consideram que deva ser dada maior ênfase ao peso de espigas comerciais, pois essas são as espigas que realmente são comercializadas. Sob seu ponto de vista, espigas comerciais despalhadas são aquelas maiores de 15 cm de comprimento e diâmetro superior a 3 cm. As espigas empalhadas deverão ter comprimento superior a 25 cm e diâmetro superior a 5 cm, bem granadas e sem evidências de ataques de pragas e doenças.

### 3. TRABALHOS

#### INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE UM CONJUNTO TRATOR E SEMEADORA DE PRECISÃO NA IMPLANTAÇÃO E PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO MILHO VERDE

#### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o desempenho operacional de uma semeadora de precisão na implantação e caracteres produtivos da cultura do milho verde, para produção de espigas verdes. Os parâmetros de desempenho da semeadora de precisão avaliados foram capacidade de campo efetiva, eficiência de operação, patinação dos rodados da semeadora, número de sementes por metro, espaçamento entre sementes e profundidade de semeadura. Foram avaliados caracteres biométricos e de produtividade da cultura, como altura da planta, diâmetro do colmo, comprimento e largura da folha, número de folhas por planta, comprimento das espigas com e sem palha, diâmetro das espigas com e sem palha e peso das espigas com e sem palha. O conjunto mecanizado utilizado para a semeadura foi constituído de um trator Massey Ferguson MF modelo 283 4x2 TDA e semeadora de precisão modelo SEED LINE de quatro linhas. Foi regulado para distribuir 5,9 sementes por metro ( $65.000 \text{ plantas.ha}^{-1}$ ), com 5 cm

de profundidade e 90 cm entre linhas de plantio. O experimento foi montado em blocos casualizados (DBC), com três velocidades de deslocamento e quatro repetições para cada tratamento, totalizando 12 unidades amostrais. As velocidades de deslocamento utilizadas foram 1ª simples; 3ª reduzida e 4ª reduzida, referentes às velocidades de 7,0; 4,5 e 5,5 km.h<sup>-1</sup>, trabalhando-se a 1.500 rpm no motor. Os resultados obtidos mostraram que a velocidade de deslocamento influenciou em nível de 5% de significância pelo teste de Tukey, na capacidade de campo efetiva, velocidade periférica do disco dosador, número de sementes por metro e espaçamento entre sementes, comprimento e na largura da folha. Já para os demais caracteres produtivos da cultura, a velocidade de trabalho não influenciou significativamente. A velocidade periférica do disco dosador de sementes da semeadora de precisão foi de 0,37; 0,46 e 0,55 m.s<sup>-1</sup>, nas velocidades de 4,5; 5,5 e 7,0 km.h<sup>-1</sup>, respectivamente, que interferiu no número de sementes por metro que obteve o índice mais baixo de sementes por metro (3,9 sementes) na velocidade mais elevada e espaçamento entre sementes, que obteve o índice mais elevado, também na velocidade mais elevada. Quanto ao comprimento e à largura da folha, estes, sofreram interferência, talvez pelo fato de seu resultado ocorrer na maioria das vezes por questões relacionadas a aspectos nutricionais da planta. Embora a velocidade não tenha influenciado significativamente na produtividade da cultura, os pesos de espigas com palha foram de 397,8; 371,5 e 419,5 g e sem palha foram de 242,3; 213,4 e 236,2 g por espiga, respectivamente, para as velocidades de 4,5; 5,5 e 7,0 km.h<sup>-1</sup>. Conclui-se que a velocidade do conjunto mecanizado não interferiu significativamente na produtividade da cultura do milho verde.

Palavras-chave: Desempenho, produção, semeadura, Zea mays.

## ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the influence of forward speed of the tractor and row-crop planter at implantation and yield performance of corn, depending on different doses of fertilizer at planting. The planter performance and biometric

characters of crop yield were evaluated, being the effective field capacity, efficiency of operation, planter wheels slippage, dosimeter peripheral speed, number of seeds per meter, seed spacing, seeding depth, plant height, stem diameter, length and width of leaf, number of leaves per plant, and length, diameter and weight of corn cob with and without straw. The set used was composed of a Massey Ferguson 283 MFWD tractor and Max Seed Line four lines row-crop planter, that was setted to distribute 5.9 seeds per meter, with 5 cm deep and 90 cm between rows. The experiment was set up following the randomized block design with three forward speeds and four replications for each treatment, totaling 12 sampling units. The speeds used were 1<sup>st</sup> simple, 3<sup>rd</sup> reduced and 4<sup>th</sup> reduced, relative to the speeds of 7.0; 4.5 and 5.5 km.h<sup>-1</sup>, at 1,500 rpm in the engine. Data were subjected to analysis of variance by F test according to the experimental design. The means were compared by Tukey test at 5% probability using the program SAEG version 9.1. The results showed that the speeds influenced the effective field capacity, dosimeter peripheral speed, number of seeds per meter, seed spacing and length and width of leaf. The dosimeter peripheral speed was 0.37; 0.46 and 0.55 ms<sup>-1</sup>, at speeds of 4.5, 5.5 and 7.0 km.h<sup>-1</sup>, respectively, and affect the number of seeds per meter, which got the lowest rate of seeds per meter (3.9 seeds) at higher speed, which resulted in higher seed spacing (26 seeds per meter). The length and width of the leaf suffered interference, perhaps because its results occur most often on issues related to nutritional plant. The weights of corn cobs with straw were 397.8, 371.5 and 419.5 g and 242.3, 213.4 and 236.2 g without straw, respectively, to the speeds of 4.5; 5.5 and 7.0 km.h<sup>-1</sup>. It is concluded that the speed of mechanized set did not interfere significantly the productivity of corn.

Keywords: Performance, production, seeding, Zea mays.

## INTRODUÇÃO

Segundo dados da CONAB (2012), a produção de milho no Brasil na última safra 2011/2012 foi de 39,92 milhões de toneladas, superior à safra anterior

em 9,1%. O que favoreceu para esse aumento foi a condição climática durante o ciclo da cultura, juntamente a utilização de novas tecnologias, além de aumento da demanda para exportação. A área cultivada com milho 1ª safra ficou em torno de 162,3 mil hectares.

O milho é uma cultura que exige que se tenha um bom estande de plantas, e os mecanismos dosadores de sementes das semeadoras têm a função de distribuir as sementes de forma uniforme e sem danificá-las.

O arranjo de plantas pode ser manipulado através de alterações na densidade de plantas, no espaçamento entre linhas, sendo que as variações na distância entre plantas na linha e nas entre linhas conferem os diferentes arranjos na lavoura. Teoricamente, o melhor arranjo é aquele que proporciona distribuição mais uniforme de plantas por área, possibilitando melhor utilização de luz, água e nutrientes. Idealmente, plantas espaçadas equidistantemente competem minimamente por nutrientes, luz e outros fatores de crescimento. A introdução de híbridos, o incremento na utilização de fertilizantes, os novos herbicidas para controle de plantas daninhas, entre outros fatores, estimulam o incremento das densidades de plantio.

Para comercialização das espigas de milho verde, atendendo às exigências do mercado consumidor, as espigas devem ser, entre outras características, grandes, cilíndricas e bem empalhadas. No que se refere ao papel do N no peso delas, Cardoso et al. (2010) verificaram que a adubação nitrogenada propiciou espiga verde por planta mais pesada, sendo a resposta, com peso máximo por espiga com palha de 445 g e de 298 g para espiga sem palha.

O estudo das operações agrícolas, levando-se em conta a capacidade de trabalho e a eficiência de campo, visa racionalizar o emprego das máquinas, implementos e ferramentas, na execução dos trabalhos. Dá-se o nome de desempenho operacional a um complexo conjunto de informações que definem, em termos quali-quantitativos, os atributos da maquinaria agrícola quando executam operações sob determinadas condições (Folle e Franz, 1990, citados por Silveira et al., 2006).

A avaliação da distribuição longitudinal de sementes tem a finalidade de determinar a distribuição de sementes pelo mecanismo distribuidor durante o espaço deslocado pela semeadora em linha reta. Na distribuição longitudinal, os

tubos coletores ficam em linhas simples, no sentido de deslocamento da máquina, entre as rodas da semeadora ou do trator. O desempenho de semeadoras tem sido ao longo do tempo avaliado em condições de laboratório e de campo. No laboratório medem-se espaçamentos entre sementes distribuídas sobre uma correia com graxa ou óleo. Em condições de campo, medem-se espaçamentos entre sementes no sulco ou espaçamento entre plantas nas linhas após a emergência (Kachman e Smith, 1995; Panning et al., 2000; Özmerzi et al., 2002; Ivancan et al., 2004).

O desempenho de semeadoras é influenciado por fatores tais como: variabilidade na dosagem (erros na captura e liberação das sementes), interações semente/tubo condutor, ricochetes e rolamentos dentro do sulco e fechamento/compactação dos sulcos (Kocher et al., 1998). As medições em laboratório não detectam os fatores relativos a ricochetes, rolamentos, fechamento e compactação dos sulcos. A medição dos espaçamentos entre sementes no sulco após a semeadura contempla todos os fatores, porém, requer um tempo considerável para o descobrimento cuidadoso de todas as sementes, sem deslocá-las de sua posição (Lan et al., 1999).

Desta forma, muitos pesquisadores realizam medições de espaçamentos entre plantas, após alguns dias da emergência. Este procedimento, no entanto, segundo Kachman e Smith (1995) e Lan et al. (1999), pode introduzir uma variabilidade adicional na comparação entre semeadoras, uma vez que nem todas as sementes emergem, diferindo os espaçamentos entre plantas dos espaçamentos entre sementes distribuídas. De acordo com Lan et al. (1999) e Panning et al. (2000), embora os dados de espaçamentos entre plantas obtidos em campo não sejam uma representação real do desempenho da máquina, eles podem ser utilizados para avaliar a eficiência das semeadoras.

Conforme Rocha (2008), na avaliação das características agronômicas de cultivares para milho verde, as mais utilizadas são: número e peso de espigas comerciais empalhadas; peso de espigas comerciais despalhadas; comprimento de espigas comerciais; percentagem de espigas comerciais; diâmetro de espigas comerciais; comprimento de espigas comerciais; tempo de comercialização e altura de plantas.

O período necessário para atingir o ponto de colheita para as espigas de milho verde varia de acordo com a época de cultivo: em plantios feitos no início do

verão a colheita geralmente inicia-se 90 dias após a semeadura, enquanto em plantios feitos no final do verão a colheita inicia-se 120 dias após a semeadura devido ao alongamento do ciclo causado por abaixamento da temperatura (Pereira Filho et al., 1998). A colheita é realizada quando os grãos estão com 70-80 % de umidade, ou seja, entre os estádios leitoso e pastoso.

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da velocidade de trabalho de um trator e semeadora de precisão em operação de semeadura de milho no desempenho do conjunto mecanizado e produtividade da cultura do milho verde.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local do experimento e preparo da área

O experimento foi realizado no município de Mimoso do Sul, ES, sendo as coordenadas geográficas do local 257998,246 de latitude e 7656642,906 de longitude e 12,154 m de altitude.

A avaliação foi realizada em sistema convencional em que o terreno foi preparado com uma aração, realizada com grade aradora de discos. O terreno em sua maior parte é plano e não há desníveis muito acentuados.

Anualmente, entre os meses de dezembro e janeiro o terreno sofre o processo de alagamento ocasionado pelas cheias.

### Maquinário utilizado nas avaliações e caracterização da semeadora-adubadora

O conjunto mecanizado utilizado para a semeadura foi constituído de um trator Massey Ferguson MF modelo 283 4x2 TDA e uma semeadora de precisão modelo SEED LINE de 4 linhas, equipada com disco de corte de palhada, disco duplo defasado na semente e adubo e rodas de controle de profundidade e regulagem de ângulo.

## Caracterização do solo

Para realizar a caracterização do solo, foram retiradas amostras de solo para obtenção da resistência do solo à penetração, densidade e umidade do solo, granulometria e retenção de água no solo. O solo apresentou 28,08% de areia, 26,75% de silte e 45,16% de argila, 19,6% de umidade, 1,07% de porosidade total e 2,64 g.cm<sup>3</sup> de densidade do solo.

Foram coletadas 23 amostras de solo no mesmo dia em que o experimento foi conduzido, e retiradas à profundidade de 0 a 0,2 m por meio de um amostrador de solo modelo Uhland.

A densidade do solo foi determinada no perfil de 0 a 0,20 m e foi utilizada como um método indicativo para análise do estado de compactação do solo. No entanto, esse parâmetro não foi interpretado isoladamente, pois varia conforme o solo e em cada faixa de teor de argila, podendo levar a distorções, caso não se atente a esse fato.

Foi realizado ensaio de compactação normal, pelo qual foi determinado o estado de umidade que o solo em estudo encontra-se propenso à maior compactação. Esse teste foi realizado por meio de um penetrômetro analógico modelo Dickey-john utilizando-se a ponta de 3 mm de espessura.

O Quadro 1 apresenta a análise composta de amostras de solo analisadas e a composição química do solo da área.

Quadro 1: Resultado da análise de solo da área experimental.

Amostra	pH	S-SO <sub>4</sub>	P	K	Al	MO	V	m
	H <sub>2</sub> O	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mmol/dm <sup>3</sup>	mmol/dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	%	%
Média	5,3	13	8,1	1,5	2,6	20,41	40	10

De acordo com o Quadro 1, pode observar que a acidez do solo está em um nível próximo do adequado para a cultura milho, ou seja, entre 5,5 e 6,0.

A saturação por alumínio e por bases ficou em 40% e 10%, ou seja, a primeira se encontra em nível médio e a segunda em nível muito baixo. A acidez trocável (Al<sup>3+</sup>) se encontra em nível baixo.

A concentração de fósforo disponível e potássio se encontram dentro de um nível de classificação média para a determinada percentagem de argila que o solo apresenta (45%).

#### Condução do experimento

A área foi irrigada por sistema de aspersão convencional, de acordo com a demanda da cultura de milho.

Foi utilizada adubação de plantio com adubo de formulação de NPK 4-30-10. Além da adubação de plantio foi realizada adubação de cobertura parcelada em duas vezes com formulado de NPK 20-00-25.

Para a implantação da cultura do milho, a semeadora foi regulada para distribuir 5,9 sementes de milho por metro linear, com 5 cm de profundidade e espaçamento entre linhas de 90 cm – densidade aproximada de 65.000 plantas.ha<sup>-1</sup>. Utilizaram-se sementes de milho híbrido Agroceres peneira C2L. Utilizou-se disco de distribuição de sementes de 28 células.

A data da semeadura ocorreu dia 20 de junho de 2011 e a colheita das espigas verdes ocorreu na primeira semana de outubro.

Para a avaliação do desempenho da semeadora e da produtividade da cultura, o experimento foi montado seguindo o delineamento em blocos casualizados (DBC), com três tratamentos (velocidades) e quatro repetições (blocos) para cada tratamento, totalizando 12 parcelas.

Para a avaliação do desempenho da semeadora de precisão, cada bloco foi constituído de três passadas da máquina, e cada passada foi realizada com uma marcha do trator.

Foram feitas três repetições nas linhas centrais de cada parcela experimental e foram utilizadas três velocidades de deslocamento – 1ª simples; 3ª reduzida e 4ª reduzida, referentes às velocidades aproximadas de 7,0; 4,5 e 5,5 km.h<sup>-1</sup>, respectivamente, trabalhando-se a 1.500 rpm no motor.

A avaliação das plantas foi feita nas linhas centrais. Foram marcadas 10 plantas consecutivas em cada parcela, em um total de quatro blocos. Cada parcela mediu aproximadamente, 2 m de comprimento. Os dados referentes aos caracteres produtivos foram registrados aos 60 e 80 dias após a semeadura.

## Variáveis estudadas relacionadas ao desempenho da semeadora de precisão

As variáveis avaliadas relacionadas ao desempenho da máquina foram capacidade de campo efetiva, eficiência de campo, patinagem das rodas da semeadora, velocidade periférica do disco dosador de sementes, número de sementes por metro, espaçamento entre sementes e profundidade de semeadura e resistência do solo a compactação.

A capacidade de campo efetiva foi determinada por meio da largura de trabalho da semeadora e sua velocidade de deslocamento medida no campo. A capacidade de campo efetiva foi calculada pela equação 1.

$$C_e = \frac{\text{área}}{\text{tempo}} \quad \text{eq.1}$$

em que:

$C_e$  = capacidade de campo efetiva, ha.h<sup>-1</sup>,

*área* = área trabalhada pela semeadora, ha,

*tempo* = tempo total de campo gasto na operação de semeadura, h.

O cálculo da eficiência de campo foi realizado de acordo com a equação 2.

$$Efc = \frac{C_e}{L v} 1000 \quad \text{eq.2}$$

em que:

$Efc$  = eficiência de campo, %,

$L$  = largura de trabalho da semeadora, m,

$v$  = velocidade teórica de operação, km.h<sup>-1</sup>.

A patinagem da roda de acionamento da semeadora foi determinada pela Equação 3. Cada dado da patinagem foi obtido deslocando-se a semeadora até sua roda completar quatro voltas inteiras.

$$P = \left( \frac{A_n - A_1}{A_n} \right) 100 \quad \text{eq. 3}$$

em que:

$P$  = patinagem da roda de acionamento da semeadora, %,

$A_n$  = avanço com carga por número de voltas, m,

$A_1$  = avanço sem carga por número de voltas, m.

A condição de avanço com carga foi calculada pela relação entre a distância percorrida durante a operação de semeadura e o número de voltas percorridas pela roda de acionamento da semeadora. A condição de avanço sem carga foi calculada pela relação entre a distância percorrida pela semeadora em pista asfaltada, condição sem deslizamento, e o número de voltas percorridas.

Para determinação da velocidade periférica do disco dosador de sementes, calculou-se inicialmente a velocidade periférica da roda motriz da semeadora e a frequência de cada engrenagem do sistema de transmissão da máquina semeadora.

Foi considerada para efeito de cálculo, a distância entre a célula do disco e seu centro de 8,75 cm, e as engrenagens utilizadas da semeadora foram de 14, 18, 18 e 28 dentes, nesta ordem, do rodado ao disco dosador. O número de dentes da relação final foi de 40 dentes na coroa e 10 dentes no pinhão.

A velocidade periférica da roda motriz foi determinada por um aparelho de GPS modelo Garmin 60Csx, considerando a velocidade de deslocamento da máquina descontando a perda de velocidade causada pela patinagem dos rodados.

A frequência da roda motriz da semeadora foi calculada pela equação 4.

$$f_r = \frac{v_r}{2 \pi r} \quad \text{eq.4}$$

em que:

$f_r$  = frequência da roda motriz da semeadora, Hz,

$v_r$  = velocidade periférica da roda motriz da semeadora,  $\text{m.s}^{-1}$ ,

$r$  = raio da roda motriz da semeadora, m.

A frequência de cada engrenagem do sistema de transmissão foi calculada pela relação do número de dentes entre cada uma eq. 5 quando interligadas por corrente. Quando dispostas no mesmo eixo, consideram-se ambas com a mesma frequência.

$$f_1 d_1 = f_2 d_2 \quad \text{eq.5}$$

em que:

$f_1$  = frequência da engrenagem motriz, Hz,

$d_1$  = número de dentes da engrenagem motriz,

$f_2$  = frequência da engrenagem motora, Hz,

$d_2$  = número de dentes da engrenagem motora.

A velocidade periférica do disco dosador de sementes da semeadora foi calculada pela equação 6.

$$v_d = 2 \pi r_d f_d \quad \text{eq. 6}$$

em que:

$v_d$  = velocidade periférica do disco dosador de sementes,  $\text{m.s}^{-1}$ ,

$r_d$  = raio do disco dosador de sementes, m,

$f_d$  = frequência do disco dosador de sementes, Hz.

O número de sementes por metro foi obtido medindo-se a quantidade de sementes depositadas na distância de 1 m de deslocamento em cada unidade experimental e nas três linhas de semeadura.

Calculou-se o espaçamento entre sementes (EES) pelo inverso do número de sementes por metro.

Os espaçamentos entre plantas (EEP) foram analisados mediante as normas técnicas da ABNT (1994) para esse tipo de avaliação em campo. Determinou-se o percentual de espaçamentos correspondentes às classes: aceitáveis ( $0,5 \text{ EES} < \text{EEP} < 1,5 \text{ EES}$ ), duplos ( $\text{EEP} < 0,5 \text{ EES}$ ) e falhos ( $\text{EEP} > 1,5 \text{ EES}$ ), baseado no espaçamento entre sementes (EES) calculado e tido como de referência, de acordo com a regulagem da semeadora para o trabalho.

A profundidade de semeadura foi determinada 14 dias após a semeadura, cortando-se a parte aérea das plantas rente ao solo e coletando, com um enxadão, a semente com o mesocótilo. Utilizando-se uma régua graduada em milímetros, foi determinada a profundidade de deposição de semente.

#### Avaliações relacionadas a produtividade da cultura do milho

Os parâmetros relacionados ao desenvolvimento da cultura foram altura da planta até o ponto de inserção da última folha, diâmetro do colmo, comprimento e largura da folha, número de folhas por planta, comprimento das espigas com e sem palha, diâmetro das espigas com e sem palha e peso das espigas com e sem palha. Foi feita apenas a avaliação das espigas comerciais.

Para estas determinações, foram medidas 10 plantas consecutivas, por parcela em quatro blocos, no estádio R3 – grãos leitosos.

A altura de plantas foi determinada medindo-se a distância média entre a superfície do solo e o ponto de inserção da última folha tomada das 10 plantas da área útil de cada parcela, no florescimento.

O diâmetro do colmo foi determinado medindo-se o diâmetro médio do primeiro entrenó acima do colo da planta, tomado nas mesmas plantas a que se referem os parâmetros citados anteriormente.

O comprimento e largura das folhas foram determinados medindo-se a folha mais determinante de cada planta. O número de folhas por planta foi determinado totalizando a quantidade de folhas por cada planta.

O comprimento de espigas empalhadas e despalhadas foram determinados pelo valor médio do comprimento de 10 espigas provenientes da área útil de cada parcela.

O diâmetro de espigas empalhadas e despalhadas corresponderam ao diâmetro médio da porção central das espigas comerciais avaliadas.

O peso de espigas comerciais empalhadas e despalhadas foram determinados através de todas as espigas comerciais da parcela.

#### Análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F de acordo com o delineamento experimental adotado. As médias foram comparadas

pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando-se o programa SAEG versão 9.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das estimativas dos parâmetros média e coeficiente de variação (CV) das amostras para as variáveis avaliadas relacionadas ao desempenho da máquina foram a capacidade de campo efetiva, patinagem da roda da semeadora, velocidade periférica do disco dosador de sementes, número de sementes por metro, espaçamento entre sementes, profundidade de semeadura, altura da planta, diâmetro do colmo, comprimento e largura da folha, número de folhas por planta, comprimento, diâmetro e peso de espigas com palha e sem palha serão apresentados nas respectivas tabelas a seguir.

A Tabela 1 apresenta a análise de variância expressa pelo Teste de F para as variáveis capacidade de campo efetiva, patinagem da semeadora, velocidade do disco dosador de sementes, número de sementes por metro linear, espaçamento entre sementes e profundidade de semeadura em função da velocidade de deslocamento.

Tabela 1 – Análise de variância expressa pelo Teste de F para as variáveis capacidade de campo efetiva ( $C_e$ ), patinagem da semeadora (P), velocidade do disco dosador de sementes ( $v_d$ ), número de sementes por metro linear (NSm), espaçamento entre sementes (EES), profundidade de semeadura (Prof)

Velocidade ( $\text{km.h}^{-1}$ )	$C_e$ ( $\text{h.ha}^{-1}$ )	P (%)	$v_d$ ( $\text{m.s}^{-1}$ )	NSm	EES (cm)	Prof (cm)
4,5	1,26b	7,56a	0,37b	4,56a	21,93b	4,86a
5,5	1,54c	8,49a	0,46c	4,91a	20,37b	4,95a
7,0	1,86 <sup>a</sup>	7,90a	0,55a	3,91b	25,58a	4,65a
C.V (%)	2,711	35,109	4,423	12,335	12,161	12,562
F	1017,590 <sup>**</sup>	0,567 <sup>ns</sup>	392,285 <sup>*</sup>	10,167 <sup>*</sup>	5,750 <sup>*</sup>	0,820 <sup>ns</sup>

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

<sup>\*</sup>, significativo a 5% de probabilidade e <sup>\*\*</sup>, significativo a 1%, ns, não significativo.

De acordo com a Tabela 1, ocorreu diferença significativa na capacidade de campo efetiva, velocidade periférica do disco dosador, número de sementes por metro e espaçamento entre sementes.

De acordo com os valores obtidos da capacidade de campo efetiva, pode-se observar que com o aumento da velocidade ocorreu o aumento da capacidade de campo efetiva. Este resultado pode ser explicado pela relação entre a velocidade e desempenho da máquina, onde ela percorre maior área devido à maior velocidade. As médias observadas estão bem próximas às encontradas por Branquinho et al. (2004) e Vale et.al, (2008).

A patinação da roda de acionamento da semeadora não foi influenciada significativamente pela velocidade, e tiveram médias na marcha referente a velocidade mais rápida de 7,90% e na referente a velocidade mais lenta de 7,56%. No entanto, este valor está próximo das faixas determinadas por Vale et al. (2008), que encontraram resultados com médias entre 6,7 a 7,7%, respectivamente.

Na semeadura de milho, a velocidade periférica do disco dosador da semeadora foi de 0,37; 0,46 e 0,55  $\text{m.s}^{-1}$ , nas marchas, referentes às velocidades de 4,5; 5,5 e 7,0  $\text{km.h}^{-1}$ , respectivamente.

Velocidades periféricas acima de 0,32  $\text{m.s}^{-1}$  podem prejudicar a uniformidade de distribuição, pois, com essas velocidades, as sementes não têm tempo suficiente para preencher todos os furos do disco dosador, com isso haverá falhas na distribuição. Já velocidades abaixo de 0,29  $\text{m.s}^{-1}$  favorecem o preenchimento total dos furos do disco dosador, e somente podem ser problemáticas quando as sementes tiverem tamanhos muito menores que os furos do disco. Com isso, os furos do disco dosador podem capturar duas ou mais sementes, ocorrendo o surgimento de duplos no ato de semeadura – duas ou mais sementes depositadas com um espaço menor entre elas do que o espaço normal – essas plantas competirão entre si e o seu crescimento, desenvolvimento e produção serão afetados por essa razão (Mantovani et al., 1999; Vale et al., 2008).

O número de sementes por metro e o espaçamento entre sementes sofreram influência significativa das velocidades de trabalho e estão diretamente ligados à velocidade periférica do disco dosador de sementes. Quanto maior a velocidade do disco, a tendência de ocorrer irregularidades na distribuição de

sementes será maior. Portanto, esse fato pode ser observado a partir das médias obtidas no número de sementes por metro e espaçamento entre sementes, em que se observou a melhor e a pior distribuição de sementes (4,91 e 3,91 sementes por metro) nas velocidades menor e maior (4,5 e 7,0 km.h<sup>-1</sup>), respectivamente.

Quanto ao resultado da profundidade de semeadura, esta não sofreu influência da velocidade de deslocamento e suas médias obtidas mostraram que a semeadora depositou sementes bem próximas da profundidade regulada (5 cm).

Os espaçamentos entre plantas (EEP) analisados mediante as normas técnicas da ABNT (1994) foram considerados aceitáveis, onde se obteve o valor de 0,0862 m (classe aceitável = 0,5 EES < EEP < 1,5 EES).

A Tabela 2 apresenta a análise de variância expressa pelo Teste de F para as variáveis altura da planta, diâmetro do colmo, número de folhas por planta, comprimento da folha e largura da folha em função da velocidade de deslocamento. A sigla DAP representa o número de dias após semeadura.

Tabela 2 – Análise de variância expressa pelo Teste de F para as variáveis altura da planta (APL), diâmetro do colmo (DC), número de folhas por planta (NFPL), comprimento da folha (CF) e largura da folha (LF)

Velocidade (km.h <sup>-1</sup> )	APL cm	DC mm	NFPL	CF mm	LF mm
4,5	120,31a	25,71a	13,63a	100,80b	9,28a
5,5	118,61a	24,71a	13,56a	101,24b	9,17a
7,0	122,48a	24,68a	13,32a	104,22a	9,18a
DAP					
60	60,00b	27,33a	13,34b	99,38b	9,01b
80	180,93a	22,74b	13,68 <sup>a</sup>	104,79a	9,41a
F	1,236 <sup>ns</sup>	1.858 <sup>ns</sup>	1,801 <sup>ns</sup>	4,384 <sup>**</sup>	7,514 <sup>ns</sup>
C.V (%)	12,091	15,360	8,101	7,909	8,522

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

\*, significativo a 5% de probabilidade e \*\*, significativo a 1%, ns, não significativo.

De acordo com a Tabela 2, ocorreu influência significativa da velocidade apenas no comprimento da folha, onde se observou maior comprimento de folhas (104,22 cm) na maior velocidade de deslocamento (7,0 km.h<sup>-1</sup>). No entanto, pode-se dizer que, essa influência caberia no aspecto nutricional da folha, já que a relação entre esta variável e a sua largura resulta na área foliar.

Em relação aos dias após a germinação, com as amostras coletadas aos 60 e 80 dias após a semeadura, pode-se observar que a altura da planta foi em média 60 e 180,93 cm, respectivamente. Os dados estão bem próximos aos encontrados por Rodrigues et al. (2012), que obtiveram 1,85 m de altura da planta aos 100 dias após a semeadura.

Em relação ao diâmetro dos colmos, os resultados encontrados mostram que foram bem próximos aos encontrados por Rodrigues et al. (2012), que obtiveram médias entre 22,9 e 23,9 mm de diâmetro do colmo. Já Stacciarini et al. (2010), obtiveram média de 25,3 mm de diâmetro de colmo, em trabalho realizado com 60.000 75.000 e 90.000 plantas por hectare, com espaçamento entre linhas de 0,9 e 0,45 m.

A Tabela 3 apresenta a análise de variância expressa pelo Teste de F para as variáveis diâmetro, comprimento e peso de espigas verdes com palha e diâmetro, comprimento, peso de espigas verdes sem palha em função da velocidade de deslocamento.

Tabela 3 – Análise de variância expressa pelo Teste de F para as variáveis diâmetro de espigas com palha (DIAMCP), comprimento de espigas com palha (COMPCP), peso de espigas com palha (PCP), diâmetro de espigas sem palha (DIAMSP), comprimento de espigas sem palha (COMPSP) e peso de espigas sem palha (PSP)

Velocidade (km.h <sup>-1</sup> )	DIAMCP mm	COMPCP cm	PCP G	DIAMSP mm	COMPSP cm	PSP g
4,5	31,38a	60,05a	397,85 <sup>a</sup>	18,74a	46,33a	242,39a
5,5	31,09a	59,32a	371,59 <sup>a</sup>	18,73a	45,62a	213,46a
7,0	30,69a	60,72a	419,59 <sup>a</sup>	25,38a	46,06a	236,21a
F	0,222 <sup>ns</sup>	0,498 <sup>ns</sup>	2,396 <sup>ns</sup>	1,711 <sup>ns</sup>	0,111 <sup>ns</sup>	2,039 <sup>ns</sup>
C.V (%)	15,036	9,612	23,064	20,608	13,403	26,290

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

<sup>ns</sup>- não significativo.

De acordo com a Tabela 3, pode-se dizer que não houve influência significativa da velocidade de trabalho nos caracteres diâmetro, comprimento e peso de espigas verdes com palha e diâmetro, comprimento, peso de espigas verdes sem palha.

As médias obtidas do diâmetro de espigas com e sem palha foram 31,38, 31,09 e 30,69 mm e, 18,74, 18,73 e 25,38 mm, respectivamente, para as velocidades 4,5, 5,5 e 7,0 km.h<sup>-1</sup>.

As médias do comprimento de espigas com e sem palha foram de 60,05, 59,32 e 60,72 cm e, 46,33, 45,62 e 46,06 cm, respectivamente, para as velocidades 4,5, 5,5, e 7,0 km.h<sup>-1</sup>.

De acordo com Rocha (2008), em trabalho realizado com 50.000 plantas por hectare, este obteve resultados com média de 64,5 mm de diâmetro de espigas verdes empalhadas e 44 mm de diâmetro de espigas despalhadas. Em nenhum dos três tratamentos, as médias do comprimento de espigas com e sem palha foram menores ou iguais aos dos resultados encontrados pelo autor citado anteriormente. Uma possível causa para esses resultados é o fato de se considerar que a densidade de semeadura interferiu na competição das plantas por nutrientes e água. Desse modo, pode haver queda no peso e, consequentemente na produtividade da cultura.

As médias do peso de espigas com e sem palha foram de 397,85, 371,59 e 419,59 g e, 242,39; 213,46 e 236,21 g por espiga, respectivamente, para as velocidades 4,5, 5,5 e 7,0 km.h<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÕES

Para a determinada área em estudo e para as características da semeadora de precisão avaliadas, conclui-se que a maior quantidade de sementes por metro, mais próxima da densidade desejada, ocorreu na menor velocidade de deslocamento da máquina, porém, nesta velocidade, obtém-se a menor capacidade operacional. Observou-se ainda, na menor velocidade de

deslocamento, a menor velocidade periférica do disco dosador de sementes. Desta forma, recomenda-se, o uso deste modelo de máquina, com esta regulagem de engrenagens na menor velocidade de deslocamento avaliada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas (1994) *Semeadora de precisão: ensaio de laboratório/método de ensaio*. Projeto de norma 12:02.06-004. Rio de Janeiro. 21p.

Branquinho, K.B., Furlani, C.E.A., Lopes, A., Silva, R.P., Grotta, D.C.C., Borsatto, E.A. (2004) Desempenho de uma semeadora-adubadora direta, em função da velocidade de deslocamento e do tipo de manejo da biomassa da cultura de cobertura do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 24 (2):374-380.

Cardoso, M.J., Silva, A.R., Guimarães, L.J.M., Parentoni, S.N., Setubal, J.W. (2010) Produtividade e espiga verde de milho sob diferentes níveis de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, 28 (2):786-789.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2012) *Acompanhamento de safra brasileira: grãos: intenção de plantio, primeiro levantamento*, outubro 2012. Brasília: Conab.

Folle, S.M, Franz, C.A.B. (1990) *Trator agrícola: características e fundamentos para sua seleção*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 24p. (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 31).

Ivančan, S., Sito, S., Fabijanić, G. (2004) Effect of precision drill operating speed on the intra-row seed distribution for parsley. *Biosystems Engineering*, London, 89 (3):373-376.

Kachman, S.D., Smith, J.A. (1995) Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering. *Transactions of the ASAE*, St Joseph, 38 (2):379-387.

Kocher, M.F., Lan, Y., Chen, C., Smith, J.A. (1998) Optoelectronic sensor system for rapid evaluation of planter seed spacing uniformity. *Transactions of the ASAE*, St Joseph, 41 (1):237-245.

Lan, Y., Kocher, M.F., Smith, J.A. (1999) Opto-electronic sensor system for laboratory measurement of planter seed spacing with small seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, London, 72 (2):119-127.

Mantovani, E.C., Mantovani, B.H.M., Cruz, I., Mewes, W.L.C., Oliveira, A.C. (1999) Desempenho de dois sistemas distribuidores de sementes utilizando em semeadoras de milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 34 (1):93-98.

Özmerzi, A., Karayel, D., Topakci, M. (2002) Effect of sowing depth on precision seeder uniformity. *Biosystems Engineering*, London, 82 (2):227-230.

Panning, J.W., Kocher, M.F., Smith, J.A., Kachman, S.D. (2000) Laboratory and field testing of seed spacing uniformity for sugarbeet planters. *Applied Engineering in Agriculture*, St Joseph, 16 (1):7-13.

Pereira Filho, I.A.P., Oliveira, A.C., Cruz, J.C. (1998) Milho verde: espaçamentos, densidades de plantas, cultivares e épocas de semeadura, influenciando o rendimento e algumas características de espigas comerciais. *Anais do Congresso Nacional de Milho e Sorgo*, 22, Recife: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Rocha, D.R. (2008) *Desempenho de cultivares de milho-verde submetidas a diferentes populações de plantas em condições de irrigação*. Tese (Doutorado em Agronomia) - São Paulo – SP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, 106p.

Rodrigues, T.R.D., Broetto, L., Oliveira, P.S.R., Rubio, F. (2012) Desenvolvimento da cultura do milho submetida a fertilizantes orgânicos e minerais. *Bioscience Journal*, Uberlândia, 28 (4):509-514.

Silveira, G.M., Yanai, K., Kurachi, S.A.H. (2006) Determinação da eficiência de campo de conjuntos de máquinas convencionais de preparo do solo, semeadura e cultivo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 10 (1):220-224.

Stacciarini, T.C.V., Castro, P.H.C., Borges, M.A., Guerin, H.F., Moraes, P.A.C., Gotardo, M. (2010) Avaliação de caracteres agrônômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. *Revista Ceres*, Viçosa, 57 (4):516-519.

Vale, W.G., Garcia, R.F., Thiebaut, J.T.L., Amim, R.T., Tourino, M.C.C. (2008) Desempenho e dimensionamento amostral para avaliação de uma semeadora-adubadora em plantio direto e convencional. *Acta Scientiarum Agronomy*, 30 (4):441-448.

## INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO DE PLANTIO NOS CARACTERES PRODUTIVOS DA CULTURA DO MILHO VERDE

### RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho produtivo da cultura do milho verde em função de doses diferentes de adubação de plantio. O experimento foi montado em blocos casualizados (DBC), com três doses de adubação (30, 40 e 60 g.m<sup>-1</sup>) de NPK com formulado 4-30-10 e quatro repetições para cada tratamento. Foi feita avaliação das espigas consideradas como comerciais e medidas em 10 plantas consecutivas por parcela em cada um dos quatro blocos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram avaliados caracteres biométricos e de produtividade da cultura, sendo a altura da planta, diâmetro do colmo, comprimento e largura da folha, número de folhas por planta, e comprimento, diâmetro e peso das espigas com e sem palha. Verificou-se que houve influência da adubação apenas no número de folhas por planta e comprimento da folha. Já para os caracteres produtivos da cultura, não houve influência da adubação em nenhum dos caracteres. De acordo com os resultados, observou-se que o aumento da adubação proporcionou aumento do diâmetro de colmo, que obteve médias de 25,20 mm, 25,86 mm e 26,41 mm, respectivamente, para as adubações de 30, 40 e 60 g.m<sup>-1</sup>. Observou-se também que, conforme aumento da altura da planta, ocorreu redução do diâmetro do colmo, e que o peso das espigas com palha variou entre 335,83 e 352,32 g por espiga (16.681,8 a

18.926,0 kg de espigas.ha<sup>-1</sup>) e o peso de espigas sem palha variou entre 203,18 e 218,92 g por espiga (11.287,8 a 11.416,94 kg de espigas.ha<sup>-1</sup>). Conclui-se que, nestas condições experimentais, o aumento da adubação não foi significativo para a produtividade da cultura. Portanto, o produtor poderá utilizar uma menor dose de adubação na semeadura, e recomenda-se, também, substituir o formulado utilizado por outro que tenha maior percentagem de nitrogênio.

Palavras-chave: Produtividade, dose de adubação, Zea mays.

#### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the performance culture of corn due to different doses of planting fertilization (30, 40 and 60 g.m<sup>-1</sup>). The experiment was a randomized block design with three doses of NPK fertilizer formulated with 4-30-10 and four replications for each treatment. It was evaluated the tangs considered as commercial and consecutive measurements on 10 plants per plot at each of four blocks. The means were compared by Tukey test at 5% probability. Biometric characteristics were analyzed and crop productivity as plant height, stem diameter, length and width of leaf, number of leaves per plant, corn cobs length, diameter and weight with and without straw. From the results, it was found that there was influence of fertilizer for planting only in the number of leaves per plant and leaf length. As for the productive character of culture, there was no effect of planting fertilization in any of the characters. It was observed that the fertilization increase resulted in the corn cob diameter increase, which averaged 25.20 mm, 25.86 mm and 26.41 mm, respectively, for the fertilization of 30, 40 and 60 g.m<sup>-1</sup>. Furthermore, it was also observed the reduction of the diameter of the stem with the increased of plant height, and that the weight of corn cobs with straw ranged between 335.83 to 352.32 g per unit (16.6818 to 18.926.0 kg of cobs.ha<sup>-1</sup>) and those without straw ranged from 203.18 to 218.92 g per unit (11287.8 to 11416.94 kg of cobs.ha<sup>-1</sup>). It was conclude that, the fertilization increase with NPK was not significant for the crop yield. Therefore, producers may use a lower dose of

fertilizer at planting ( $20 \text{ g.m}^{-1}$ ), and it is recommended to also replace the used formulated with one that has a higher percentage of nitrogen.

Keywords: Productivity, fertilization rates, Zea mays.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é uma das principais culturas, com grande importância econômica e social no mundo. No Brasil a cultura vem aumentando sua produtividade a cada ano, e em 2007 foi estimada sua produção de  $4.114 \text{ kg. ha}^{-1}$ . Para a safra 2012/2013 estima-se que a produtividade chegue a  $4920 \text{ kg. ha}^{-1}$ , de acordo com o primeiro levantamento da safra brasileira de grãos 2012/13 liberado em outubro de 2012 pela CONAB (2012).

Embora os números relativos à sua produção sejam bem mais modestos do que os relativos à produção de grãos, seu cultivo, no Brasil, cresce a cada ano, devido ao seu valor agregado ao produto e seus derivados (Vieira, 2007).

O milho é uma cultura que exige que se tenha um bom estande de plantas, e os mecanismos dosadores têm a função de distribuir as sementes de forma uniforme e sem danificá-las.

O arranjo de plantas pode ser manipulado através de alterações na densidade de plantas, no espaçamento entre linhas, sendo que as variações na distância entre plantas na linha e nas entre linhas conferem os diferentes arranjos na lavoura. Teoricamente, o melhor arranjo é aquele que proporciona distribuição mais uniforme de plantas por área, possibilitando melhor utilização de luz, água e nutrientes. Idealmente, plantas espaçadas equidistantemente competem minimamente por nutrientes, luz e outros fatores de crescimento. A introdução de híbridos, o incremento na utilização de fertilizantes, novos herbicidas para controle de plantas daninhas, entre outros fatores, estimulam o incremento das densidades de plantio.

Para comercialização, atendendo às exigências do mercado consumidor, as espigas devem ser, entre outras características, grandes, cilíndricas e bem empalhadas. No que se refere ao papel do N no peso delas, Cardoso et al. (2010)

verificaram que a adubação nitrogenada propiciou espiga verde por planta mais pesada, sendo a resposta quadrática, com peso máximo por espiga com palha de 445 g e de 298 g para espiga sem palha.

No período de entressafra, a cultura do milho direcionada para a comercialização de espigas verdes necessita de irrigação e de um sistema em que a adubação nitrogenada desempenhe papel importante na produtividade dessa cultura. De acordo com Coelho (2007), o N e K são os nutrientes mais extraídos por essa cultura. Assim, quando se desejam produtividades elevadas, torna-se necessário complementar a quantidade de N suprida pelo solo com a adubação nitrogenada (Coelho et al., 1992, Amado et al., 2002).

Para a produção de espigas verdes, o N tem sido responsável pelo aumento do seu rendimento, sendo seu efeito influenciado, também, por outros fatores, como genotípicos e ambientais. Trabalhos têm demonstrado o efeito da adubação nitrogenada sobre a produtividade de espigas para consumo verde. Silva et al. (2000) encontraram produtividade máxima de  $11,7 \text{ t ha}^{-1}$  de espigas verdes comerciais com palha com a aplicação de  $151 \text{ kg ha}^{-1}$  de N. Para comercialização, atendendo às exigências do mercado consumidor, as espigas devem ser, entre outras características, grandes, cilíndricas e bem empalhadas. No que se refere ao papel do N no peso delas, Cardoso et al. (2010) verificaram que a adubação nitrogenada propiciou espiga verde por planta mais pesada, sendo a resposta quadrática, com peso máximo por espiga com palha de 445 g e de 298 g para espiga sem palha.

Conforme Rocha (2008), na avaliação das características agrônômicas de cultivares para milho verde, as mais utilizadas são: número e peso de espigas comerciais empalhadas; peso de espigas comerciais despalhadas; comprimento de espigas comerciais; percentagem de espigas comerciais; diâmetro de espigas comerciais; comprimento de espigas comerciais; tempo de comercialização; florescimento masculino e altura de plantas.

Vários trabalhos visando avaliar o efeito da adubação nitrogenada na cultura do milho, com foco na produção de espigas verdes, o N tem sido responsável pelo aumento do seu rendimento, sendo seu efeito influenciado também por outros fatores, como genotípicos e ambientais.

Trabalhos têm demonstrado o efeito da adubação nitrogenada sobre a produtividade de espigas para consumo verde. Com adubação nitrogenada de

120 kg parcelada aos 25 e 45 dias, Silva e Silva (2003) obtiveram produtividade de 10,9 t.ha<sup>-1</sup> de espigas empalhadas. Por sua vez, produtividade mais elevada, da ordem de 21,4 t.ha<sup>-1</sup> de espigas verdes com palha, foi obtida por Cardoso et al. (2010), com a aplicação de 160 kg.ha<sup>-1</sup> de N. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de doses de adubação na produtividade da cultura do milho verde.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local do experimento e preparo da área

O experimento foi realizado no município de Mimoso do Sul, ES, sendo as coordenadas geográficas do local 257998,246 de latitude e 7656642,906 de longitude e 12,154 m de altitude.

A avaliação foi realizada em sistema convencional em que o terreno foi preparado com uma aração, realizada com grade aradora de discos. O terreno em sua maior parte é plano e não há desníveis muito acentuados.

Anualmente, entre os meses de dezembro e janeiro o terreno sofre o processo de alagamento ocasionado pelas cheias.

### Maquinário utilizado nas avaliações e caracterização da semeadora-adubadora

O conjunto mecanizado utilizado para a semeadura foi constituído de um trator Massey Ferguson MF modelo 283 4x2 TDA e uma semeadora de precisão modelo SEED LINE de 4 linhas, equipada com disco de corte de palhada, disco duplo defasado na semente e adubo e rodas de controle de profundidade e regulagem de ângulo.

### Caracterização do solo

Para realizar a caracterização do solo, foram retiradas amostras de solo para obtenção da resistência do solo à penetração, densidade e umidade do solo, granulometria e retenção de água no solo. O solo apresentou 28,08% de areia

26,75% de silte e 45,16% de argila, 19,6% de umidade, 1,07% de porosidade total e 2,64 g.cm<sup>3</sup> de densidade do solo.

Foram coletadas 23 amostras de solo no mesmo dia em que o experimento foi conduzido, e retiradas à profundidade de 0 a 0,2 m por meio de um amostrador de solo modelo Uhland.

A densidade do solo foi determinada no perfil de 0 a 0,20 m e foi utilizada como um método indicativo para análise do estado de compactação do solo. No entanto, esse parâmetro não foi interpretado isoladamente, pois varia conforme o solo e em cada faixa de teor de argila, podendo levar a distorções, caso não se atente a esse fato.

Foi realizado ensaio de compactação normal, pelo qual foi determinado o estado de umidade que o solo em estudo encontra-se propenso à maior compactação. Esse teste foi realizado por meio de um penetrômetro analógico modelo Dickey-john utilizando-se a ponta de 3 mm de espessura.

O Quadro 1 apresenta a análise composta de amostras de solo analisadas e a composição química do solo da área.

Quadro 1: Resultado da análise de solo da área experimental.

Amostra	pH	S-SO <sub>4</sub>	P	K	Al	MO	V	m
	H <sub>2</sub> O	mg/dm <sup>3</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	mmol/dm <sup>3</sup>	mmol/dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	%	%
Média	5,3	13	8,1	1,5	2,6	20,41	40	10

De acordo com o Quadro 1, pode-se observar que a acidez do solo está em um nível próximo do adequado para a cultura do milho, ou seja, entre 5,5 e 6,0.

A saturação por alumínio e por bases ficou em 40% e 10%, ou seja, a primeira se encontra em nível médio e a segunda em nível muito baixo. A acidez trocável (Al<sup>3+</sup>) se encontra em nível baixo.

A concentração de fósforo disponível e potássio se encontram dentro de um nível de classificação média para a determinada percentagem de argila que o solo apresenta (45%).

## Condução do experimento

A área foi irrigada por sistema de aspersão convencional, de acordo com a demanda da cultura de milho.

A implantação da cultura foi realizada utilizando-se marcha regulada no trator referente à velocidade de  $5,5 \text{ km.h}^{-1}$  trabalhando-se com 1500 rpm no motor do trator.

Foi utilizada adubação de plantio com adubo de formulação de NPK 4-30-10. Além da adubação de plantio foi realizada adubação de cobertura parcelada em duas vezes com formulado de NPK 20-00-25.

Para a implantação da cultura do milho, a semeadora foi regulada para distribuir 5,9 sementes de milho por metro linear, com 5 cm de profundidade e espaçamento entre linhas de 90 cm – densidade aproximada de 65.000 plantas.ha<sup>-1</sup>. Utilizaram-se sementes de milho híbrido Agrocerec peneira C2L. Utilizou-se disco de distribuição de sementes de 28 células.

A data da semeadura ocorreu dia 20 de junho de 2011 e a colheita das espigas verdes ocorreu na primeira semana de outubro.

Para a avaliação da produtividade da cultura, o experimento foi montado seguindo o delineamento em blocos casualizados (DBC), com três tratamentos (adubação) e quatro repetições (blocos) para cada tratamento, totalizando 12 parcelas.

A avaliação das plantas foi feita nas linhas centrais. Foram marcadas 10 plantas consecutivas em cada parcela, em um total de quatro blocos. Cada parcela mediu aproximadamente, 2 m de comprimento. Os dados referentes aos caracteres produtivos foram registrados aos 60 e 80 dias após a semeadura.

## Avaliações relacionadas a produtividade da cultura do milho

Os parâmetros relacionados ao desenvolvimento da cultura foram altura da planta até o ponto de inserção da última folha, diâmetro do colmo, comprimento e largura da folha, número de folhas por planta, comprimento das espigas com e sem palha, diâmetro das espigas com e sem palha e peso das espigas com e sem palha. Foi feita apenas a avaliação das espigas comerciais.

Para estas determinações, foram medidas 10 plantas consecutivas, por parcela em quatro blocos, no estádio R3 – grãos leitosos.

A altura de plantas foi determinada medindo-se a distância média entre a superfície do solo e o ponto de inserção da última folha tomada das 10 plantas da área útil de cada parcela, no florescimento.

O diâmetro do colmo foi determinado medindo-se o diâmetro médio do primeiro entrenó acima do colo da planta, tomado nas mesmas plantas a que se referem os parâmetros citados anteriormente.

O comprimento e largura das folhas foram determinados medindo-se a folha mais determinante de cada planta. O número de folhas por planta foi determinado totalizando a quantidade de folhas por cada planta.

O comprimento de espigas empalhadas e despalhadas foram determinados pelo valor médio do comprimento de 10 espigas provenientes da área útil de cada parcela.

O diâmetro de espigas empalhadas e despalhadas corresponderam ao diâmetro médio da porção central das espigas comerciais avaliadas.

O peso de espigas comerciais empalhadas e despalhadas foram determinados através de todas as espigas comerciais da parcela.

#### Análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F de acordo com o delineamento experimental adotado. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram analisados estatisticamente utilizando-se o programa SAEG versão 9.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das estimativas dos parâmetros média e coeficiente de variação (CV) das amostras para as variáveis avaliadas relacionadas aos caracteres produtivos e biométricos da cultura foram o comprimento e diâmetro de

espigas verdes com palha e sem palha e peso de espigas verde com e sem palha serão apresentados nos respectivos quadros a seguir..

A Tabela 1 representa as médias dos resultados obtidos da análise de variância expressa pelo teste F e Tukey a 5% de probabilidade, quando houve significância dos resultados para as variáveis altura da planta, diâmetro do colmo, número de folhas por planta, comprimento da folha e largura da folha.

Tabela 1 – Análise de variância expressa pelo Teste de F para as variáveis altura da planta (APL), diâmetro do colmo (DC), número de folhas por planta (NFPL), comprimento da folha (CF), largura da folha (LF) e dias após semeadura (DAP)

Adubação	APL	DC	NFPL	CF	LF
$\text{g.m}^{-1}$	cm	mm		mm	mm
30	107,61a	25,20a	14,61a	105,58a	9,10a
40	118,55a	25,85a	14,40a	99,08b	9,11a
60	123,52a	26,40a	13,90b	97,72b	8,80a
DAP					
60	62,50b	26,79a	12,30b	94,52b	9,14a
80	118,55a	24,85b	16,30 <sup>a</sup>	106,15a	8,87a
F	0,490 <sup>ns</sup>	2,031 <sup>ns</sup>	5,330 <sup>**</sup>	7,892 <sup>**</sup>	0,369 <sup>ns</sup>
C.V (%)	50,173	17,677	9,157	9,363	25,573

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

<sup>\*\*</sup> significativo a 5% de probabilidade; ns – não significativo.

Com base nos resultados apresentados na Tabela 1, observa-se que a adubação de plantio não influenciou significativamente nos caracteres altura da planta, diâmetro do colmo e largura da folha. Observa-se que o aumento da adubação proporcionou aumento na altura da planta. Observa-se, também, que conforme aumenta a altura da planta, ocorre redução do diâmetro do colmo.

As médias do diâmetro do colmo foram 25,20 mm, 25,85 mm e 26,40 mm, respectivamente, para as adubações de plantio de 30, 40 e 60  $\text{g.m}^{-1}$ . Estes resultados obtidos estão superiores aos encontrados por Seki (2010), que obteve média de diâmetro do colmo de 24,1 mm em trabalho realizado com cultivo mínimo com escarificação a 0,30 m antes da implantação da cultura de milho utilizando 300  $\text{kg. ha}^{-1}$  de fertilizante granulado na formulação 08-28-16 de NPK

na semeadura, ou seja, quantidade muito semelhante da utilizada no trabalho para implantação. Possivelmente esse fato pode ser explicado pelo fato de o autor citado anteriormente ter realizado uma adubação de plantio muito elevada em relação a de cobertura que foi de 200 kg de ureia.

Com relação aos caracteres número de folhas por planta e comprimento da folha as adubações de plantio tiveram influência significativa. O número de folhas por planta e o comprimento da folha tiveram os piores resultados na adubação de 60 g.m<sup>-1</sup>. No entanto, possivelmente estes resultados foram ocasionados por questões nutricionais da planta.

A Tabela 2 representa as médias dos resultados obtidos da análise de variância expressa pelo teste F e Tukey a 5% de probabilidade para as variáveis comprimento de espigas com palha, diâmetro de espigas com palha, peso de espigas com palha, comprimento de espigas sem palha, diâmetro de espigas sem palha e peso de espigas sem palha.

Tabela 2 – Análise de variância expressa pelo Teste de F para as variáveis comprimento de espigas com palha (COMPCP), diâmetro de espigas com palha (DIAMCP), peso de espigas com palha (PCP), comprimento de espigas sem palha (COMPSP), diâmetro de espigas sem palha (DIAMSP) e peso de espigas sem palha (PSP)

Adubação	COMPCP	DIAMCP	PCP	COMPSP	DIAMSP	PSP
g.m <sup>-1</sup>	cm	mm	G	cm	mm	g
30	28,41a	58,68a	335,83 <sup>a</sup>	17,82a	46,75a	203,18a
40	28,26a	59,89a	352,32 <sup>a</sup>	15,93a	49,31a	218,92a
60	29,15a	58,30a	346,87a	15,83a	47,45a	205,50a
F	0,432ns	0,433ns	0,533ns	2,95ns	1,265ns	0,905ns
C.V (%)	12,700	9,967	25,429	16,459	7,955	23,502

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade. ns – não significativo.

Dos resultados apresentados na Tabela 2, verifica-se que não houve influência da adubação em nenhum dos caracteres de produtividade. Observa-se, também, que os coeficientes de variação não foram altos, o que se pode dizer que não houve muita dispersão dos dados em torno das médias.

De acordo com Freire et al., (2010), que trabalharam com quatro adubações diferentes, estes obtiveram comprimento de espigas sem palha

variando entre 18.1 cm e 19 cm, ou seja, seus resultados foram bastante superiores aos encontrados.

Também se pode observar que o peso das espigas com palha variou entre 335,83 g e 352,32 g e o peso de espigas sem palha variou entre 203,18 g e 218,92 g. Os mesmos autores citados no parágrafo anterior encontraram espigas verdes de milho com e sem palha com pesos de 376,0 g e de 257,4 g, respectivamente, ou seja, resultados superiores aos encontrados.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que, nestas condições experimentais, o aumento da adubação de plantio com o formulado NPK não foi significativo para a produtividade da cultura, talvez pelo fato de a cultura estar em pico de absorção de nutrientes do solo ou pelo solo já apresentar níveis bons de nutrientes. Nestas condições o produtor poderá utilizar uma menor dose de adubação na semeadura ( $20 \text{ g.m}^{-1}$ ).

Para os próximos trabalhos recomenda-se substituir o formulado utilizado por outro que tenha maior percentagem de nitrogênio e potássio na semeadura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amado, T.J.C.; Mielniczuk, J.; Aita, C. (2002) Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, 26 (1):241-248.

Cardoso, M.J.; Silva, A.R.; Guimarães, L.J.M.; Parentoni, S.N.; Setubal, J. W. (2010) Produtividade e espiga verde de milho sob diferentes níveis de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, 28 (2):786-789.

Coelho, A.M.; França, G.E.; Bahia Filho, A.F.C.; Guedes, G.A.A. (1992) Doses e métodos de aplicação de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho sob irrigação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, 16 (1):61-67.

Coelho, A.M. (2007) *Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 96). 11p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. (2012) *Acompanhamento de safra brasileira: grãos: intenção de plantio, primeiro levantamento*, outubro 2012. Brasília: Conab.

Freire, F.M., Viana, M.C.C., Mascarenhas, M.L.B., Pedrosa, M.W., Coelho, A.M., Andrade, C.L.T. (2010) Produtividade econômica e componentes da produção de espigas verdes de milho em função da adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 9 (3):213-222.

Seki, A.S. (2010) *Demanda energética e produtividade da soja e do milho em áreas de plantio direto e cultivo mínimo*. Botucatu: UNESP - Faculdade de Ciências Agrônomicas. Tese (Doutorado), 131p.

Silva, P.S.L., Diniz Filho, E.T., Granjeiro, L.C., Duarte, S.R. (2000) Efeitos de níveis de nitrogênio e da aplicação de deltametrina sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, 47 (26):75-87.

Silva, P.S.L., Silva, P.I.B. (2003) Parcelamento da adubação nitrogenada e rendimento de espigas verdes de milho. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, 21 (1):150-153.

Stacciarini, T.C.V., Castro, P.H.C., Borges, M.A., Guerin, H.F., Moraes, P.A.C., Gotardo, M. (2010) Avaliação de caracteres agrônomicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. *Revista Ceres*, Viçosa, 57 (4):516-519.

#### 4. RESUMOS E CONCLUSÕES

A capacidade de campo efetiva obteve o maior resultado ( $1,86 \text{ h}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) na marcha referente à maior velocidade  $7,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ .

A velocidade periférica do disco dosador de sementes obteve a maior média ( $0,55 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) na maior velocidade de deslocamento ( $7,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ) e a menor média ( $0,37 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) na menor velocidade de deslocamento ( $5,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ).

O número de sementes por metro obteve a melhor média (4,91 sementes por metro) na marcha referente à menor velocidade ( $4,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ), sendo que o pior resultado (3,91 sementes por metro) ocorreu na marcha referente à maior velocidade ( $7,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ).

O espaçamento entre sementes apresentou o melhor resultado (21,93 cm) na menor velocidade ( $4,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ).

A profundidade de semeadura obteve a melhor média (4,95 cm) na menor velocidade ( $4,5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ).

Conclui-se que a semeadora de precisão utilizada no trabalho apresentou uma limitação das regulagens de altura de profundidade, não sendo capaz de depositar sementes no solo a profundidades superiores a 5 cm.

Com relação ao peso de espigas, comprimento e diâmetro de espigas, não houve aumento significativo conforme aumento na dosagem de adubação de plantio.

Conclui-se que o produtor poderá utilizar uma menor dose de adubação na semeadura ( $20 \text{ g}\cdot\text{m}^{-1}$ ).

Para os próximos trabalhos recomenda-se substituir o formulado utilizado, por outro que tenha maior percentagem de nitrogênio e potássio na sementeira.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1994) *Semeadora de precisão: ensaio de laboratório/método de ensaio*. Projeto de norma 12:02.06-004. Rio de Janeiro, 21p.

Almeida, M.L., Sangoi, L. (1996) Aumento da densidade de plantas de milho para regiões de curta estação estival de crescimento. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, 2 (2):179-183.

Amado, T. J. C., MIELNICZUK, J., AITA, C. (2002) Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, 26 (1):241-248.

Andersson, C. (2001) Avaliação técnica de semeadoras-adubadoras para plantio direto. *Plantio Direto*, Passo Fundo, n.66, p.28-32.

Cardoso, M.J., Silva, A.R., Guimarães, L.J.M., Parentoni, S.N., Setubal, J.W. (2010) Produtividade e espiga verde de milho sob diferentes níveis de nitrogênio. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, 28 (2):786-789.

CENEA - Centro Nacional de Engenharia Agrícola (1975) Fazenda Ipanema, Iperó, SP. (instituído pelo Decreto No.76.895, de 23/12/1975 e extinto em março de 1990.

Coelho, A. M. (2007) *Manejo da adubação nitrogenada na cultura do milho*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 96). 11p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. (2012) Acompanhamento de safra brasileira: grãos: intenção de plantio, primeiro levantamento, outubro 2012. Brasília: CONAB.

Cortez, J.W., Furlani, C.E.A., Silva, R.P., Lopes, A. (2006) Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, 26 (2):502-510.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Milho e Sorgo. (2006) *Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho*. Circular técnica, nº 75, Sete Lagoas, MG.

Folle, S.M, Franz, C.A.B. (1990) *Trator agrícola: características e fundamentos para sua seleção*. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, (EMBRAPA-CPAC. Documentos, 31), 24p.

Fonseca, M.G. C. (1997) *Plantio direto de forrageiras: sistema de produção*. Guaíba, RS: Agropecuária, 101p.

Gassen, D., Gassen, F. (1996) *Plantio direto o caminho do futuro*. Passo Fundo, RS: Aldeia Sul. 207p.

Ivančan, S., Sito, S., Fabijanić, G. (2004) Effect of precision drill operating speed on the intra-row seed distribution for parsley. *Biosystems Engineering*, London, 89 (3):373-376.

Kachman, S.D., Smith, J.A. (1995) Alternative measures of accuracy in plant spacing for planters using single seed metering. *Transactions of the ASAE*, St Joseph, 38 (2):379-387.

Kocher, M.F., Lan, Y., Chen, C., Smith, J.A. (1998) Optoelectronic sensor system for rapid evaluation of planter seed spacing uniformity. *Transactions of the ASAE*, St Joseph, 41 (1):237-245.

Lan, Y., Kocher, M.F., Smith, J.A. (1999) Opto-electronic sensor system for laboratory measurement of planter seed spacing with small seeds. *Journal of Agricultural Engineering Research*, London, 72 (2):119-127.

Levien, R., Marques, J.P., Benez, S.H. (1999) Desempenho de uma semeadora adubadora de precisão, em semeadura de milho (*Zea mays* L.), sob diferentes formas de manejo do solo. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 28, Pelotas: *Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola*.

Özmerzi, A., Karayel, D., Topakci, M. (2002) Effect of sowing depth on precision seeder uniformity. *Biosystems Engineering*, London, 82 (2):227-230.

Paiva Júnior, M.C., Von Pinho, R.G., Von Pinho, E.V.R., Resende, S.G. (2001) Desempenho de Cultivares para a produção de Milho Verde em diferentes épocas e densidades de Semeadura em Lavras - MG. *Ciência e Agrotecnologia*. Lavras, 25 (5):1235-1247.

Panning, J.W., Kocher, M.F., Smith, J.A., Kachman, S.D. (2000) Laboratory and field testing of seed spacing uniformity for sugarbeet planters. *Applied Engineering in Agriculture*, St Joseph, 16 (1):7-13.

Pereira Filho, I.A.P., Oliveira, A.C., Cruz, J.C. (1998) Milho verde: espaçamentos, densidades de plantas, cultivares e épocas de semeadura, influenciando o rendimento e algumas características de espigas comerciais. Anais do Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 22, Recife: *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*.

Ribeiro, M.F.S. (1998) Mecanização agrícola. *Plantio direto: pequena propriedade sustentável*. Londrina, IAPAR, P.95-111. (Circular n°101).

Ritchie, S.W., Hanway, J.J., Benson, G.O. (2003) Como a planta de milho se desenvolve. *Arquivo do Agrônomo*, São Paulo, 133 (15):1-20.

Rocha, D.R. (2008) *Desempenho de cultivares de milho-verde submetidas a diferentes populações de plantas em condições de irrigação*. Tese (Doutorado em Agronomia) - São Paulo – SP, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, 106p.

Rodrigues, J.C. (2004). *Manejo de plantas daninhas no cultivo da soja em sistemas de plantio direto sobre palhada de milho em Campos dos Goytacazes, RJ*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF, 131p.

Sangoi, L. (2000). Understanding plant density effects on maize growth and development: an important issue to maximize grain yield. *Ciência Rural*, Santa Maria. 31 (1):159–158

Sangoi, L., Salvador, R.J. (1998) Influence of plant height and leaf number on maize production at high plant densities. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 33 (3):297-306.

Silveira, G.M., Yanai, K., Kurachi, S.A.H. (2006) Determinação da eficiência de campo de conjuntos de máquinas convencionais de preparo do solo, semeadura e cultivo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 10 (1):220-224.

Silva, P.S.L., Diniz Filho, E.T., Granjeiro, L.C., Duarte, S.R. (2000) Efeitos de níveis de nitrogênio e da aplicação de deltametrina sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, 47 (269):75-87.

Vale, W.G., Garcia, R.F., Thiebaut, J.T.L., Amim, R.T., Tourino, M.C.C. (2008) Desempenho e dimensionamento amostral para avaliação de uma semeadora-adubadora em plantio direto e convencional. *Acta Scientiarum Agronomy*, 30 (4):441-448.

Vale, W.G. (2007). *Análise de desempenho de uma semeadora- adubadora de semeadura direta no norte fluminense*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Campos dos Goytacazes, RJ: Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. f. 74 – 88.

Vieira, M.A. (2007) *Cultivares e população de plantas na produção de milho-verde*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 78p.