

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**MECANISMOS DOSADORES DE SEMENTES E
VELOCIDADE DE DESLOCAMENTO DO CONJUNTO
TRATOR-SEMEADORA NOS COMPONENTES
AGRONÔMICOS DO MILHO**

MATHEUS ANGHINONI

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2019**

**MECANISMOS DOSADORES DE SEMENTES E VELOCIDADE
DE DESLOCAMENTO DO CONJUNTO TRATOR-SEMEADORA
NOS COMPONENTES AGRONÔMICOS DO MILHO**

MATHEUS ANGHINONI

Engenheiro Agrônomo

ORIENTADOR: Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Mestre.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

A581m Anghinoni, Matheus

Mecanismos dosadores de sementes e velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora nos componentes agronômicos do milho: Mecanismos dosadores de sementes e velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora nos componentes agronômicos do milho [recurso eletrônico] / Matheus Anghinoni. -- 2019.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Jorge Wilson Cortez .

Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Zea mays. 2. mecanização agrícola. 3. semeadura. I. Cortez, Jorge Wilson. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

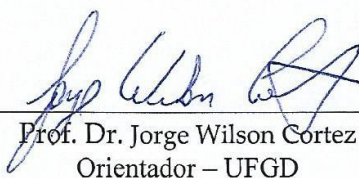
**MECANISMOS DOSADORES DE SEMENTES E VELOCIDADE DE
DESLOCAMENTO DO CONJUNTO TRATOR-SEMEADORA NOS
COMPONENTES AGRONÔMICOS DO MILHO**

por

Matheus Anghinoni

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
MESTRE EM AGRONOMIA

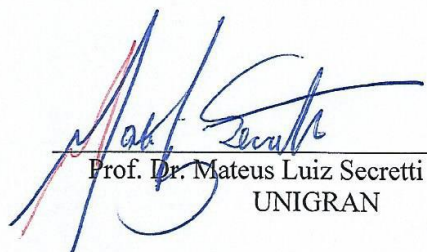
Aprovada em: 26/02/2019



Prof. Dr. Jorge Wilson Cortez
Orientador – UFGD



Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza
FCA/UFGD



Prof. Dr. Mateus Luiz Secretti
UNIGRAN

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus que iluminou o meu caminho durante esta caminhada, a toda minha família, principalmente meus pais Paulo Anghinoni, Márcia Bobroski Anghinoni e também a minha irmã Ana Paula Anghinoni, que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

Ao professor Dr. Jorge Wilson Cortez, pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta dissertação.

A todos os integrantes da Fazenda São Francisco, pela paciência e principalmente por não medir esforços para a implantação do experimento.

Aos amigos com quem convivi nesse espaço ao longo desses anos, que ajudaram direta ou indiretamente na realização desse trabalho, em especial Gustavo Fagotti Bellafronte.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos que possibilitou a dedicação integral ao programa de pós-graduação.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Matheus Anghinoni – Nascido na cidade de Rondonópolis, estado do Mato Grosso, no dia 30 de agosto de 1993. Iniciou-se os estudos no ensino fundamental no ano de 1999 na escola Colégio Cândido Portinari; no ano de 2008 ingressou no ensino médio, na Escola Cenecista 13 de Junho. Em 2009 foi transferido para Escola Estadual Adolfo Augusto de Moraes, a qual finalizou o ensino médio, todas na cidade de Rondonópolis-MT. Em 2012 ingressou no curso de Agronomia na Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, concluindo em 2016. Durante a graduação, participou de projetos de iniciação científica na área de “Mecanização Agrícola”; foi membro da Terra Fértil Empresa Júnior, com o cargo de analista de projetos e posteriormente trainee. Atuou como organizador da palestra: “Pragas do algodoeiro em 2016”. Possui estagio extracurricular na Fazenda Capão da Estrada, realizados nos anos de 2014 e 2015. No ano de 2017 iniciou o mestrado em produção vegetal na Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias. Durante o mestrado participou de bancas de trabalho de conclusão de curso e em fevereiro de 2019 terminara o mestrado.

SUMARIO

	PÁGINA
RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1 INTRODUÇÃO.....	8
2 REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 Aspectos econômicos da cultura do milho.....	9
2.2 Mecanismos dosadores de sementes	10
2.2.1 Mecanismo dosador de sementes pneumático (disco vertical).....	12
2.2.2 Mecanismo dosador de sementes mecânico (disco horizontal).....	14
2.3 Velocidade de semeadura.....	16
2.4 Agricultura de precisão e mapas de produtividade	18
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
3.1 Local, solo e clima	21
3.2 Delineamento experimental	22
3.3 Insumos e equipamentos	23
3.4 Avaliações	24
3.4.1 Estande de plantas.....	24
3.4.2 Distribuição longitudinal	24
3.4.3 Diâmetro de colmo.....	25
3.4.4 Alturas de planta e altura de inserção da primeira espiga (AIPE).....	25
3.4.5 Produtividade e umidade de grãos	25
3.5 Análise dos dados.....	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Estande e distribuição longitudinal	26
4.2 Componentes agronômicos	28
4.3 Análise de correlação	29
4.4 Produtividade de grãos	30
5 CONCLUSÕES	36
6 REFERÊNCIAS	37

ANGHINONI, M. **Mecanismos dosadores de sementes e velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora nos componentes agronômicos do milho.** 45f. 2019. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

RESUMO

O milho representa grande parte da área semeada em segunda safra, por isso sua rápida implantação tem extrema importância para bom desenvolvimento da cultura. A velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora é um fator importante na formação do estande de planta. Há diversas formas de semear uma cultura, porém os principais sistemas dosadores utilizados no Brasil são: mecânico com disco horizontal e pneumático com disco vertical. Portanto, objetivou-se avaliar os mecanismos dosadores de semente e velocidade de deslocamento do trator-semeadora nos componentes agronômicos do milho na Fazenda São Francisco, localizada no município de Rondonópolis – MT, Brasil. O solo da área é classificado com Latossolo Vermelho Distroférico. O experimento foi implantado na segunda safra de 2018, logo após a colheita da soja e foi baseado no delineamento de blocos ao acaso em fatorial com cinco repetições (blocos), sendo os tratamentos compostos por dois mecanismos dosadores (D) de semente: pneumático e mecânico; e as velocidades de deslocamento (V) do conjunto trator-semeadora que foram aplicadas no momento da semeadura, $V_1 = 3,0$; $V_2 = 5,0$; $V_3 = 7,0$ e $V_4 = 9,0$ km h⁻¹. Os componentes avaliados foram: estande de plantas, distribuição longitudinal, altura de planta, altura de inserção da primeira espiga (AIPE), diâmetro de colmo e produtividade. O uso do sistema pneumático promoveu a melhor distribuição longitudinal com valores acima de 90%; e o aumento da velocidade de semeadura reduziu os espaçamentos normais e aumentou os falhos. O sistema de dosadores e velocidade de semeadura não afetam os componentes agronômicos do milho de segunda safra. Os dados de produtividade quando agrupados em classes de alta, média e baixa produtividade indica melhor resultado para a semeadora mecânica, principalmente a 5 km h⁻¹.

Palavras-chave: *Zea mays*; mecanização agrícola, semeadura.

ANGHINONI, M. **Seed dosing mechanisms and forward speed of displacement the tractor-seed set in the agronomic components of maize.** 45f. 2018. Dissertation (MSc in Agricultural Engineering), Federal University of Grande Dourados, Dourados-MS.

ABSTRACT

The corn represents a great part of the area seeded for the second annual season, that is why its fast implantation has extreme importance for the good development of the culture. The speed of displacement is an important factor in the formation of the plant stand. There are many ways of seeding a culture, although the main system used in Brazil are: mechanic with horizontal disc of dosage and pneumatic (air) with vertical disc of dosage. For this reason, the main objective was to evaluate the mechanisms of seeding dosage and the speed of the seeder on the agronomic components of the corn in the São Francisco farm, located at the city of Rondonópolis – MT, Brazil. The soil of the area is classified as oxisol. The experiment was implanted at the second annual season of 2018, right after the harvest of the soybeans and was based on the setting of five random factorial blocks with five repetitions (blocks), being composed of two mechanisms of dosage (D) of seed: pneumatic and mechanic; and the speed of displacement (V) of the set tractor-seeder that were applied on the moment of seeding, $V1 = 3,0$; $V2 = 5,0$; $V3 = 7,0$ and $V4 = 9,0$ km h⁻¹. The components evaluated were: booth of plants, longitudinal distribution, height of the plant, height of insertion of the first cob, diameter of the stem, and productivity. The use of the pneumatic system promoted the best longitudinal distribution with values above 90%; and the increase of the seeding speed reduced the normal space between plants and increased the failures. The system of dosage and velocity of seeding do not affect the components of productivity of the second season corn. The yield data when grouped into high, medium and low productivity classes indicates a better result for the mechanical seeder, mainly at 5 km h⁻¹.

Keywords: *Zea mays*, agricultural mechanization, seeding.

1 INTRODUÇÃO

A segunda safra de milho possui grande importância para o agronegócio brasileiro, representa cerca de 66% da produção total do grão no país, segundo o Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, feito pela CONAB (2018). Um fator que impulsiona o milho segunda safra é a otimização da mão de obra e de maquinários da propriedade, diminuindo assim a sazonalidade da produção e gerando renda. Assim, é de extrema importância o avanço de pesquisas que auxiliem o aumento da produtividade para essa cultura no país.

A rotação de cultura tem sido um aliado, porém um manejo bastante empregado em campo ainda é a sucessão de: soja na primeira safra e milho na segunda safra e um dos principais fatores que afetam a produtividade do milho é o clima, pois quanto mais tarde for semeado, menor será o potencial produtivo e maior o risco de perdas por geadas e/ou seca, principalmente pela redução da disponibilidade de água no solo e da temperatura do ar no inverno. Por isso o planejamento do milho segunda safra começa ainda na primeira safra, com a escolha de cultivares de soja com ciclo precoce para a liberação da área e também uma rápida implantação da cultura.

Dentro os fatores para rápida implantação da cultura temos a velocidade de deslocamento do conjunto trator/semeadora, essa velocidade tem relação direta com a capacidade de trabalho em campo da semeadora, tendo em vista uma distribuição regular das sementes e aproveitando os recursos necessários para um bom desenvolvimento. Para a distribuição de sementes existem diversos mecanismos dosadores disponíveis no mercado, dentre os principais utilizados são: sistema mecânico com disco horizontal e sistema pneumático com vácuo (pressão negativa).

Portanto, objetivou-se avaliar a qualidade de semeadura e os componentes agronômicos do milho, em função do sistema dosador pneumático e mecânico de sementes e a velocidade de deslocamento (3, 5, 7 e 9 km h⁻¹) do conjunto trator-semeadora. Além de analisar os dados de produtividade dos tratamentos obtidos por meio de uma colhedora com as ferramentas da agricultura de precisão.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aspectos econômicos da cultura do milho

O milho é uma planta da família *Poaceae* e da espécie *Zea mays* e participa há pelo menos 7.300 anos da história alimentar mundial e seus primeiros registros foram no México, possui altas qualidades nutritivas e é composto por 61% de amido. Entre os países consumidores do milho, destaca-se o EUA, o qual utiliza 0,2% para semente; 1,2 % para alimentação humana; 2,6 % para amido; 5% para produção de álcool; 8% para adoçantes; 50% para alimento animal; 22,6% para exportações e tem cerca de 10,3% em estoque (FIESP, 2018).

O Brasil é terceiro maior produtor, com uma área de 17 milhões de hectares semeados e quase 100 milhões de toneladas produzidas. Diante disso, a segunda safra tem ganhado grande destaque, pois conta com uma área de 12 milhões de hectares semeados e mais de 68 milhões de toneladas produzidas na safra 2017 (IBGE, 2018).

A tecnologia tem auxiliado muito para o sucesso da produção, alcançando em 2017 cerca de 5.581 kg ha⁻¹ (93,01 sacas ha⁻¹). Em 2018 estima-se uma redução de 12,9% chegando a 4.861 kg ha⁻¹ (81,01 sacas ha⁻¹), podendo ser explicada pelo forte estresse hídrico no ano, o que reduziu a área em cerca de 8,3% (11 milhões de hectares semeados) e a produção caiu cerca de 54 milhões de toneladas, 20,1% inferior à safra passada (IBGE, 2018).

O Mato Grosso é maior produtor de milho segunda safra, tem uma produção de quase 30 milhões de toneladas em 4.784 milhões de hectares. Nesse sentido, o município de Rondonópolis possui grande participação nesse feito, com uma produção de 188.800 mil toneladas em cerca de 30 mil hectares, segundo os dados do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018). Nessa produção, 85% é consumida na forma de ração animal e 11% é processado em alimentos voltados ao consumo humano (FIESP, 2018).

A semeadura do milho segunda safra geralmente ocorre após a colheita da soja semeada precocemente na primeira safra, aumentando a produção numa mesma quantidade de área (CONAB, 2013), com isso o planejamento já começa com a primeira

cultura, visando liberar o quanto antes a área para que seja possível iniciar a semeadura da segunda safra, pois o sucesso da mesma depende fundamentalmente da época em que foi semeada. Quanto mais tarde começar a semear menor poderá ser a produtividade e maior risco de intercorrências devido ao clima, como geadas e/ou seca (DUARTE, 2001).

A tecnologia utilizada para o cultivo da semente do milho é grande, resultando em lançamentos de híbridos com alta performance e alto potencial produtivo, elevando a produtividade. O mercado brasileiro ofereceu diversos híbridos de milho, na safra 2016/17 encontravam-se disponíveis 315 híbridos para o cultivo (RODRIGUES et al., 2018).

2.2 Mecanismos dosadores de sementes

A excelência no processo operacional de semeadura mecanizada contribui para o sucesso do sistema produtivo (MACEDO et al., 2016), esse processo de semeadura visa a adequada distribuição longitudinal das sementes aliada à correta profundidade de deposição das mesmas no solo, para se obter estande correto e uniforme (ALMEIDA et al., 2010).

Para se obter grandes produtividades e maiores rentabilidades na cultura do milho, o estabelecimento da população inicial planejada é o fator primordial (ROS et al., 2011), nesse sentido os dosadores são os componentes mais importantes de uma semeadora justamente por interferir diretamente no resultado final do estande de plantas (DIAS et al., 2009). Adicionalmente, existem dois mecanismos dosadores principais: I) disco horizontal e II) dosador-apanhador com auxílio pneumático ou chamado também simplesmente de pneumáticos (CARPES et al., 2018).

O mecanismo dosador de semente é responsável por distribuir as sementes requeridas e direciona-las a uma abertura de saída. As semeaduras diferem entre si pelo mecanismo dosador, assim sendo classificadas como: a linha e a lança. A linha pode ser dividida em: disco perfurado (vertical, horizontal, inclinado), cilindro canelado, correia perfurada, discos alveolados, dedos preensores, orifício regulador, pneumático. Já a lança são divididas em: rotor centrífugo, canhão centrífugo, difusor (BALASTREIRE, 1987).

A população de plantas é um dos fatores para melhorar a produtividade da cultura do milho, assim o aumento na densidade populacional de plantas de milho é uma das formas mais fáceis para aumentar a interceptação da radiação solar, e deve-se verificar o estande recomendado e implantado a campo, pois se a densidade for muito elevada pode diminuir a atividade fotossintética da cultura e também a eficiência da conversão de foto assimilados em produção de grãos. Como consequência desse aumento do número de plantas, verifica-se um aumento de esterilidade feminina e redução do número de grãos por espiga e da produtividade de grãos (MARCHÃO et al., 2006). Já Demétrio et al. (2018) relataram que a densidade populacional ótima para um determinado híbrido é aquela correspondente ao menor número de plantas por unidade de área, em que consiga expressar o potencial produtivo do híbrido, induzindo à maior produtividade.

Além de que é de suma importância que se tenha o mínimo de plantas falha na cultura do milho, pois estas podem entrar em concorrência com plantas daninhas, para buscar os recursos necessários para sobrevivência de ambas. Essa competição pode acarretar em mudanças morfológicas, como espessura foliar menor e redução da proporção de matéria seca de raízes/parte aérea (BIANCHI et al., 2006).

Por isso a regulagem ideal da semeadora-adubadora tem extrema importância, pois as principais causas do aumento dos espaçamentos múltiplos são: disco ou anel inadequado para o tamanho (peneira) das sementes do híbrido, falta ou excesso de grafite no sistema dosador com disco alveolado horizontal, pressão impropria do sistema nos dosadores com sistema pneumático, fechamento do sulco e até mesmo umidade do solo inadequada (WEIRICH-NETO et al., 2015).

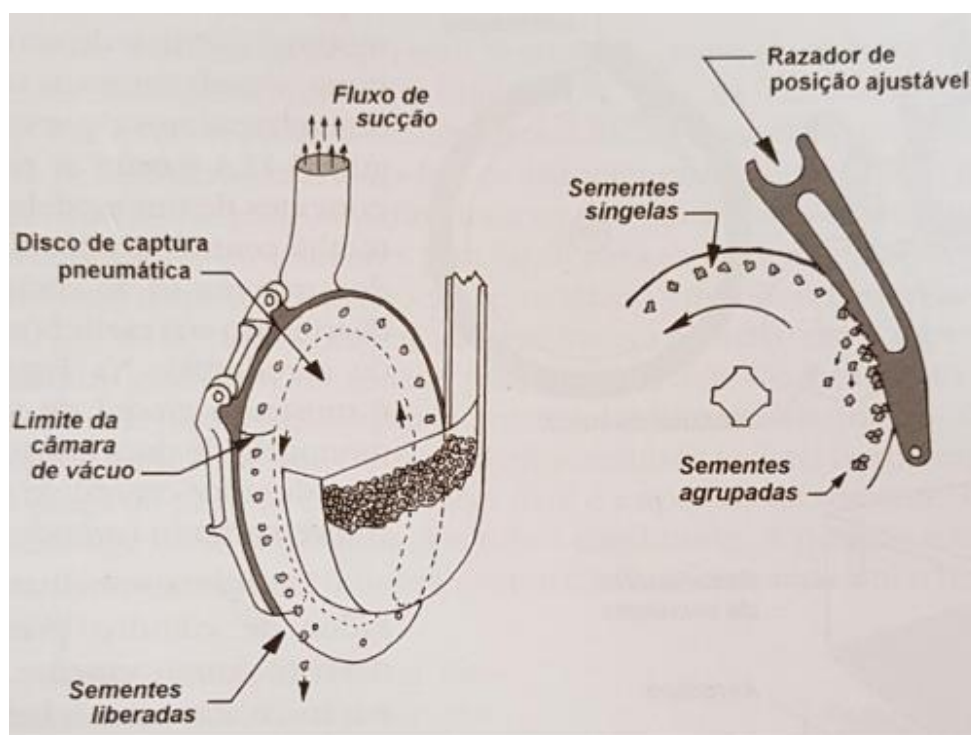
Carpes et al. (2017) estudando o efeito de diferentes tubos condutores na distribuição longitudinal de sementes de milho, concluiu que o aumento na densidade de semeadura (60.000 a 90.000 sementes há^{-1}), juntamente com o aumento da velocidade periférica do disco dosador de sementes, tanto pneumático quanto mecânico, ocorreu uma tendência a diminuição dos espaçamentos aceitáveis para maioria dos condutores, tendo relação direto com a qualidade de semeadura. Pacheco et al. (1996) relatam que trabalhos com a velocidade periférica do disco dosador de semente acima de $0,29 \text{ m s}^{-1}$ seriam prejudiciais a distribuição longitudinal de sementes.

Um fato bastante interessante foi o aumento da velocidade de semeadura de soja, resultando no aumento de espaçamentos múltiplos e redução dos aceitáveis, porem

os componentes de rendimento não se alteraram tanto nos sistemas de disco alveolado horizontal, quanto pneumático com o incremento da velocidade de semeadura de 4 km h⁻¹ até 12 km h⁻¹ (JASPER et al., 2011).

2.2.1 Mecanismo dosador de sementes pneumático (disco vertical)

Os mecanismos dosadores pneumáticos de sucção possuem uma base para depósito de sementes, funcionando também como apoio do disco dosador, sendo normalmente vertical e com uma ou mais fileiras concêntricas de furos, e uma tampa que fecha em conjunto, que deixa somente uma saída para as sementes que foram dosadas. Pelo ar ser aspirado as sementes ficam presas na parte externa do disco dosador, e vão sendo liberadas quando o vácuo em cada orifício é neutralizado (BALASTREIRE, 1987). Um exemplo de mecanismo pneumático pode ser verificado na Figura 1.



Fonte: MIALHE (2012).

FIGURA 1. Dosador pneumático de sementes com pressão negativa (vácuo).

Os dosadores pneumáticos têm como principais vantagens a precisão na dosagem de sementes e a ausência de danos que podem ser provocados durante o

processo de dosagem. Além disso, segundo Mialhe (2012), há uma eficiência maior em relação ao espaçamento entre as sementes.

Bottega et al. (2018) ainda relataram o valor médio de índice de velocidade de emergência observado para o dosador pneumático foi maior do que dosador tipo disco horizontal perfurado. Um fato que pode explicar essa diferença é a seleção e individualização de sementes por meio de pressão negativa que está associada à forma de seleção da semente pelo mecanismo dosador pneumático. Esse sistema de seleção causa menores danos às sementes, isso porque apresenta número menor de componentes mecânicos envolvidos no processo.

Porém, mesmo nos dosadores pneumáticos há necessidade de utilizar diferentes tipos de discos, com orifício adequados às diversas sementes, devido à grande variação do tamanho e forma das sementes, inclusive com fileiras concêntricas de furos (CASÃO JR; SIQUEIRA, 2006). Os dosadores pneumáticos agregam um custo adicional no preço total da máquina, pois se faz necessário a turbina, além de todo mecanismo distribuidor. Isto deveria ser compensado com a melhoria da distribuição, consequentemente a produtividade e lucratividade do produtor.

Em prova disto, foi verificado também que o sistema pneumático de distribuição de sementes foi superior ao dosador de discos alveolados, pois apresentou maior percentagem de espaçamentos aceitáveis (MELLO et al., 2003). Melo et al. (2013) avaliando uma semeadora de disco horizontal e pneumática em duas velocidades de deslocamento, concluíram que a semeadora pneumática apresentou maior regularidade na distribuição quando comparada ao sistema mecânico de distribuição, no entanto, os valores ainda estiveram abaixo do mínimo exigido para uma semeadora pneumática que é de 90% de espaçamentos normais.

O aumento da velocidade de deslocamento na semeadura do milho interfere na precisão e na distribuição de sementes. A distribuição de plantas mais adequada foi obtida ao se utilizar o dosador de sementes pneumático nas velocidades 4 km e 6 km h⁻¹. A ocorrência de plantas duplas está relacionada diretamente com o aumento da velocidade de semeadura. Dessa forma, na maior velocidade o houve menor percentual de espaçamentos normais e aumento no percentual de espaçamentos múltiplos e falhos, maior coeficiente de variação e um índice pior de precisão (BOTTEGA et al., 2018).

Adicionalmente, no estudo de Carpes et al. (2018) que avaliaram a qualidade da distribuição longitudinal de sementes de milho utilizando o dosador pneumático a

vácuo em diferentes velocidades (5,0; 7,5 e 10,0 km h⁻¹) observaram que esse fator impactou diretamente na redução do percentual de espaçamento aceitáveis. Os autores ainda citam que o mecanismo raspador de sementes do sistema dosador de sementes, pode ser a possível causa para redução na qualidade de distribuição, aumentando os percentuais de espaçamentos duplos, pois sua função pode não ser feita adequadamente e ocorrer a exclusão de sementes normais (individual) o que pode ocasionar falhas do preenchimento dos orifícios do disco, ou então a não retirada de sementes duplas alojadas nas bordas dos orifícios causando mais sementes por unidade de espaço.

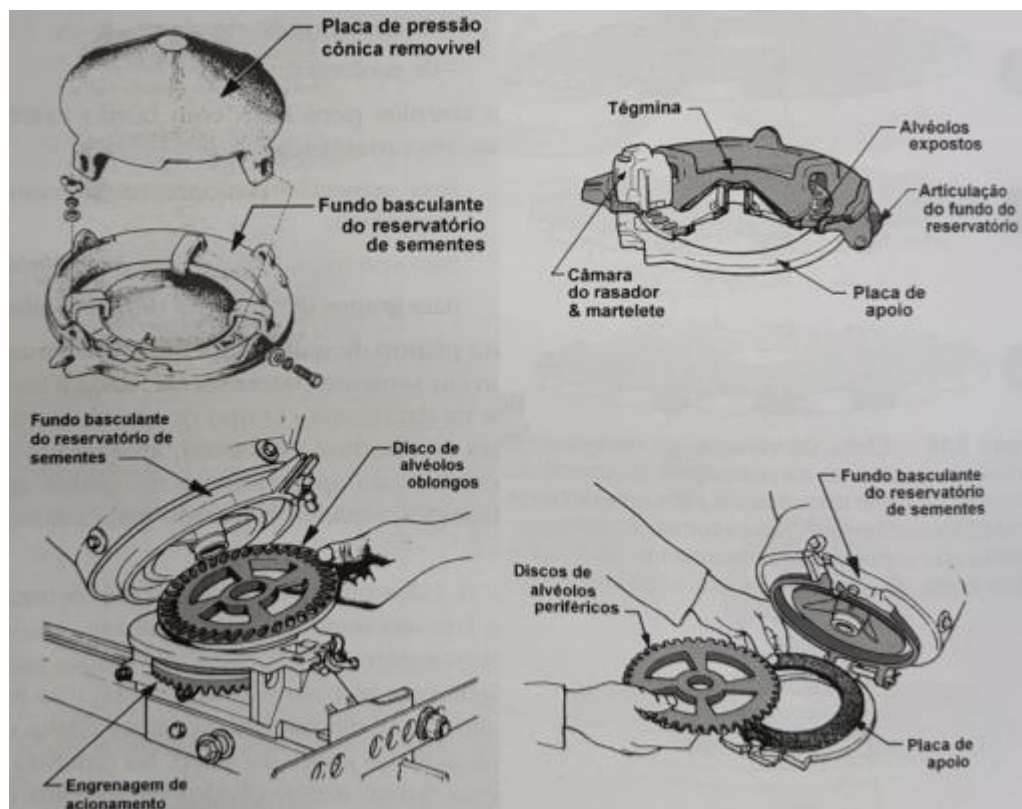
No estudo de Cortez et al. (2006) foi concluído que para este mecanismo dosador a velocidade recomendável é de até 11 km h⁻¹. Já Bottega et al. (2018) citam que para uma distribuição de plantas adequada as velocidades de semeadura devem estar entre 4 e 6 km h⁻¹.

Quando se fala na combinação dosador/tubos condutores, o medidor pneumático reduziu a porcentagem média de espaçamentos falhos, pois as formas de liberação das sementes diminuem o contato com as paredes internas do tubo, diminuindo assim o efeito de ricochete (CARPES et al., 2017) podendo ser um dos motivos para a melhor distribuição longitudinal de sementes.

2.2.2 Mecanismo dosador de sementes mecânico (disco horizontal)

O mecanismo dosador mecânico (ou perfurado) é o sistema mais comum utilizado nas semeadoras de precisão, correspondendo a um total de 79,57% dos mecanismos dosadores nacionais (FRANCETTO et al., 2012), esse mecanismo possui em seu disco dosador furos redondos, oblongos ou em formato especial, podendo estar localizados nas bordas ou concentricamente nos discos.

Os sistemas de discos horizontais normalmente são constituídos de uma base fundida, que sustenta um eixo no qual possui um pinhão e engrenagem de acionamento. Este pinhão vai acionar uma coroa que possui um pino chanfrado de ambos os lados, acionando o disco dosador. Sobre este disco se localiza um platô, que limita as sementes que se alojam nos furos dos discos e vai empurra-las para fora quando os furos coincidem com a abertura de saída de sementes (BALASTREIRE, 1987). Um exemplo de mecanismo tipo disco horizontal pode ser verificado na Figura 2.



Fonte: MIALHE (2012).

FIGURA 2. Mecanismo dosador de disco alvéolado horizontal de sementes (mecânico).

Embora o uso do mecanismo dosador de sementes mecânico seja considerado uma semeadura de precisão, o valor satisfatório para esse sistema é de 60% de plantas com distribuição normal (MIALHE, 1996), pois muitos fatores podem interferir na qualidade de distribuição deste mecanismo.

O uso de tratamentos fitossanitários também impactar na distribuição, podendo reduzir o deslizamento dentro do reservatório das sementes, o que dificulta a captura e assentamento das sementes nos alvéolos, aumentando os espaçamentos falhos e reduzindo os aceitáveis, por isso recomenda-se o uso de grafite para uma adequação de espaçamentos (JASPER et al., 2006).

Garcia et al. (2011) em estudos semeando a cultura do milho, demonstram que ao aumentar a velocidade de deslocamento (2,5 e 4,4 km h⁻¹), houve aumento da profundidade de semeadura, velocidade periférica do disco dosador de sementes e ocorrência de duplos, e decréscimo de sementes distribuídas por metro e sementes expostas, além da patinação dos rodados da semeadora e capacidade de campo efetiva.

Em estudo avaliando diferentes velocidades de semeadura em soja (3,8 a 9,5 km h⁻¹), Reis et al. (2007) concluíram que a 7,7 km h⁻¹ existia maior percentual de falha. Dias et al. (2009) puderam concluir também que aumentando a velocidade reduziu-se significativamente os espaçamentos aceitáveis entre plantas, porém não interferiu na densidade das sementes.

Quando estudado a semeadura de milho Mahl et al. (2004) chegaram à conclusão de que velocidades de 4,4 e 6,1 km h⁻¹ obtiveram eficiência semelhante, porém significativamente superior quando comparada a 8,1 km h⁻¹, esse resultado concorda com Cortez et al. (2006), onde relata que os dosadores mecânicos devem trabalhar com velocidade inferiores a 8 km h⁻¹.

Já Jasper et al. (2011) estudando a influência da velocidade de semeadura (4 km h⁻¹ a 12 km h⁻¹) de soja nos espaçamentos múltiplos e aceitáveis, relatou a não diferença na distribuição de sementes pelo sistema com disco alveolado horizontal, mesmo com velocidades tangenciais de 0,12; 0,18; 0,24; 0,31 e 0,37 m s⁻¹ nos deslocamentos do conjunto trator-semeadora de 4; 6; 8; 10 e 12 km h⁻¹, trabalhando acima do limite aceitável proposto por Pacheco (2006) que é de 0,29 m s⁻¹.

Rosa et al. (2017) ainda demonstram diferenças entre o mecanismo dosador horizontal de sementes convencional e a tecnologia Rampflow na semeadura da soja, em que o coeficiente de variação (CV) da distribuição linear de sementes nas velocidades em estudo, foi 20% menor na velocidade de 4,5 km h⁻¹, e 10% na velocidade de 8,8 km h⁻¹. Já a tecnologia Rampflow foi melhor na velocidade intermediária, 6,0 km h⁻¹.

2.3 Velocidade de semeadura

Durante o processo de implantação de uma lavoura, os aspectos mais relevantes para sua rápida implantação estão relacionados com o desempenho da semeadora-adubadora. Quanto maior a Capacidade de Campo efetiva (CCE) mais rapidamente é feita a semeadura. Dentre os fatores que alteram a CCE, temos a largura do implemento (linhas de semeadura) e a velocidade de deslocamento do conjunto, como pode ser visualizado na Equação 1. Quanto maior a largura de atuação do

implemento e maior a velocidade de deslocamento, maior a capacidade de campo e consequentemente menos tempo para a realização da semeadura (ASAE, 1999).

$$CcE(ha h^{-1}) = \frac{L(m) \times V(km h^{-1})}{10} \times EC \quad (1)$$

CcE = Capacidade de Campo efetiva, em ha h⁻¹

L = Largura de operação, em metros

V = Velocidade de deslocamento, em km h⁻¹

P = Número de passadas

Ec = eficiência de campo (decimal)

Porém muitos autores relatam a diminuição na qualidade de semeadura, quando se aumenta a velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora, podendo ocorrer uma diminuição na produtividade das culturas agrícolas, causada pela variabilidade de espaçamentos entre plântulas (NIELSEN, 1995; MEROTTO JUNIOR et al., 1999). Com uma baixa uniformidade na distribuição das plantas pode ocorrer um aproveitamento ineficiente de recursos como luz, água e nutrientes, necessários para um bom desenvolvimento. O mal aproveitamento desses recursos, pode influenciar também na população de plantas com espigas, como observado por Garcia et al. (2006) que a medida que se aumentou a velocidade de deslocamento do conjunto, observaram um menor número de plantas com espiga, afetando assim a produtividade.

Frabetti et al. (2011) compararam diferentes velocidade de semeadura na cultura do milho, observaram que, à medida que se aumenta a velocidade de deslocamento do conjunto, maiores são os problemas na uniformidade de distribuição das sementes na linha de semeadura, assim como Bottega et al. (2018) estudando dois mecanismos dosadores (pneumático e mecânico) na semeadura do milho, concluíram que o aumento da velocidade (de 4 km h⁻¹ para 8 km h⁻¹) de deslocamento interfere na precisão e na distribuição das plantas.

Avaliando duas semeadoras-adubadora Pinheiro-Neto et al. (2008) concluíram que a porcentagem de espaçamentos aceitáveis reduz e a população de plantas também, e que não foi alcançada pelas semeadoras uma população de plantas agronomicamente recomendada, devido ao aumento da velocidade de deslocamento.

Mello et. al. (2007) e Dias et al. (2009) estudando a cultura do milho, observaram redução de espaçamentos aceitáveis com elevação da velocidade de 3,5 para

7,0 km h⁻¹ e o aumento da população de milho quando se aumenta a velocidade de 5,4 km h⁻¹ para 9,8 km h⁻¹ em seus respectivos experimentos.

2.4 Agricultura de precisão e mapas de produtividade

A agricultura de precisão nem sempre teve seu valor reconhecido. Em um primeiro momento esse sistema era visto apenas como ações para o manejo localizado na lavoura. Porém, foi-se mudando esse pensamento, pois se começou a interpretar de forma mais sistêmica o conjunto que compõe a agricultura de precisão. Reconheceu-se que é uma ferramenta de gestão ou um sistema de gerenciamento da produção, que vai levar em consideração a variabilidade espacial da produtividade e de outros fatores de produção (SWINTON; LOWENBERG-DEBOER, 1998).

O presente sistema tem como característica a elevada quantidade de informações que são disponibilizadas, sendo assim necessária a aplicação da geostatística, que possui a função de caracterizar a variabilidade espacial dos atributos tanto de solo como de cultura, e fazendo a relação desses atributos no espaço e tempo (NASCIMENTO et al., 2014). Dentre essas inovações tecnológicas temos a adoção do piloto automático, esse sistema é utilizado com o auxílio de sinais de GPS e o posicionamento do veículo corrigido automaticamente por atuadores que podem ser dispostos no volante ou diretamente no rodado (GARCIA et al., 2016) e as manobras de cabeceira podem ser feitas manualmente pelo operador (OLIVEIRA; MOLIN, 2011). Nisso, observa-se a melhor qualidade na operação e a diminuição de agroquímicos, combustível e o tempo para realização da atividade, o qual pode ser atribuído para a semeadura. (SHARDA et al., 2010).

A agricultura de precisão tem por embasamento o gerenciamento preciso de insumos, podendo assim aumentar os lucros, reduzir perdas e até mesmo preservar o meio ambiente (BIER; SOUZA, 2017). Nesse sistema de manejo, algumas práticas agrícolas são feitas de forma localizada dependendo da variabilidade espacial (PIERCE; NOWAK, 1999). Além disso, Molin et al. (2006) adiciona que o monitor de produtividade é uma técnica de agricultura de precisão utilizada pelos agricultores, pelo alto nível de gerenciamento através das informações fornecidas.

Uma das formas que pode ser usada para agricultura de precisão é a geração de mapas de produtividade de grãos (MOLIN, 2000). Este mapa possui diversos pontos, e cada ponto significa uma pequena porção de terra delimitada pela largura da plataforma da colhedora e também pela distância entre duas leituras. Cada marco vai conter a qualidade de grãos que foram colhidos naquela área (ponto), a umidade presente nos grãos, os parâmetros da área (como a largura da plataforma de corte e a velocidade na qual a mesma se deslocava), além da posição geográfica do ponto. Sendo assim, para geração dos mapas é necessária sofisticação para que se tenha dados precisos. Para a obtenção destes dados os sensores são instalados de forma correta em locais apropriados na colhedora. Dependendo da configuração relacionada a frequência de coleta de dados pode-se obter em média de 250 a 1500 pontos por hectare, dependendo do equipamento utilizado, portanto, cada ponto pode representar uma área de 7 até 40 m² (MOLIN, 2000).

Os dados obtidos da colhedora são transformados em informação tipo raster em programas SIG (Sistema de Informação Geográfica) após a utilização de algum interpolar. A interpolação espacial é o processamento utilizando pontos com valores conhecidos para estimar os valores em pontos que são desconhecidos, para que depois possam ser utilizados para uma análise em base única e com células georreferenciadas (MOLIN, 2000).

Após a geração dos mapas, pode-se atuar em duas principais formas de manejo, sendo atuar nas áreas de alta produtividade, buscando a otimização ou em áreas de produtividade baixa, efetuando o isolamento para intervir na causa principal. Para essa definição, tem-se três classes para percentuais de produtividade: produtividade abaixo de 95% da média do talhão e coeficiente de variação (CV) menor que 30% (produtividade baixa e consistente); produtividade da quadrícula entre 95% e 105% da média do talhão e CV menor que 30% (produtividade média e consistente); produtividade da quadrícula acima de 105% da média do talhão CV menor que 30% (produtividade alta e consistente). Produtividade com CV maior que 30% é definida produtividade inconsistente (MOLIN, 2002).

Por ser um processo automático e de grande quantidade de dados, pode ser que ocorra erros nos dados obtidos do mapeamento com a colhedora. Moore (1998) trabalhando em seis anos de mapeamento de produtividade, identificou vários erros: tempo de enchimento dos mecanismos da colhedora; suavização dos valores, calibração

do volume e largura incorreta da plataforma. A variabilidade espacial das produtividades, pode ser influenciada por muitos fatores e o conhecimento dos fatores que causam a limitação é de extrema importância para o planejamento da safra agrícola (RODRIGUES et al., 2012) ou até mesmo para o manejo específico do local (CORASSA et al., 2016). Já Molin et al. (2001) acrescenta que a correlação entre produtividade com os componentes como fertilidade do solo, normalmente são baixos.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local, solo e clima

O trabalho foi realizado na Fazenda São Francisco, localizada no município de Rondonópolis-MT, Brasil (Figura 3). O local situa-se em latitude de 16°53'41.57''S, longitude de 54°48'01.37''W e altitude de 488 m. A classificação do clima é Aw de acordo com a Köppen. O solo da área é classificado com Latossolo Vermelho Distroférico muito argiloso.

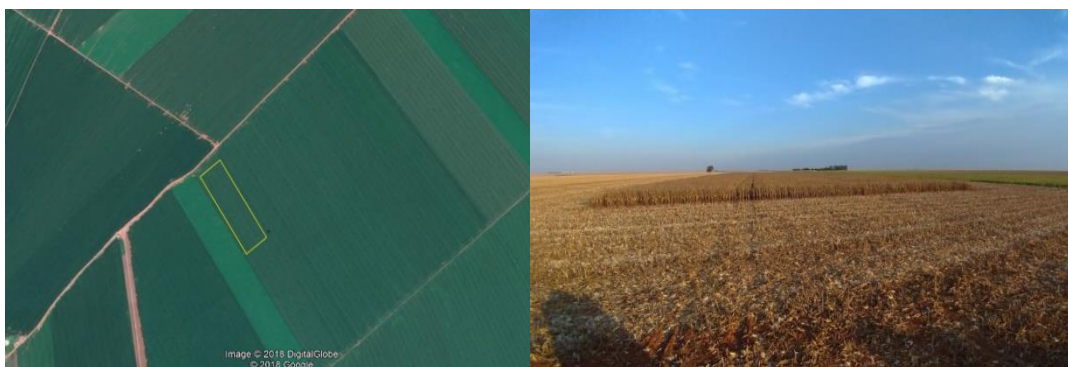


FIGURA 3. Imagens da área experimental.

No Quadro 1 é apresentada a análise granulométrica e química do solo.

QUADRO 1. Granulometria e química do solo da área experimental.

Camada cm	pH CaCl ₂	M.O. g kg ⁻³	P mg dm ⁻³	K	Mg	Ca	H+Al	CTC	V	Argila	Silte	Areia
						cmol dm ⁻³				%		
0,00- 0,10	5	42,3	20,2	40	0,9	2,2	4,9	8,9	44,9	65	7,5	27,5
0,10- 0,20	4,9	28,4	6,5	38	0,8	3	5,1	8,3	38,6			

pH: potencial hidrogeniônico (acidez); M.O.: matéria orgânica; P: fósforo; K: potássio; Mg: magnésio; Ca: cálcio; H+Al: Hidrogênio+Alumínio (acidez potencial); CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases.

A área experimental tem sido utilizada a mais de 30 anos como agricultura, sendo que nos últimos 10 anos foram realizados o plantio direto na palha. No ano de 2015 houve a semeadura de *Crotalaria spectabilis*, para a adubação verde, após isso, tiveram a semeadura da soja na primeira safra seguido do milho, na segunda safra.

Os dados de precipitação durante o período de condução do experimento são provenientes da coleta no talhão da fazenda em que o experimento estava instalado. Já

os dados de temperatura são resultantes da estação meteorológica da Fundação Matogrosso – Cachoeirinha (Figura 4).

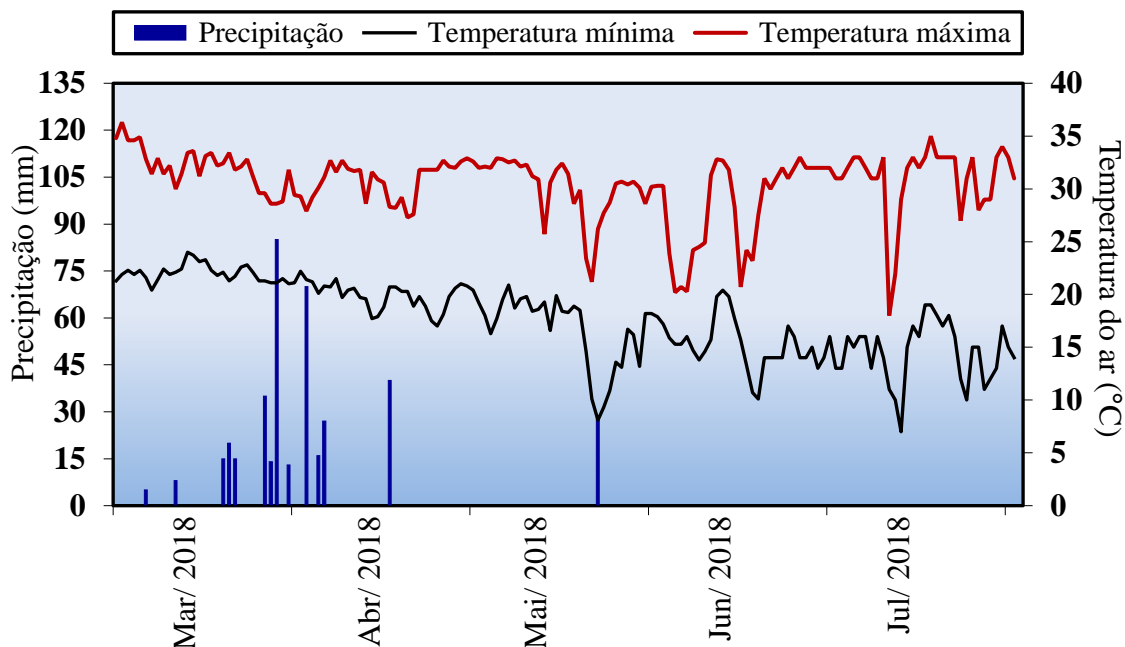


FIGURA 4. Dados meteorológicos mensais obtidos na Fazenda São Francisco e estação Cachoeirinha (FMT) no ano de 2018.

3.2 Delineamento experimental

O experimento foi baseado no delineamento de blocos ao acaso em fatorial com cinco repetições (blocos), sendo os tratamentos compostos por dois mecanismos dosadores de semente (Quadro 2): pneumático e mecânico; e as 4 velocidades de deslocamento do conjunto trator-semeadora que foram aplicadas no momento da semeadura, obtidas pelo escalonamento de marchas do trator, resultando nas velocidades médias de $V_1 = 3,0$; $V_2 = 5,0$; $V_3 = 7,0$ e $V_4 = 9,0$ km h⁻¹.

As parcelas experimentais tiveram a área de acordo com a largura da semeadora, sendo a largura do implemento x 100 m de comprimento. Logo 12 m x 100 m (1200 m² para mecanismo pneumático) e 9 m x 100 m (900 m² para mecanismo mecânico).

QUADRO 2. Tratamentos utilizados no experimento.

Dosadores	Condições
P	Mecanismo pneumático
M	Mecanismo mecânico
Velocidades	
V1	3,0 km h ⁻¹
V2	5,0 km h ⁻¹
V3	7,0 km h ⁻¹
V4	9,0 km h ⁻¹

3.3 Insumos e equipamentos

O híbrido de milho utilizado foi o RB9006 da KWS, tecnologia PRO3 e como principais características agrônômicas, destacam-se: elevada performance produtiva; alta estabilidade de produção; alto retorno ao médio/alto investimento; ciclo precoce; porte da planta definida como médio; inserção de espiga média e arquitetura semiereta (KWS, 2019).

A semeadura foi realizada no dia 01 de março de 2018 (dentro do período recomendado) logo após a colheita da soja e a colheita foi realizada no dia 08 de agosto de 2018, com teor de umidade próximo a 14%. A densidade foi embasada na época de semeadura e região e foi definida com 60.000 mil sementes ha⁻¹ (recomendado entre 55.000 e 60.000 plantas ha⁻¹ segundo a KWS 2019), sendo 3 sementes por metro linear e 0,50 m entre linhas. Houve a distribuição de 100 kg ha⁻¹ do adubo MAP (mono-amônio-fosfato) na linha, realizada por disco duplo desencontrado durante a semeadura. Após o estabelecimento da cultura, aplicou-se em cobertura 220 kg ha⁻¹ do formulado 20-00-20 em duas aplicações de 110 kg ha⁻¹, sendo uma aplicação logo após a germinação e outra no estágio V4. A utilização dos insumos herbicidas e inseticidas foi realizada após avaliação previa da área e foi utilizado: Glifosato + Atrazina e Metomil + Novalurom. Já a utilização de fungicidas foram programadas em duas aplicações de Azoxistrobina + Tebocanazole.

As semeadoras utilizadas foram do mesmo fabricante, alterando somente o mecanismo dosador. Os mecanismos das semeadoras utilizadas foram com disco de corte corrugado, disco duplo para distribuição de adubo e semente e rodas duplas anguladas (V) para compactação. A semeadora-adubadora com dosador pneumático

apresentava 24 fileiras e a semeadora-adubadora com dosador mecânico com 18 fileiras. Os demais equipamentos utilizados na condução da safra agrícola foram: um Trator Case IH modelo Magnum 315, com 228 kW (311cv), TDA (8 Pneus) e piloto automático AFS700 para tracionar ambas as semeadoras; Pulverizador Kuhn modelo MA3027H com 136 kW (185 cv); 4x4; 27 metros de barra e tanque com capacidade de 3000 litros, utilizado para a aplicação dos defensivos agrícolas. Distribuidor de sólidos Lancer Maximus 12.000 TH para aplicação de adubos em cobertura. Colhedora New Holland CR9060 com 289 kW (389 cv), tanque graneleiro com capacidade de 11100 litros, monitor de produtividade Inteleveiw IV, plataforma com 18 linhas.

3.4 Avaliações

3.4.1 Estande de plantas

Para avaliação do estande de plantas foi medido com uma trena em três fileiras com dois metros de comprimento e, posteriormente, contou-se o número de plantas existente, logo após o estabelecimento da cultura, sendo os resultados obtidos em plantas por metro e expressados em plantas por hectares.

3.4.2 Distribuição longitudinal

Na avaliação de distribuição longitudinal ou uniformidade de espaçamentos entre plantas, com o auxílio de uma trena, foram realizadas leituras do espaçamento entre as plantas em três fileiras de cada parcela em dois metros de comprimento. A porcentagem de espaçamentos normais, falhos e duplos foi obtida de acordo com as normas citada por Kurachi et al. (1989), considerando-se porcentagens de espaçamentos: "duplos" (D): $< 0,5$ vezes o X_{ref} . (espaçamento de referência), normais" (A): $0,5 < X_{ref} < 1,5$, e "falhos" (F): $> 1,5$ o X_{ref} . O espaçamento médio de referência foi de 0,33 m, assim os demais espaçamentos estão descritos no Quadro 3.

QUADRO 3. Tabela dos valores de intervalos para distribuição.

Distribuição	Intervalo (m)
Duplo	$< 0,16$
Normal	$0,16 - 0,50$
Falho	$> 0,50$

3.4.3 Diâmetro de colmo

O diâmetro do colmo foi medido utilizando um paquímetro na projeção do colo da planta, aproximadamente 5 cm do solo, sendo a determinação feita em 10 plantas por parcela.

3.4.4 Alturas de planta e altura de inserção da primeira espiga (AIPE)

A altura de planta e altura de inserção da primeira espiga foram determinadas, medindo-se no centro da parcela 5 plantas, em duas fileiras sucessivas. Para a altura de planta, foi medida a distância entre o nível do solo até inserção da folha bandeira; e a altura de inserção da primeira espiga foi determinada pela distância entre o nível do solo e AIPE produtiva.

3.4.5 Produtividade e umidade de grãos

A área de cada tratamento foi colhida com uma colhedora com sistema para aquisição de dados de produtividade para aplicação das técnicas de Agricultura de Precisão. Consta de uma colhedora com sensor de produtividade tipo de impacto posicionado no tanque graneleiro, sendo a medição da umidade por meio de sensor posicionado na lateral do tubo de subida no elevador de grãos limpos.

3.5 Análise dos dados

Os dados coletados de estande, distribuição longitudinal, diâmetro do colmo, altura de plantas, altura de inserção da primeira espiga e produtividade (manual) foram submetidos à análise de variância e quando significativo aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, para comparação de médias dos componentes agronômicos e distribuição que posteriormente, foram submetidos a análise de correlação.

A produtividade obtida por meio da colhedora de grãos foi submetida à filtragem dos dados, análise descritiva e a geração dos mapas por meio da interpolação pelo inverso da distância. Os dados de produtividade obtidos da colhedora também foram agrupados conforme definido por Molin (2002), que divide os percentuais de produtividade em três classes: abaixo de 95%, de 95 a 105 % e acima de 105% da média geral de produtividade da área a fim de identificar qual dos tratamentos agrupou a maior quantidade de pontos em cada classe.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Estande e distribuição longitudinal

No estande plantas verificou-se que houve diferença significativa para o tratamento mecanismo dosador, mas não ocorreu para velocidade de semeadura, bem como a interação (Quadro 4).

QUADRO 4. Estande de plantas e distribuição longitudinal.

Fator	Estande de plantas		Distribuição longitudinal		
	Plantas por metro	Plantas por hectare	Normal (%)	Falho (%)	Duplo (%)
Dosadores (D)					
Pneumático	2,84 a	57.000 a	91,88 a	6,88 a	1,22 a
Mecânico	2,69 b	54.000 b	85,52 b	11,63 a	2,83 a
Velocidade (V)					
3,0 km h ⁻¹	2,85 a	57.000 a	94,16 a	4,50 b	1,33 a
5,0 km h ⁻¹	2,81 a	56.333 a	94,22 a	4,66 b	1,11 a
7,0 km h ⁻¹	2,73 a	54.666 a	86,66 ab	9,55 ab	3,77 a
9,0 km h ⁻¹	2,70 a	54.000 a	79,77 b	18,33 a	1,88 a
Teste F					
D	4,31*	4,34*	5,92*	2,79 ^{ns}	2,63 ^{ns}
V	0,96 ^{ns}	0,95 ^{ns}	7,03**	5,20**	1,49 ^{ns}
D x V	1,47 ^{ns}	1,45 ^{ns}	2,85 ^{ns}	2,18 ^{ns}	1,35 ^{ns}
C.V. (%)	8,18	8,20	9,31	97,11	154,86

^{ns}: não significativo (p>0,05); *: significativo (p<0,05); **: significativo (p<0,01); C,V,: coeficiente de variação Letras minúsculas na coluna e iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. P: mecanismo pneumático; M: mecanismo mecânico.

Para as semeadoras o mecanismo pneumático favorece a maior quantidade de plantas por metro, o que está relacionado ao menor valor numérico de plantas falhas menores no mecanismo dosador pneumático. Bottega et al. (2018) explica que isso pode acontecer pelo sistema de seleção e individualização de sementes por meio de pressão negativa (apresenta menos componentes mecânicos), esse sistema dosador pneumático causa uma quantidade menor de danos em sementes quando comparado ao sistema mecânico de disco horizontal.

Para a distribuição longitudinal de sementes (Quadro 4) observou-se que houve diferença significativa para a distribuição normal teve diferença, levando em conta tanto os mecanismos dosadores e velocidades de semeadura, para o espaçamento

falho apenas para velocidade de semeadura. E não se observou diferença nos tratamentos para o espaçamento duplo, concordando com Canova et al. (2007), que ao avaliarem 3 velocidades de deslocamento (6, 8 e 9 km h⁻¹), constataram que o aumento na velocidade interferiu na distribuição de sementes, podendo até extrapolar os limites desejados e a menor velocidade proporcionou a distribuição mais próximas das densidades de semeadura ideal. Cortez et al. (2006b) asseguraram que a densidade da cultura da soja não foi afetada significativamente com o aumento da velocidade de semeadura, porém os espaçamentos falhos sim, concordando com os dados presente.

Entre os mecanismos dosadores, o pneumático, teve melhor resultado (>90%), conforme Mialhe (1996), devido às características do mecanismo de não ter que fazer o preenchimento do alvéolo no momento da individualização da semente. O mecanismo de distribuição mecânica apresentou valor satisfatório (>60%), segundo Mialhe (1996), que é o mínimo exigido para uma semeadura mecânica de qualidade. Cabe destacar que o mecanismo mecânico ficou apenas 6,36% à menos do pneumático, sendo exigido para o mesmo apenas 60% de regularidade.

O aumento da velocidade de semeadura proporcionou menos espaçamentos normais e mais espaçamentos falhos (Quadro 4). Menores velocidades de semeadura favoreceram a maior regularidade. Esses dados corroboram com o trabalho descrito por Bottega et al. (2018) que relataram na semeadura da cultura do milho, o dosador do tipo disco horizontal alvéolado apresentou maior média de plantas falhas. O mesmo foi observado para a maior velocidade de semeadura estudada (8 km h⁻¹), ainda afirmam que a interação entre dosadores e velocidades de semeadura não apresentou diferenças significativas, como observado no quadro 4. Ao aumentar a velocidade de semeadura exige-se mais dos mecanismos, o que pode levar ao erro de preenchimento, a falha ou a falta de semente no alvéolo do mecanismo, e conseqüentemente menor distribuição normal e maior falho. O aumento da patinação da roda semeadora pode ser um dos fatores que acarretam em maior quantidade de falho e menor normal, como verificado por Garcia et al. (2011) que encontraram valores de patinação obtidos para a semeadora-adubadora de 12,55 e 13,58% para velocidade de deslocamento de 2,5 e 4,4 km h⁻¹, respectivamente.

Considerando a faixa de semeadura de 3 a 7 km h⁻¹ verificou-se (Quadro 4) que as estas velocidades apresentaram valores aceitáveis de espaçamento normal, próximo de 90%. O problema foi quando se trabalhou acima desse limite, que causou

redução da quantidade de espaçamento normal, concordando com Bottega et al. (2018), utilizando o dosador de sementes pneumático na semeadura de milho, concluiu que a distribuição de plantas mais adequada foi nas velocidades 4 km e 6 km h⁻¹.

O coeficiente de variação pode ser classificado como: < 10% é baixo, de 10 a 20% é médio, 20 a 30% é alto e acima de 30% muito alto (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002). Os coeficientes de variação foram baixos para as variáveis estande e distribuição longitudinal. Para falho e duplo foram muito altos, ou seja, a dispersão dos dados é muito alta, pois se trata de valores expressos em porcentagens e que não seguem um padrão, sua presença é aleatória. Como podemos relatar também no experimento de Mahl et al. (2004), estudando a eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo, teve valores do coeficiente de variação para percentual de espaçamentos falhos de 87,64 %, assim como Santos et al. (2011) também obteve um coeficiente de variação de 91,26% para percentagem de espaçamentos falhos na velocidade de 4,58 km h⁻¹.

4.2 Componentes agronômicos

Observou-se que a altura de inserção da primeira espiga, diâmetro do colmo e altura de planta (Quadro 5) não foram afetados pelos tratamentos, bem como a interação entre os fatores.

Há não diferença para AIPE, diâmetro e altura pode ser atribuído as características genéticas do híbrido, indicando o pouco efeito dos manejos nestas variáveis. Embora tenha ocorrido diferença na população final de plantas, a maior população está abaixo da recomendada. Vazquez et al. (2002), constataram que apenas no espaçamento de 0,46 m em uma população de 72000 plantas há⁻¹ houve maior altura de planta no híbrido simples de milho AG 9010. Ainda Pereira Filho et al. (1994), relatam que cultivares de milho precoces e folhas mais eretas, possibilitam o cultivo com densidade mais elevada e espaçamento reduzido. Pode-se destacar também que o milho foi capaz de compensar os espaços deixados pela desuniformidade de semeadura (RIZZARDI et al., 1994)

QUADRO 5. Altura de inserção da primeira espiga (AIPE), diâmetro do colmo e altura de planta.

Tratamentos	AIPE (cm)	Diâmetro do colmo (mm)	Altura de planta (cm)
Dosador(D)			
Pneumático	120,04 a	1,84 a	228,68 a
Mecânico	119,44 a	1,98 a	231,64 a
Velocidade(V)			
3,0 km h ⁻¹	120,04 a	1,92 a	227,64 a
5,0 km h ⁻¹	120,20 a	2,03 a	233,40 a
7,0 km h ⁻¹	118,16 a	1,93 a	229,32 a
9,0 km h ⁻¹	120,56 a	1,76 a	230,28 a
Teste F			
D	0,11 ^{ns}	3,09 ^{ns}	1,68 ^{ns}
V	0,34 ^{ns}	2,06 ^{ns}	1,12 ^{ns}
D x V	0,74 ^{ns}	0,50 ^{ns}	0,65 ^{ns}
C.V. (%)	4,84	12,79	3,13

^{ns}: não significativo (p>0,05); *: significativo (p<0,05); **: significativo (p<0,01); C.V.: coeficiente de variação Letras minúsculas na coluna e iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. P: mecanismo pneumático; M: mecanismo mecânico.

4.3 Análise de correlação

Os dados da análise de correlação indicam que existe uma relação entre o estande e a variável distribuição falho e normal, sendo negativa para o primeiro e positiva para o segundo. Quanto maior o estande, menos falho na área com mais espaçamentos normais (Quadro 6), indicam que houve melhor distribuição e com estande mais próximo ao regulado na semeadora. Também se observou correlação do espaçamento normal com o espaçamento falho, sendo negativa, assim o aumento do número de espaçamentos normais diminui o falho, tudo isso está relacionado a quantidade de sementes distribuídas.

As demais variáveis não apresentaram correlação entre si. O fato de aumentar o estande, diminuindo o número de plantas falhas e aumentando o número de normais, pode ser explicado por Bottega et al. (2018), que relatam os danos em sementes pelos mecanismos dosadores. Carpes et al. (2018) citam que o mecanismo raspador também pode interferir, pois sua função pode não ser feita adequadamente e ocorrer a exclusão de sementes normais (individual) o que pode ocasionar falhas do preenchimento dos orifícios do disco. Esses dados concordam com avaliação de Pinheiro-Neto et al. (2008) estudando duas semeadoras-adubadora, chegaram à

conclusão que quando a porcentagem de espaçamentos aceitáveis reduz e a população de plantas também (estande).

QUADRO 6. Análise de correlação das variáveis analisadas.

	Estande	Falho	Duplo	Normal	Diâmetro	AIPE	Altura
Falho	-0,637**						
Duplo	0,084 ^{ns}	-0,032 ^{ns}					
Normal	0,577**	-0,939**	-0,311 ^{ns}				
Diâmetro	-0,110 ^{ns}	-0,128 ^{ns}	0,2726 ^{ns}	0,0286 ^{ns}			
AIPE	-0,028 ^{ns}	-0,167 ^{ns}	0,0317 ^{ns}	0,1483 ^{ns}	0,0592 ^{ns}		
Altura	-0,009 ^{ns}	-0,132 ^{ns}	0,0404 ^{ns}	0,1119 ^{ns}	0,2294 ^{ns}	-0,041 ^{ns}	
Prod.	-0,095 ^{ns}	-0,149 ^{ns}	-0,100 ^{ns}	0,1766 ^{ns}	-0,110 ^{ns}	0,1392 ^{ns}	-0,049 ^{ns}

^{ns}: não significativo ($p > 0,05$); *: significativo ($p < 0,05$); **: significativo ($p < 0,01$).

4.4 Produtividade de grãos

Para a área semeada com a semeadora mecânica a 3, 5, 7 e 9 km h⁻¹ foram obtidos 353, 318, 346 e 337 dados de produtividade, respectivamente.

QUADRO 7. Dados de produtividade obtidos da colhedora (kg ha⁻¹) e da umidade dos grãos (U)

Semeadora	Velocidade km h ⁻¹	U %	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)				
			M	DP	CV	Min	Max
Inicial							
Mecânica	3	14,98	6637,55	769,11	11,58	1472,55	13621,79
	5	15,09	6680,11	1950,29	23,14	1679,59	18518,51
	7	15,13	6839,90	418,66	6,12	4253,47	9343,43
	9	15,08	6431,05	585,32	9,10	1766,94	14021,16
Pneumática	3	15,73	6660,16	1183,60	17,77	519,23	11111,11
	5	15,52	6140,33	823,16	13,41	2482,27	9259,26
	7	15,28	6368,38	720,86	11,32	918,12	9259,26
	9	15,04	6628,48	651,64	9,83	2256,94	9523,81
Filtrado							
Mecânica	3	14,97	6678,56	430,01	6,43	5135,39	8153,48
	5	15,09	6539,51	908,05	13,89	2111,11	10185,19
	7	15,11	6945,60	404,10	5,82	5777,78	8088,89
	9	15,07	6573,50	435,10	6,62	5086,07	8088,24
Pneumática	3	15,83	6697,29	1069,86	15,97	3111,11	10185,19
	5	15,51	6149,97	761,32	12,38	3858,02	8457,71
	7	15,28	6406,33	553,22	8,64	4222,22	8333,33
	9	15,03	6660,36	520,03	7,81	4678,36	8457,71

M: média; DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; Min: mínimo; Max: máximo.

Foram retirados valor zero e valor de produtividade extremamente elevado, os demais dados foram filtrados com base em três vezes o desvio padrão para mais ou

para menos, sendo observado o desvio padrão (DP) do valor inicial (Quadro 7) para efetuar a retirada de pontos, resultando em 345, 310, 335 e 326 dados de produtividade para 3,0; 5,0; 7,0 e 9 km h⁻¹, respectivamente.

Para a área semeada com a semeadora pneumática a 3, 5, 7 e 9 km h⁻¹ foram obtidos 943, 775, 618 e 618 dados de produtividade, respectivamente. Foram adotados os mesmos procedimentos da semeadora mecânica, resultando em 928, 761, 603 e 603 dados de produtividade para 3, 5, 7 e 9 km h⁻¹, respectivamente.

A produtividade era a variável que se esperava diferença entre os tratamentos, por ser uma variável que pode ser afetada pelo manejo e ambiente, e ainda considerando as diferenças de estande e distribuição para as maiores velocidades e o mecanismo mecânico poderia ocorrer diferença nestes, quanto à média de produtividade obtidas pelo monitor de colheita (Quadro 7) na velocidade de semeadura de 3 km h⁻¹, visualizou-se pouca diferença quando comparada os dois mecanismos dosadores. Já na velocidade de 5 e 7 km h⁻¹ o mecanismo dosador mecânico apresentou valores numéricos maiores de produtividade, porém ao observar a maior velocidade de semeadura estudada (9 km h⁻¹) o mecanismo dosador pneumático apresentou maior valor, reforçando as velocidades propostas por Cortez et al. (2006), em que para o dosador mecânico a velocidade máxima trabalhada deve ser de 8 km h⁻¹ e o dosador com sistema pneumático até 11 km h⁻¹. A umidade se manteve constante próxima aos 15% de umidade determinado no monitor.

Segundo Molin (2002) os dados de CV (%) para produtividade, devem ficar a baixo de 30% para que possam ser classificadas com consistente, sendo assim os dados obtidos através do monitor de colheita são consistentes, com menor valor (6,12%) para o sistema mecânico com velocidade de 7 km h⁻¹ e maior valor (23,14%) para o mesmo dosador, porém com velocidade de 5 km h⁻¹, mostrando assim que o sistema dosador pneumático teve menor variação entre os valores de produtividade em que a diferença foi de 3,58% e do sistema mecânico 17,02%. Bazzi et al. (2008) verificaram uma homogeneidade dos dados, quando estudaram a cultura do milho e através da análise estatística descritiva dos conjuntos de dados de produtividade obteve coeficiente de variação entre 20 e 30%.

Após a filtragem dos dados os coeficientes de variação ficaram ainda menor, melhorando assim a consistência dos dados obtidas no campo (Quadro 7). O processo de filtragem elimina os valores errôneos (MENEGATTI; MOLIN, 2014) o

qual pode ser explicado pela nos valores de produtividade mínimo e máximo, dando assim mais confiabilidade aos resultados.

Ao analisar os dados de produtividade, conforme Molin (2002), que definiu as classes de >95%, de 95 a 105% e >105% da média de produtividade da área, observa-se que para a semeadora mecânica na velocidade de 5 km h⁻¹ (Quadro 8), foi a que produziu maior quantidade de área na classe acima de 105%. Pode-se considerar está classe como de alta produtividade. A classe <95% de baixa produtividade e a classe de 95% a 105% como de média produtividade.

Para a semeadora pneumática observa-se que a velocidade de 5 km h⁻¹ também foi a que produziu maior quantidade de área dentro da classe acima de 105% (Quadro 8). A porcentagem média dos dados de produtividade indica que a pneumática produziu maior quantidade de área na classe acima de 105% do que a mecânica, no entanto, ao observar as outras classes à pneumática provocou a maior quantidade de área na classe menor que 95% e menor quantidade na classe intermediária. Assim, como a diferença na classe de alta produtividade foi de 3,45% entre as semeadoras, favorecendo a pneumática, mas na classe de média de produtividade a diferença foi de 14,10% para a mecânica com menor área ainda na classe de baixa produtividade (9,32% de diferença), sugere-se maior regularidade da semeadora mecânica. A distribuição espacial das classes pode ser visualizada na Quadro 8.

QUADRO 8. Porcentagem de dados de produtividade da colhedora distribuídos em classes.

Semeadora	Velocidade km h ⁻¹	Classes		
		<95%	95% a 105%	>105%
Mecânica	3	17,97	63,19	18,84
	5	19,68	42,58	37,74
	7	16,42	65,37	18,21
	9	17,79	55,83	26,38
Média		17,96	56,74	25,26
Pneumática	3	35,13	32,65	32,22
	5	29,57	36,40	34,03
	7	22,55	49,59	22,55
	9	21,89	51,91	26,20
Média		27,29	42,64	28,75

O mapa de produtividade se mostra bastante uniforme visualmente, com classe predominante entre 6000-7000 kg h⁻¹ (Figura 5), isso pode ser confirmado pela análise do coeficiente de variação dos dados de produtividade obtido através do monitor de colheita (menor que 30%) e concordando com os valores encontrados no Quadro 7 e

também o mapa com produtividade expresso em porcentagem proposto por Molin (2002) (Quadro 8). Esse sistema disponibilizou grande quantidade de informações, com isso foi aplicado a interpolação dos dados (NASCIMENTO et al., 2014). Após esse processo pudemos ainda visualizar uma menor produtividade na borda norte do experimento, sendo uma das causas a compactação do solo, a qual pode ter sido acarretada pelo tráfego de máquinas, isso se reforça no fato de que a faixa leste se encontra em maior distância da borda do talhão (Figura 3). Deperon-Júnior et al. (2016) estudando a influência de implementos de preparo do solo e de níveis de compactação sobre atributos físicos, verificou reduções de 15; 20 e 22% na produtividade de grãos de milho quando comparado: 3 passadas; 6 passadas e 9 passadas de trator passadas de trator de 3,5 Mg de massa respectivamente. O autor ainda cita que tráfego do trator aumentou a RP, diminuindo a expansão radicular e abaixando a possibilidade de absorção de água e de nutrientes. Outro fator é o tempo de enchimento da colhedora, pois ocorre uma suavização do fluxo de massa de grãos ao passar pelos sistemas de trilha, separação e armazenamento da colhedora (MOORE, 1998).

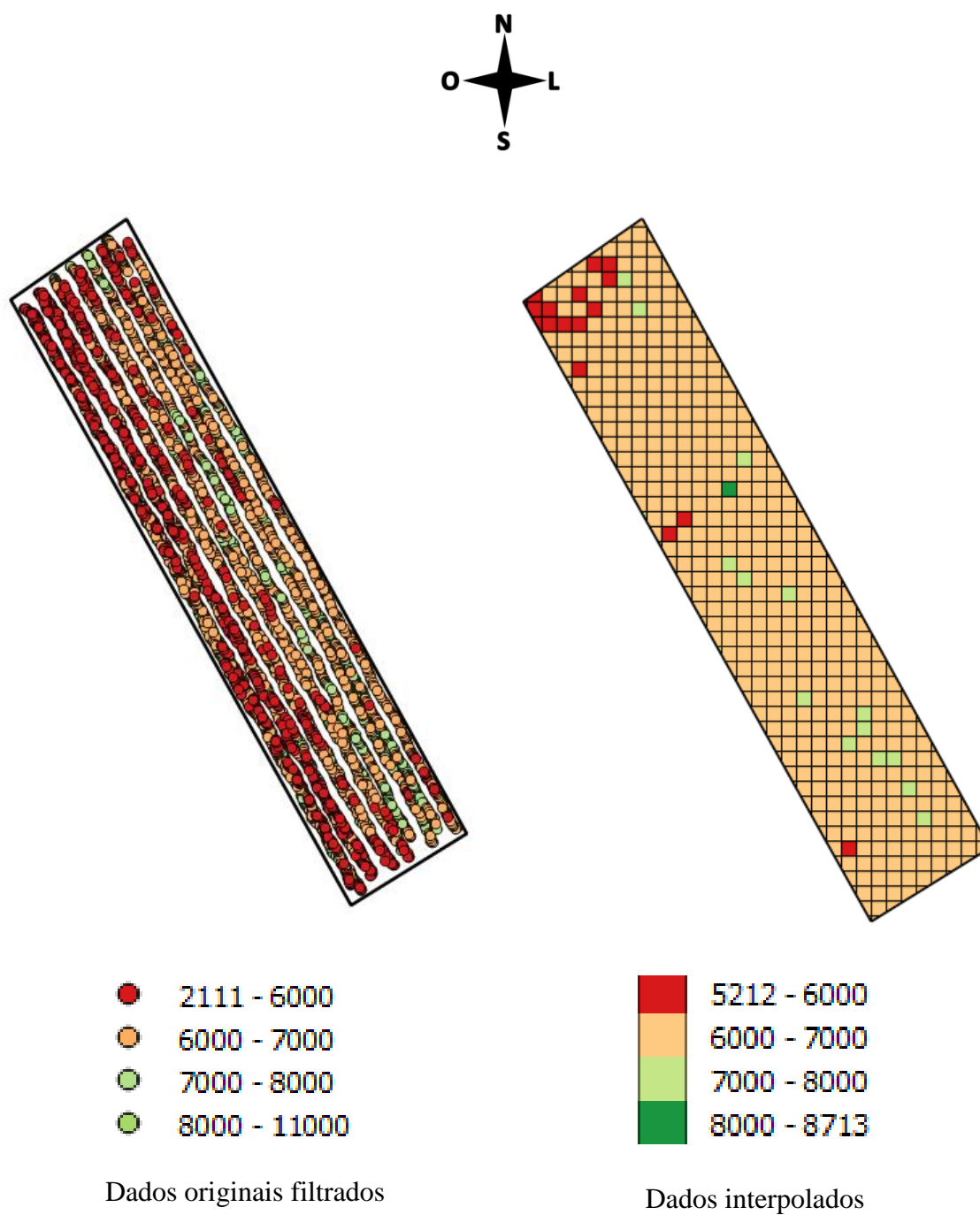


FIGURA 5. Dados de produtividade (kg ha^{-1}) originais e interpolados. No mapa de dados originais de oeste para leste tem as faixas com a semeadora mecânica (3, 5, 7 e 9 km h^{-1}) e pneumática (3, 5, 7 e 9 km h^{-1}).

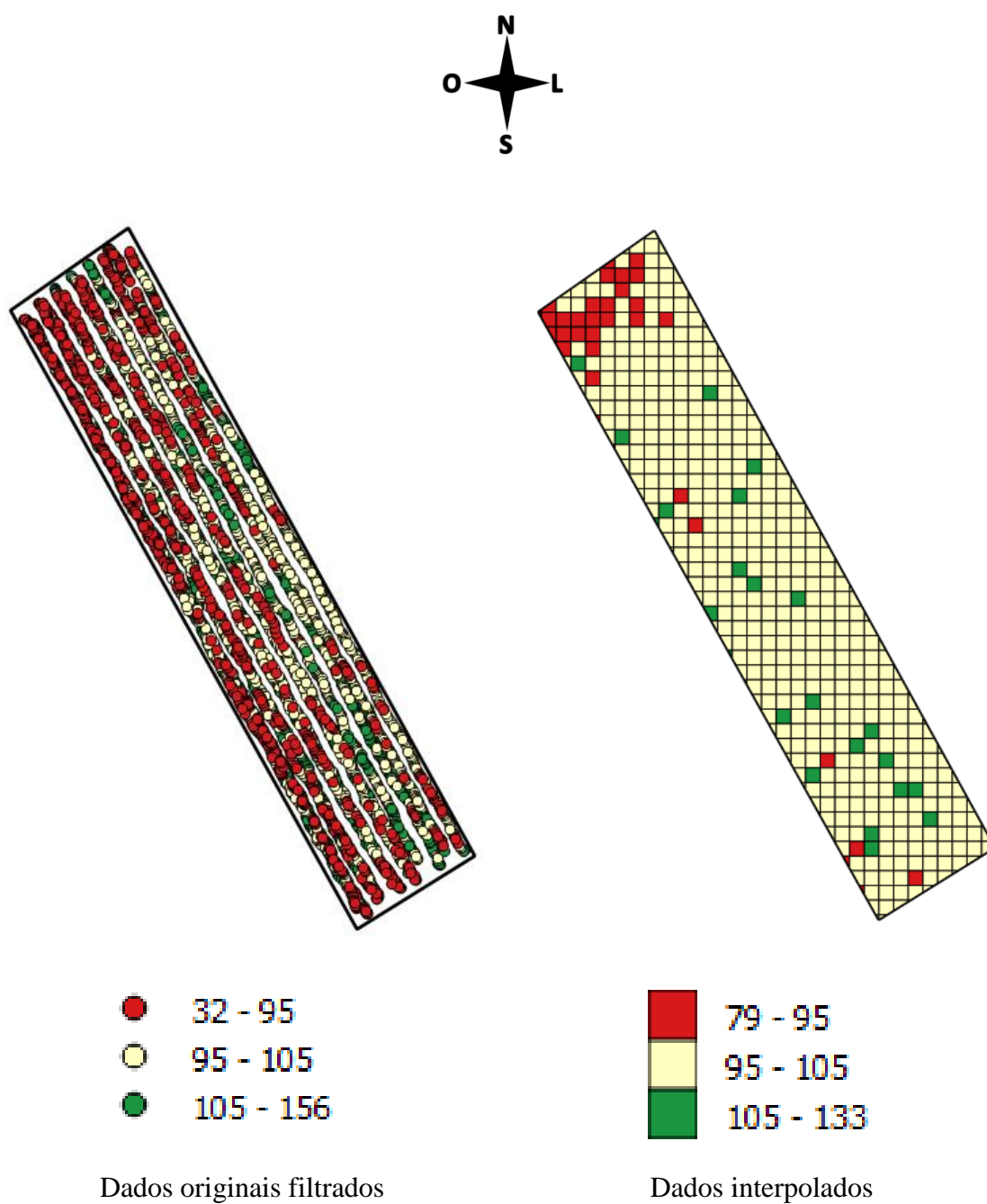


FIGURA 6. Dados de produtividade em percentuais dos dados originais e interpolados. No mapa de dados originais de oeste para leste tem as faixas com a semeadora mecânica (3, 5, 7 e 9 km h⁻¹) e pneumática (3, 5, 7 e 9 km h⁻¹).

5 CONCLUSÕES

O uso do sistema pneumático promove a melhor distribuição de plantas com espaçamentos normais.

O aumento da velocidade de semeadura reduz os espaçamentos normais e aumenta os falhos.

Os sistemas dosadores e velocidades do conjunto trator-semeadora não afetam os componentes de altura de planta, altura de inserção da primeira espiga e diâmetro do colmo.

Os dados de produtividade analisados com as técnicas de agricultura de precisão apresentam menor variação com o aumento da velocidade, principalmente na semeadora pneumática.

Os dados de produtividade quando agrupados em classes de alta, média e baixa produtividade indica melhor resultado para a semeadora mecânica, principalmente a 5 km h⁻¹.

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R.A.S.; SILVA, C.A.T.; SILVA, S.L. Desempenho energético de um conjunto trator-semeadora em função do escalonamento de marchas e rotações do motor. **Agrarian**, v.3, n.7, p.63-70, 2010.

ASAE Standards. ASAE D497.2 Agricultural machinery management data. **American Society of Agricultural Engineers**, p. 351-357, 2000.

BALASTREIRE, L. A. Máquinas agrícolas. **Semeadura Convencional**. Piracicaba SP: Manole, 2004. Cap. 5, p.146-151, 1987.

BAZZI, C. L.; SOUZA, E. G.; OPAZO, M. U.; NÓBREGA, L. H. P.; RAIMUNDO, P. N. Influência da distância entre passadas de colhedora equipada com monitor de colheita na precisão dos mapas de produtividade na cultura do milho. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 2, p. 355-363, 2008.

BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; DILLENBURG, L. R. Partição da competição por recursos do solo e radiação solar entre cultivares de soja e genótipos concorrentes. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 629-639, 2006.

BIER, V. A.; SOUZA, E. G. Interpolation selection index for delineation of thematic maps. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 136, p. 202-209, 2017.

BOLETIM INFORMATIVO DO FIESP. **Safra Mundial do Milho 2018/19 - 8º Levantamento do USDA**, São Paulo. Dez., 2018.

BOTTEGA, E. L.; VIAN, T.; GUERRA, N.; NETO, A. M. O. Diferentes dosadores de sementes e velocidades de deslocamento na semeadura do milho em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, p. 1-5, 2018.

CANOVA, R.; SILVA, R. R. P.; CARLOS EDUARDO A. FURLANI, C. E. A.; CORTEZ, J. W. Distribuição de sementes por uma semeadora-adubadora em função de alterações no mecanismo dosador e de diferentes velocidades de deslocamento. **Engenharia na Agricultura**, v. 15, n. 3, p. 299-306, 2007.

CARPES, D. P.; ALONÇO, A. S.; FRANCETTO, T. R.; MOREIRA, A. R.; CHAGAS, G. S. Qualidade da distribuição longitudinal de sementes de milho por um dosador-apanhador com auxílio pneumático. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 28, n. 1, p. 43-51, 2018.

CARPES, D. P.; ALONÇO, A. S.; ROSSATO, F. P. VEIT, A. A.; SOUZA, L. B.; FRANCETTO, T. R. Efeito de diferentes tubos condutores na distribuição longitudinal de sementes de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 9, p. 657-662, 2017.

CASÃO JR, R.; SIQUEIRA, R. Máquinas para manejo de vegetações e semeadura em plantio direto. **Sistema plantio direto com qualidade**, Iapar / Itaipu Binacional, p.85-126, 2006.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos. **Terceiro levantamento, dezembro/2018**. CONAB, 2018. <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: jan.2019.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos. **Décimo segundo levantamento, setembro/2013**. CONAB, 2013. <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso em: jan.2019.

CORASSA, G.M.; AMADO, T.J.C.; TABALDI, F.M.; SCHWALBERT, R.A.; REIMCHE, G.B.; DALLA NORA, D.; ALBA, P.J.; HORBE, T. A.N. Espacialização em alta resolução de atributos da acidez de Latossolo por meio de sensoriamento em tempo real. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.51, p.1306-1316, 2016.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. Semeadoras de precisão. **Cultivar Máquinas**, n. 56, p. 16-19, 2006.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; LOPES, A. Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 2, p. 502-510, 2006b.

DEMARCHI, M. **Análise da conjuntura agropecuária**. Estado do paraná Secretaria da agricultura e do abastecimento Departamento de economia rural 2012. <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/milho_2011_12.pdf>. Acesso em: out.2018.

DEMÉTRIO, C. S.; FILHO, D. F.; CAZETTA, J.O.; CAZETTA, D.S. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidade populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008.

DEPERON-JÚNIOR, M.A.; NAGAHAMA, H.J.; OLSZEWSKI, N.; CORTEZ, J.W.; SOUZA, E. influência de implementos de preparo e de níveis de compactação sobre atributos físicos do solo e aspectos agrônômicos da cultura do milho. **Engenharia Agrícola**, v. 36, n. 2, p. 367-376, 2016.

DIAS, V. O.; ALONCO, A. S.; BAUMHARDT, U. B.; BONOTTO, G. J. Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de semeadura. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1721-1728, 2009.

DUARTE, A.P. Como fazer uma boa segunda safra. **Cultivar Grandes Culturas**. 2001. <<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/como-fazer-uma-boasegunda-safra>>. Acesso em: jan.2019.

FRABETTI, D. R.; RESENDE, R. C.; QUEIROZ, D. M.; FERNADES, H. C.; SOLZA, C. M. Desenvolvimento e avaliação do desempenho de uma semeadora

puncionadora para plantio direto de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.15. n. 2. p. 199-204, 2011.

FRANCETTO, T. R. DAGIOS, R. F.; FERREIRA, M. F.; ALONÇO, A. S. Mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes presentes nas semeadoras-adubadoras de precisão no brasil. **CLIA/CONBEA 2012**, p.4, 2012.

GARCIA, L. C.; JASPER, R.; JASPER, M.; FORNARI, A. L.; BLUM, J. Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**. v. 26, n. 2, p. 520-527, 2006.

GARCIA, L.C.; MEER, R.W. V.D.; SOUZA, N.M.; JUSTINO, A.; WEIRICH, NETO, P.H. Manobras de semeadura com sistema de navegação. **Engenharia Agrícola**, v. 36, p. 35-42, 2016.

GARCIA, R. F.; VALE, W. G.; OLIVEIRA, M. T. R.; PEREIRA, E. M.; AMIM, R. T.; BRAGA, T. C. Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão no Norte Fluminense. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 3, p. 417-422, 2011.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**, 2018. <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>>. Acesso em: jan.2019.

JASPER, R.; JANSZN, U.; JASPER, M.; GARCIA, L. Distribuição longitudinal e germinação de sementes de milho com emprego de tratamento fitossanitário e grafite. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 292-299, 2006.

JASPER, R.; JASPER, M.; ASSUMPÇÃO, P. S. M.; ROCIL, J.; GARCIA, L. C. Velocidade de semeadura da soja. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 1, p. 102-110, 2011.

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

KWS. **Semeando o Futuro desde 1856**. <<http://www.kws-sementes.com.br/aw/Produtos/Milho/RB-9006-PRO-e-PRO2-e-PRO3/~hrrm?purpose=aaaaaaaaaacxik®ion=aaaaaaaaafpga>> Acesso em 05/01/2019.

MACEDO, D. X.; NICOLAU, F. E. D. A.; NASCIMENTO, H. C.; COSTA, E.; CHIODEROLI, C. A.; LOUREIRO, D. R. Operational performance of a tractor-seeder according to the velocity and working depth. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 3, p. 280-285, 2016.

MAHL, D.; GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, A. R. B. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação

de velocidade e condição de solo. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 1, p. 150-157, 2004.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; XIMENES, P. A. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.5, n. 2 p. 170-181, 2006.

MELLO, A. J. R.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; BORSATTO, E. A. Produtividade de híbridos de milho em função da velocidade de semeadura. **Engenharia Agrícola**, v.27, n. 2, p.479-486, 2007.

MELLO, L. M. M.; PINTO, E. R.; YANO, E. Distribuição de sementes e produtividade de grãos da cultura do milho em função da velocidade de semeadura e tipos de dosadores. **Engenharia Agrícola**, v. 23, n. 3, p. 563-567, 2003.

MELO, R. P.; ALBIERO, D.; MONTEIRO, L. A.; SOUZA, F. H.; SILVA, J. G. Qualidade na distribuição de sementes de milho em semeadoras em um solo cearense. **Revista Ciência Agrônômica**, v.44, n. 1, p. 94-101, 2013.

MENEGATTI, L. A. A.; MOLIN, J. P. Remoção de erros Remoção de erros em mapas de produtividade em mapas de produtividade via filtragem de dados brutos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 126-134, 2004.

MEROTTO-JÚNIOR, A.; SANGOI, L.; ENDER, M.; GUIDOLIN, A. F.; HAVERROTH, H. S. A. Desuniformidade de emergência reduz o rendimento de grãos de milho. **Ciência Rural**, v. 29. n. 4. p. 595-601. 1999.

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas para plantio**, 1. ed. Campinas: Millenium Editora, p.623. 2012.

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas: ensaios & certificação**, FEALQ: Piracicaba, p.722 1996.

MODOLO, A. J.; SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. C. M.; MERCANTE, E. Avaliação do desempenho de duas semeadoras-adubadoras de precisão em diferentes velocidades. **Engenharia na Agricultura**, v.12, n. 4, p.298-306, 2004.

MOLIN, J. P.; COUTO, H. T. Z.; GIMENEZ, L. M.; PAULETTI, V.; MOLIN, R.; VIEIRA, S.R. Regression and correlation analysis of grid soil data versus cell spatial data. **European conference on precision agriculture: Agro Montpellier**, p.449-453, 2001.

MOLIN, J. P. Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade. **Engenharia Agrícola**, v. 22, n. 1, p. 83-92, 2002.

MOLIN, J. P. Geração e interpretação de mapas de produtividade para agricultura de precisão. In: BOREM, A.; GIÚDICE, M.P.; QUEIROZ, D.M.; MANTOVANI, E.C.;

FERREIRA, L.R.; VALLE, F.X.R.; GOMIDE, R.L. **Agricultura de precisão**, p.237-258, 2000.

MOLIN, J.P.; MILAN, M.; NESRALLAH, M.G.T.; CASTRO, C.N.; GIMENEZ, L.M. Utilização de dados georreferenciados na determinação de parâmetros de desempenho em colheita mecanizada. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 3, p. 759-767, 2006.

MOORE, M. **An investigation into the accuracy of yield maps and their subsequent use in crop management**, Silsoe: Cranfield University, 1998.

NASCIMENTO, P. S.; SILVA, J. A.; COSTA, B. R. S.; BASSOI, L. H. M.; MESQUITA, F. O.; COSTA, T. K. G. Zonas homogêneas de atributos do solo para o manejo de irrigação em pomar de videira. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, v. 38, p. 1101-1113, 2014.

NIELSEN, R. L. Planting speed effects on stand establishment and grain yield of corn. **Journal of Production Agriculture**, v. 3. n. 8. p. 313-393, 1995.

OLIVEIRA, T.C.A.; MOLIN, J.P. Uso de piloto automático na implantação de pomares de citros. **Engenharia Agrícola**, v.31, n.2, p.334-342, 2011.

PACHECO, E. P.; MANTOVANI, E. C.; MARTYN, P. J.; OLIVEIRA, A. C. Avaliação de uma semeadora-adubadora de precisão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.3 1, n. 3, p. 209-214, 1996.

PEREIRA FILHO, L. A. et al. Cultivares de milho precoces semeadas em fileiras duplas e simples. **Relatório técnico anual do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo**, p. 241 – 243, 1994.

PIERCE, F.J.; NOWAK, P. Aspects of precision agriculture. **Advances in Agronomy**, v.67, n. 1, p. 1-85, 1999.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. **FEALQ**, 2002.

PINHEIRO-NETO, R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; BORTOLOTTI, V. C.; PINHEIRO, A. C. Desempenho de mecanismos dosadores de semente em diferentes velocidades e condições de cobertura do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30. p. 611-617, 2008.

RIZZARDI, M. A.; BOLLER, W.; DALLOGLIO, R. Distribuição de plantas de milho, na linha de semeadura, e seus efeitos nos componentes de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 8, p. 1.231-1.236, 1994.

RODRIGUES, F.; MELO, P. G. S.; RESENDE, C. L. P.; MROJINSKI, F.; MENDES, R. C.; SILVA, M. A. Aptidão de híbridos de milho para o consumo *in natura*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 2, p. 484-192, 2018.

RODRIGUES, M.S.; CORÁ, J.E.; FERNANDES, C. Relações espaciais entre atributos do solo e produtividade de milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, p.599-609, 2012.

ROS, V. V.; SOUZA, C. M. A.; VITORINO, A. C. T.; RAFULL, L. Z. L. Oxisol resistance to penetration in no-till system after sowing. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 6, p. 1104-1114, 2011.

ROSA, D.; PAGNUSSAT, D.B.C.L.; SANTOS, C.C.S.; FINCATTO, D. Velocidade prejudicial. **Revista Cultivar**. 2017. <<https://www.grupocultivar.com.br/artigos/velocidade-prejudicial>> Acesso em: jan.2019.

SANTOS, A. J. M.; GAMERO, C. A.; OLIVEIRA, R. B.; VILLEN, A. C. Análise espacial da distribuição longitudinal de sementes de milho em uma semeadura-adubadora de precisão. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 1, p. 16-23, 2011.

SHARDA, A.; FULTON, J.P.; MCDONALD, T.P.; ZECH, W.C.; DARR, M.J.; BRODBECK, C.J. Real-time pressure and flow dynamics due to boom section and individual nozzle control on agricultural sprayers. **Transactions of the ASABE**, v.53, n.5, 2010.

SWINTON, S. M.; LOWENBERG-DEBOER, J. Evaluating the profitability of site-specific farming. **Journal of Production Agriculture**, v. 11, n. 4, p. 439-446, 1998.

TEIXEIRA, S. S.; REIS, A. V.; MACHADO, A. L. T.; BIGOSIN, A.; SILVEIRA, H. A. T. Distribuição longitudinal de sementes de milho com dosador de disco horizontal operando com uma ou duas saídas de sementes. **Ciência Rural**, v. 39, n. 8, p. 2417-2421, 2009.

VAZQUÊZ, G. H.; SILVA, M. R. R. da. Influência do espaçamento entre linhas de semeadura em híbrido simples de milho. **Congresso nacional de milho e sorgo**, 24, 2002.

WEIRICH-NETO, P. H.; FORNARI, A. J.; JUSTINO, A.; GARCIA, L. C. Qualidade na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 1, p.171-179, 2015.