

DESENVOLVIMENTO E PRODUTIVIDADE DE MILHO EM SEMEADORA COM ACIONAMENTO ELÉTRICO DE DOSADORES DE SEMENTES VIA TÉCNICAS DE AGRICULTURA DE PRECISÃO

IDROILSON VIEIRA DE OLIVEIRA¹, RENAN CASAGRANDE¹, JUNIOR SANTANA GIRARDI¹, GABRIEL DA COSTA FOLLMER¹, RENILDO DA SILVA UBALDO¹, DAVID PERES DA ROSA²

¹Acadêmicos do curso Bacharel em Agronomia, Núcleo de Estudos em Solos e Máquinas Agrícolas (NESMA), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) - *Campus* Sertão, Rodovia RS 135, Km 25, Distrito Eng. Luiz Englert, CEP: 99170-000, Sertão/RS, Brasil., idroilson@hotmail.com;

²Eng. Agrícola, Prof. Doutor do IFRS- *Campus* Sertão, NESMA, Sertão/RS, Brasil, david.darosa@sertao.ifrs.edu.br.

Apresentado no
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020
23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line

RESUMO: O objetivo deste trabalho é avaliar a diferença entre o acionamento da distribuição do disco horizontal via motores elétricos contra acionamento mecânico. O experimento foi em uma área de produção de grãos, sendo realizado via técnicas de agricultura de precisão em um talhão de 4,19 ha onde no mesmo foi realizado os seguintes tratamentos: semeadora com acionamento por transmissão mecânica (MEC) e semeadora com acionamento por transmissão elétrica (ELE) do sistema de distribuição de sementes. A área foi dividida em um grid de 35 pontos, e para qualificação dos efeitos foram mensuradas: altura de plantas, altura de inserção de espiga e a produtividade. Não se obteve nenhuma diferença significativa entre o sistema de acionamento elétrico ao mecânico nos parâmetros avaliados. O sistema de acionamento elétrico dos sistemas de dosagem de semente não gera diferença no desenvolvimento da cultura do milho contra o sistema mecânico nas condições em estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia, disco horizontal, altura de planta.

CORN DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY IN A SEEDER WITH ELECTRIC ACTIVATION OF SEED DOSERS THROUGH PRECISION AGRICULTURE TECHNIQUES

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the difference between the activation of the horizontal disk distribution via electric motors against mechanical drive. The experiment was carried out in an agricultural area, being carried out by precision farming techniques in a plot of 4.19 ha where the following treatments were carried out: seeder with mechanical transmission (MEC) and seeder with activation by electrical transmission (ELE) of the seed distribution system. The area was divided into a 35-point grid, and to qualify the effects, plant height, ear insertion height and productivity were measured. No significant difference was obtained between the electric drive system and the mechanic in the evaluated parameters. The electric drive system of the seed dosing system does not make a difference in the development of the corn crop against the mechanical system under the conditions under study.

KEYWORDS: Technology, horizontal disk, plant height.

INTRODUÇÃO: A adequada distribuição de plantas é uma das práticas culturais mais importantes para determinar o rendimento de grãos na cultura do milho, pois o estande populacional afeta a arquitetura das plantas, altera o crescimento e o desenvolvimento e influencia na produção, além da partição de fotoassimilados (ALMEIDA e SANGOI, 1996). Ainda segundo a EMBRAPA (2012), não há compensação da falta de plantas por perfilhamento ou produção de floradas; sendo assim, a atividade deve receber atenção especial, de forma a assegurar uma população uniforme, com chances de alcançar o potencial produtivo e a rentabilidade. Nesse sentido, fatores como patinagem, excesso de velocidade, irregularidade de tamanho da semente e sistema de acionamento devem ser controlados, haja visto que influenciam diretamente a semeadura. Há no mercado um sistema de acionamento via motores elétricos, com a premissa de evitar falhar no sistema de acionamento dos dosadores, contudo, são escassos estudos nesse sistema, em face disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do acionamento do sistema de dosagem de sementes de milho via motores elétricos.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado na safra 2019/2020 em área de produção de grãos manejado pelo sistema plantio direto, com a cultura do milho (*Zea mays* L.), no município de Sertão (RS) no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Sertão, em Sertão (RS), em Nitossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2018). O clima da região é do tipo mesotérmico úmido com verão quente (Cfa) e temperatura média de 17,6°C segundo Koppen, possuindo uma altitude média de 685 m, e durante o desenvolvimento da cultura houve deficit hídrico, o total de chuvas de setembro a fevereiro de 2020 foi de 867,4mm se na safra de 2018/2019 no mesmo período foi de 1317,6mm, uma redução de 450,2mm (EMBRAPA TRIGO, 2020). O estudo foi conduzido via geoestatística em um talhão de 4,19 ha, utilizando-se uma malha amostral com 35 pontos em cada tratamento, sendo: semeadora equipada com acionamento por transmissão mecânica (MEC) e com transmissão elétrica (ELE) dos mecanismos dosadores de semente. A semeadora utilizada foi uma Kunh® PG700 equipada com dosadores de semente do tipo disco alveolado horizontal, sulcador de semente do tipo disco defasado, e facão afastado para o fertilizante que foi dosado por um dosador do tipo rosca helicoidal por transbordo longitudinal (Fertisystem®), tracionada por um trator New Holland® TL95E. O sistema de acionamento mecânico é composto por transmissão da energia mecânica via acionamento da roda motriz da semeadora, que transmite esta via engrenagens-correia, até um sistema de eixo localizado no final do chassi principal, no início das linhas de semente, esta por sua vez transmite energia com auxílio de um sistema cambão, para um sistema de engrenagem, que via um eixo aciona a coroa e pinhão do disco horizontal. No sistema de acionamento elétrico, foram acoplados diretamente à coroa de acionamento do disco horizontal, para tal, foram utilizados o modelo Fertisystem® TXF MB e o controlador VRA PRO, sendo que a quantidade de sementes foi regulada igualmente para os dois tratamentos. A semeadora está configurada com espaçamento entre linhas de 0,45m, 3 linhas consecutivas acionadas por transmissão MEC e 4 linhas por transmissão ELE, sendo que a posição destas foi georreferenciada na instalação do experimento, para realizar as mensurações. A semeadura do milho foi realizada dentro do zoneamento agroclimático, bem como, na densidade recomendada, no dia 25 de setembro de 2019, com a variedade Agroeste® 1596 PRO3 de ciclo semiprecoce na densidade de 3,5 plantas por metro e velocidade de plantio 4,5 km h⁻¹, controlados através do controlador VRA (variable rate application) do sistema da semeadora. Para qualificação dos efeitos foram mensuradas algumas propriedades de planta, sendo: altura de plantas, altura de inserção de espiga e produtividade, em um gride amostral de 35 pontos por tratamento. O coeficiente de variação (CV) dos dados dos parâmetros em análise foram avaliados conforme metodologia de Ogunkunle (1993), que considera menos variável

quando está entre 0 e 15%, de 15 a 35%, moderadamente variável e maior que 35% altamente variável.

Para verificar a existência de dependência espacial foi estimado o Índice de Dependência Espacial (IDE) que representa uma relação em porcentagem do quanto à dependência espacial (ZIMBACK, 2001), quantificada pelo modelo de semivariograma, sendo classificado forte quando o $IDE > 75\%$, médio de $25 < IDE \leq 75\%$ e, baixo quando $IDE \leq 25\%$. Outro parâmetro avaliador da dependência espacial do parâmetro é o grau da dependência espacial (GDE), avaliada pelos ajustes de modelos de variogramas, sendo considerados forte os semivariogramas que têm um efeito pepita menor ou igual a 25% do patamar, moderada quando está entre 25 e 75% e fraca quando for maior que 75% (CAMBARDELLA et al., 1994). As avaliações em cada ponto foram realizadas em 3 m. Para delimitação espacial da área e localização dos pontos do gride amostral, utilizou-se um GNSS da marca Garmin® modelo Etrex 20 e os mapas foram processados pelo software Campeiro 7.4®, que também foi utilizado para realizar o mapa de contorno, a montagem dos grides e os mapas de isolinhas, também foi utilizado o programa Sisvar® para análise de variância e teste de comparação de médias, Tukey a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os resultados obtidos na análise de variância para altura de planta, altura de inserção de espiga e produtividade encontram-se na Tabela 1, e a geoestatística dos mesmos na Tabela 2, onde não houve variação entre os tratamentos em nenhuma das avaliações realizadas, apontando similaridade entre os sistemas.

TABELA 1. Análise descritiva da altura de planta (m), altura de inserção de espiga (m) e produtividade (kg ha^{-1}) pelo acionamento por sistema de automação elétrica e transmissão mecânica na cultura do milho.

Sist. acion.	M ⁽¹⁾	Mn ⁽³⁾	Mx ⁽⁴⁾	Ass ⁽⁵⁾	S ⁽⁶⁾	C ⁽⁷⁾	CV ⁽⁸⁾
Altura de planta (m)							
Mecânico	2,33a*	1,75	2,7	-0,67	0,22	0,89	9,26
Elétrico	2,24a	1,8	2,6	-0,26	0,21	-0,60	9,19
Altura de inserção de espiga (m)							
Mecânico	1,30a	1,02	1,65	0,36	0,14	-0,11	10,98
Elétrico	1,30a	1,05	2,35	3,13	0,23	13,80	17,57
Produtividade (kg ha^{-1})							
Mecânico	6616,42a	1805,31	11617,05	0,09	2519,51	-0,62	38,08
Elétrico	6704,38a	1975,44	14644,31	886406	2607,94	1524194	38,90

(1) – média; (2) – mediana; (3) – mínimo; (4) - máximo; (5) – assimetria; (6) – desvio padrão; (7) - curtose; (8) – coeficiente de variação.

Na tabela 2 quanto a dependência espacial dos atributos, todos estão entre 25 a 75%, sendo classificados como Moderada Dependência Espacial, segundo Silva et al. (2017) o alcance de dependência espacial é um parâmetro importante no estudo do semivariograma, sendo ele que define a distância máxima que uma variável está correlacionada espacialmente.

A altura de planta teve CV em ambos os tratamentos abaixo de 10%, pouca variação dos dados (OGUNKUNLE, 1993), direcionando para pouca variação da planta frente aos tratamentos, porém, na altura de inserção de espiga o ELE apresentou 17,57%, variação moderada, fato que no MEC ficou em 10,98%, a Ass dos valores foi negativa e a curtose no MEC foi positiva e no ELE negativa. A estatura da planta aumenta concomitantemente com a altura de inserção da espiga, e essas características também correlacionaram-se positivamente com produtividade,

indicando, assim, que quanto maior a altura da planta, maior a produtividade (SANTOS et al., 2002) Desta forma, avaliação deste parâmetro de forma espacializada é mais eficiente, haja vista que ambos tem média independência espacial e moderado grau de dependência espacial. A produtividade teve o CV em torno de 38% em ambos os tratamentos, no entanto, o A foi menor no MEC, 31,86 contra 95,58 do ELE, demonstrando que o semivariograma, neste caso, modelo exponencial irá modelar a variabilidade da área somente até esse ponto.

TABELA 2. Análise geoestatística da altura de planta (m), altura de inserção de espiga (m) e produtividade (kg ha⁻¹) pelo acionamento por sistema de automação elétrica e transmissão mecânica na cultura do milho.

Sist. acion.	IDE ⁽¹⁾	C0 ⁽²⁾	C0 + C ⁽³⁾	A ⁽⁴⁾	Mod. ⁽⁵⁾	R ² ⁽⁶⁾	RMSE ⁽⁷⁾	GDE ⁽⁸⁾
Altura de planta (m)								
Mecânico	60	0,02	0,05	127,44	Exp.	0,999	0,04	49,84
Elétrico	50	0,02	0,04	127,44	Exp.	0,997	0,05	41,76
Altura de inserção de espiga (m)								
Mecânico	50	0,01	0,02	127,44	Exp.	0,992	0,02	46,31
Elétrico	40	0,03	0,05	31,86	Esf.	0,991	0,06	58,40
Produtividade (kg ha ⁻¹)								
Mecânico	55,49	2825554	6347924	31,86	Exp.	0,907	6327998.34	46,75
Elétrico	55,27	3041986	6801347	95,58	Exp.	0,944	5210360.93	58,75

*Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

(1) - índice de dependência espacial; (2) - pepita; (3) - patamar; (4) - alcance; (5) modelo; (6) coeficiente de determinação; (7) erro médio quadrático; (8) grau de dependência espacial.

Observa-se à altura de plantas (Figura 1), comparando os tratamentos, que o MEC demonstra plantas maiores ao longo da área, na classe 2,47 a 2,71m, há 18,4% da área nesse tratamento, contra 4,5% do ELE. A maioria da área em ambos tratamentos ficaram na classe de 2,23 a 2,47m, sendo 54,9% no ELE e 59,4% no MEC.

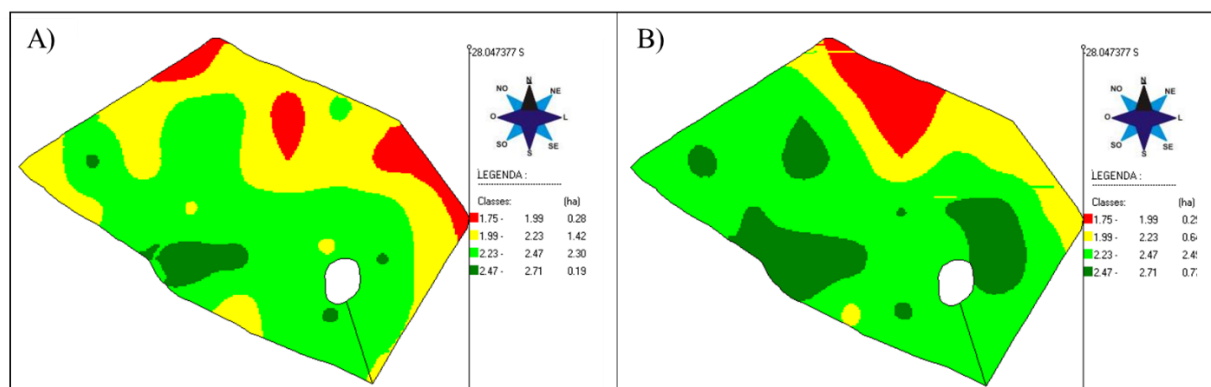


FIGURA 1. Mapa de isolinhas da altura do milho (m) no sistema de acionamento por transmissão elétrica (A) e mecânica (B) do sistema de dosagem de semente.

Na altura de inserção de espiga (Figura 2), seguiu a mesma tendência da altura de plantas, haja visto a correlação direta destes parâmetros. No ELE (Figura 2A), 67,6% da área está entre 1,18 a 1,34m já no MEC (Figura 2B) foi 51,8%, na menor altura, foram parecidos, porém, na maior altura (1,50-1,67m), o MEC teve maior área. Santos et al. (2002), apontam que a estatura da planta aumenta de acordo com a altura de inserção da espiga, avaliando aqui, como houve

variabilidade espacial similar na altura de planta entre os sistemas, repercutiu nesse fator, salve que no MEC possui uma região com maiores altura de planta.

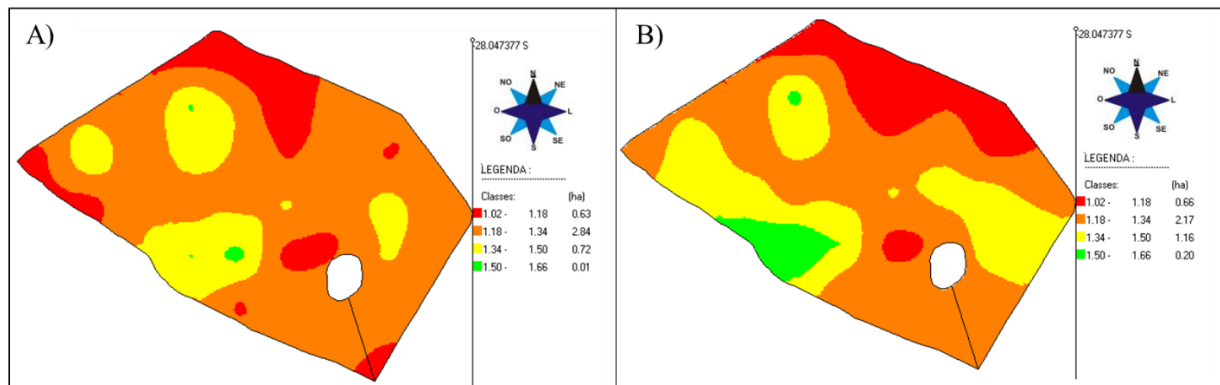


FIGURA 2. Mapa de isolinhas da altura de inserção de espigas pelo sistema de acionamento por transmissão elétrica (A) e mecânica (B) do sistema de dosagem de semente.

A produtividade (Figura 3) teve uma maior correlação com a altura de plantas, na área com menor altura houveram as menores produtividades. Embora o ELE teve plantas um pouco menores na área, não repercutiu na redução da produtividade, pois é visualizado na figura 3A que na segunda maior escala houve 32,5% da área enquadrada, já no MEC 27,9%, na maior escala, foi próximo, 0,7 no ELE contra 0,95% no MEC.

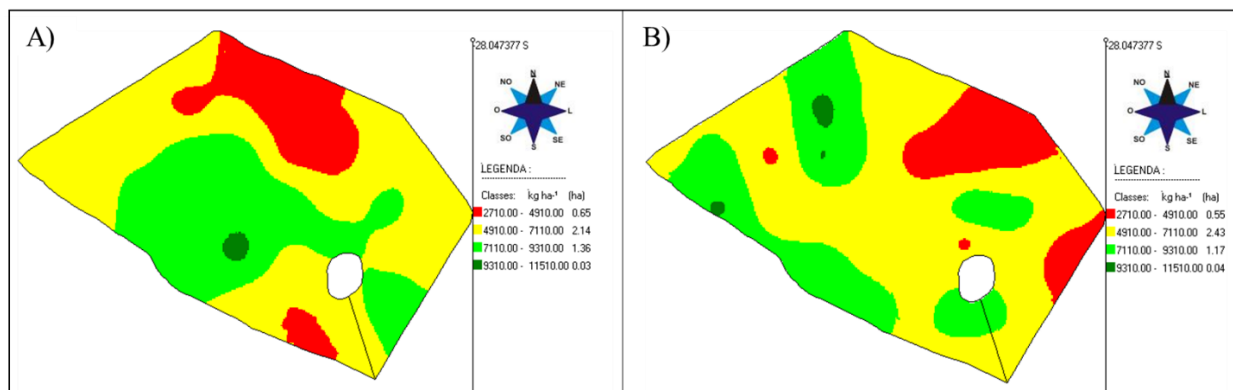


FIGURA 3. Mapa de isolinhas da produtividade (kg ha⁻¹) pelo sistema de acionamento por transmissão elétrica (A) e mecânica (B) do sistema de dosagem de semente.

CONCLUSÕES: O acionamento elétrico teve efeito similar ao sistema mecânico de acionamento do sistema de dosagem da semente no desenvolvimento da cultura do milho nas condições em teste.

AGRADECIMENTOS: A Agromac pelo empréstimo do sistema de acionamento elétrico da semeadora, bem como, todo o suporte técnico, e a Kuhn do Brasil pela doação da semeadora.

REFERÊNCIAS:

ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L. Aumento da densidade de plantas de milho para regiões de curta estação estival de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, p. 179-183, 1996.

CAMBARDELLA, C. A.; MOORMAN, T. B.; NOVAK, J. M.; PARKIN, T. B.; KARLEN, D. L.; TURCO, R. F.; KONOPKA, A. E. Field scale variability of soil properties in Central Iowa soils. **Soil Science Society of America Journal**, p. 501-1511, 1994.

EMBRAPA TRIGO. Laboratório de agrometeorologia. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/app/principal/index.php>. Acesso em: 03 abr. 2020.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília/DF, 2018.

EMBRAPA. Sistema de produção do milho, 2012. Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/plantio.htm. Acesso em: 13.dez. 2019.

OGUNKUNLE, A. O. Variation of some soil properties along two toposequence on quartzite schist and banded gneiss in South-western Nigeria. **GeoJournal**, p. 399-402, 1993.

SANTOS, P. G.; JULIATTI, F. C.; BUIATTI, A. L.; HAMAWAKI, O. T. Avaliação do desempenho agrônômico de híbridos de milho em Uberlândia, MG. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 597-602, 2002.

SILVA, F. J. da; OLIVEIRA, C. A. A. de; ALMEIDA, L. da S.; LIMA, L. P. de, GUIMARÃES, E. C. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração e da produtividade do milho. **Journal of neotropical agriculture**, p. 77-84, 2017.

SOUZA, T. V. de; RIBEIRO, C. M.; SCALON, J. D.; GUEDES, F. L. Relações entre componentes de rendimento e características morfológicas de milho. **Magistra**, Cruz das Almas, p. 495-506, 2014.

ZIMBACK, C. R. L. Análise espacial de atributos químicos de solo para o mapeamento da fertilidade do solo. Botucatu, UNESP, (Tese - Livre Docência), 114p., 2001.