

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MIRIAN CRISTINA BRUSTOLIN

**EFEITO DA UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DE
FERTILIZANTE NO SULCO DE SEMEADURA NA CULTURA DO MILHO**

PALOTINA

2016

MIRIAN CRISTINA BRUSTOLIN

**EFEITO DA UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DE
FERTILIZANTE NO SULCO DE SEMEADURA NA CULTURA DO MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina como requisito à obtenção do título de obtenção do grau de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Laércio Augusto Pivetta

PALOTINA

2016

TERMO DE APROVAÇÃO

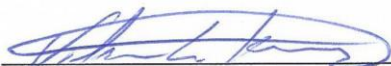
MIRIAN CRISTINA BRUSTOLIN

EFEITO DA UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DE FERTILIZANTE NO SULCO DE SEMEADURA NA CULTURA DO MILHO

Trabalho apresentado como requisito parcial a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo no curso de Agronomia, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Laércio Augusto Pivetta
Orientador – Departamento de Ciências Agronômicas da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, UFPR.



Prof. Dr. Vilson Luís Kunz
Docente – Departamento de Ciências Agronômicas da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, UFPR.



Prof. Dr. Augusto Vaghetti Luchese
Docente – Departamento de Ciências Agronômicas da Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, UFPR.

Palotina, 08 de Julho de 2016.

*Aos meus pais, João Cezar Brustolin e
Ironi Roecker Brustolin, por serem meu alicerce
Durante toda essa caminhada, por todo
Carinho e compreensão.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus por me conceder a vida e me amparar nos momentos bons e ruins.

A minha família, meus pais João C. Brustolin e Ironi R. Brustolin pela paciência, amor e dedicação. Ao meu irmão João Henrique Brustolin e minha irmã Andressa Camila Brustolin pelos momentos de alegria, amor e descontração. Esta conquista também é de vocês.

Ao Augusto S. T. Binsfeld, pessoa com quem amo partilhar a vida. Obrigada pelo carinho, a paciência e por sua capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre.

A Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, juntamente com a coordenação do curso de Agronomia e aos professores de graduação, pelo ensinamento e concretização de um sonho.

Ao Prof. Dr. Laércio Augusto Pivetta, pela orientação, ensinamentos, confiança deposita na realização deste trabalho.

Aos meus colegas de iniciação científica Augusto, Henrique e Paulo pela ajuda na realização do trabalho.

A minha amiga Vanessa F. de Souza, por partilhar sua moradia comigo durante parte da graduação, por ser meu ombro amigo nos momentos mais difíceis, pela amizade incomparável e alegrias compartilhadas.

Aos meus amigos de Palotina Guilherme, Renata Thomé, Ana, Milene, Renata Menegatto, Camila, Nathália, Bruna Lisboa, Wesler, Katle, Amanda, Dayane, com vocês vivi os melhores momentos da minha graduação.

As minhas amigas de toda vida Mariane, Larissa, Harumy, Maria, Camyla, Carol, Janaiara, Jéssica Vicentin, Patricia, Jessica Debiazi, Vanessa, Cláudia, por cada risada e aventura vivida.

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível. ”

Charles Chaplin

RESUMO

Em decorrência do aumento da população, surge a necessidade de se produzir mais. A aplicação dos fertilizantes é fator imprescindível para se alcançar esse objetivo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da uniformidade de distribuição longitudinal de fertilizante nos componentes de produção e produtividade da cultura do milho. O experimento foi conduzido no município de Palotina-PR, em um Latossolo Vermelho distrófico, em sistema de semeadura direta. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados. Os tratamentos foram níveis de variação longitudinal de fertilizante, CV de 0%, 15%, 60% e sem fertilização. A dose de fertilizante foi de 312 kg ha⁻¹, resultando em 31, 47 e 47 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. A aplicação do fertilizante foi feita manualmente, usando um tubo cortado longitudinalmente ao meio com seções de 10 cm de comprimento. Foram avaliados população de plantas, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos, massa de grãos por espiga e produtividade. Além disso, foram calculados coeficientes de variação do número de grãos por espiga, peso de 100 grãos e peso de grãos por espiga em cada parcela, sendo tratados como variáveis. A produtividade do milho não é afetada pela maior variabilidade do fertilizante na linha de semeadura, assim como seus componentes de produção não apresentam maior variabilidade.

Palavras-chave: Adubação, variabilidade, semeadora.

ABSTRACT

Due to population increasing, it emerges the need to higher yields. The fertilizer application is indispensable to reach this goal. The aim of this work was to evaluate the effect of fertilizer longitudinal uniformity distribution on yield components and grain yields of maize. The experiment was carried out at Palotina-PR city, in an Oxisol, under no-tillage system. The experimental design was a randomized blocks. The treatments were levels of fertilizer longitudinal variation, 0%, 15%, 60% of CV, besides the absence of fertilizer. The fertilizer rate was 312 kg ha⁻¹, corresponding to 31, 47, and 47 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, and K₂O, respectively. The fertilizer application was made manually, using a pipe longitudinally cutted in half with sections of 10 cm long. It were harvested each ear separately. It were evaluated plant population, grain number per ear, 100 grain weight, grain weight per ear and grain yield. Also, it were calculated the coeficient of variation of grain number per ear, 100 grain weight and grain weight per ear in each plot, being treated as variables. The grain yield is not affected by higher fertilizer variability in the seeding line, as well as its yield components do not show higher variability.

Key-words: Fertilizing, variability, seeder

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO REFERENCIADA.....	09
2 OBJETIVOS.....	11
3 METODOLOGIA.....	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
5 CONCLUSÃO.....	20
6 REFERÊNCIAS.....	21

1 INTRODUÇÃO REFERENCIADA

Com o aumento constante da população estima-se que até 2050 a população mundial atinja 9 bilhões de pessoas. Esse crescimento resultará em uma maior demanda pela produção de alimentos de até 70% (SNYDER et al., 2010). Aliado a isso estará também o aumento na demanda por diversos recursos agrícolas.

Uma das alternativas para suprir essa demanda é aumentar a produtividade nas áreas já agricultáveis que levam em consideração vários manejos, sendo imprescindível o uso de fertilizantes. A aplicação dos fertilizantes deve ocorrer de forma correta, caso contrário acarreta em aumento da perda de nutrientes, redução na qualidade da água e, a longo prazo, redução da produtividade do solo (BRUULSEMA et al., 2009).

Um problema muito comum em relação ao uso de fertilizantes é a maneira em como ele é aplicado na área a ser cultivada. Considera-se que a aplicação de fertilizantes pelos implementos agrícolas seja uniforme, o que geralmente não ocorre. Aplicações a lanço e via semeadoras-adubadoras podem apresentar desuniformidade na distribuição devido à má regulagem dos implementos e escolha inadequada da largura de trabalho, ocorrendo grandes variações nas doses aplicadas, tanto na variação entre linhas (DALLABRIDA et al., 2006) como a variação longitudinal dentro da mesma linha (FEY et al., 2005).

Em culturas como o milho, Ndiaye e Yost (1989a) demonstraram que a produtividade foi reduzida conforme o aumento da variação nos teores de potássio do solo, salientando que quanto mais heterogêneos os teores médios de potássio no solo maiores estes devem ser para atingir boas produtividades.

Práticas simples como regulagem dos implementos agrícolas que serão utilizados para aplicação dos fertilizantes e corretivos, são métodos que muitos produtores negligenciam. Quando mal regulado o equipamento, causas como heterogeneidade dos solos e redução da produtividade podem ocorrer (NDIAYE; YOST, 1989b).

Quando os fertilizantes são mal aplicados é comum notar-se nas lavouras diferentes faixas de desenvolvimento da cultura. Muitas vezes é necessário calcular a sobreposição para homogeneizar a aplicação. Isso se deve ao fato de os

aplicadores a lanço concentram maior quantidade de fertilizante no centro geométrico da máquina (DELAFOSSE; BOGLIANI, 1989).

Além de aplicadores a lanço, a má distribuição também pode ocorrer na adubação na semeadura. Estudos feitos com mecanismo rotor horizontal apresentaram variação em três das oito linhas avaliadas da semeadora-adubadora quanto à variação na dose de fertilizante (DALLABRIDA et al., 2006). Atualmente, a utilização desse mecanismo é pequena nas semeadoras comercializadas. Dentre os tipos de dosador, o rotor helicoidal é o que apresenta menor variação na dose entre as linhas da semeadora, sendo implantada em cerca de 65,1% das máquinas fabricadas (SILVA et al., 2007).

Entretanto, o mecanismo rotor helicoidal apresenta outros problemas como a variação na dose em função da inclinação (GOBBI et al., 2006; FERREIRA et al., 2010) e desuniformidade na distribuição longitudinal, formando “pulsos” (FEY et al., 2005). Mesmo existindo mecanismos modificados que minimizam a má distribuição do fertilizante, eles podem apresentar altos coeficientes de variação (GOETEMS et al., 2010).

Contudo, algumas recomendações para coeficientes de variação podem ser encontradas na literatura, porém todas para aplicações à lanço. No âmbito acadêmico, são poucos os trabalhos que avaliam o efeito da uniformidade de distribuição longitudinal de fertilizante nas culturas e, se houver esse efeito, a partir de que nível de variação isso ocorre, pois de acordo com a zona de exploração radicular a desuniformidade pode ser compensada.

2 OBJETIVOS

Objetivo geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da uniformidade de distribuição longitudinal de fertilizante nos componentes de produção e produtividade da cultura do milho.

3 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido por uma safra agrícola no município de Palotina-PR, em um Latossolo Vermelho distrófico em sistema de semeadura direta. O solo da área experimental apresentava 450, 320 e 230 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente, na camada de 0,0 a 0,5 m. A análise química da área experimental está apresentada na Tabela 1.

TABELA 1. ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO ANTERIORMENTE À INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO. PALOTINA, 2014.

pH	H+Al	Al	Ca	Mg	K	P	S	C
CaCl ₂			cm ^l dm ⁻³			mg dm ⁻³		g dm ⁻³
4,5	3,97	0,09	1,42	0,6	0,27	59,09	5,72	7,8

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram constituídos por níveis de coeficiente de variação da distribuição longitudinal do fertilizante, simulando resultados encontrados em alguns mecanismos dosadores (FIGURA 1):

T1 - pulso de 3,0 m e CV 60%;

T2 - pulso de 0,5 m e CV 15%;

T3 – sem variação, CV 0%;

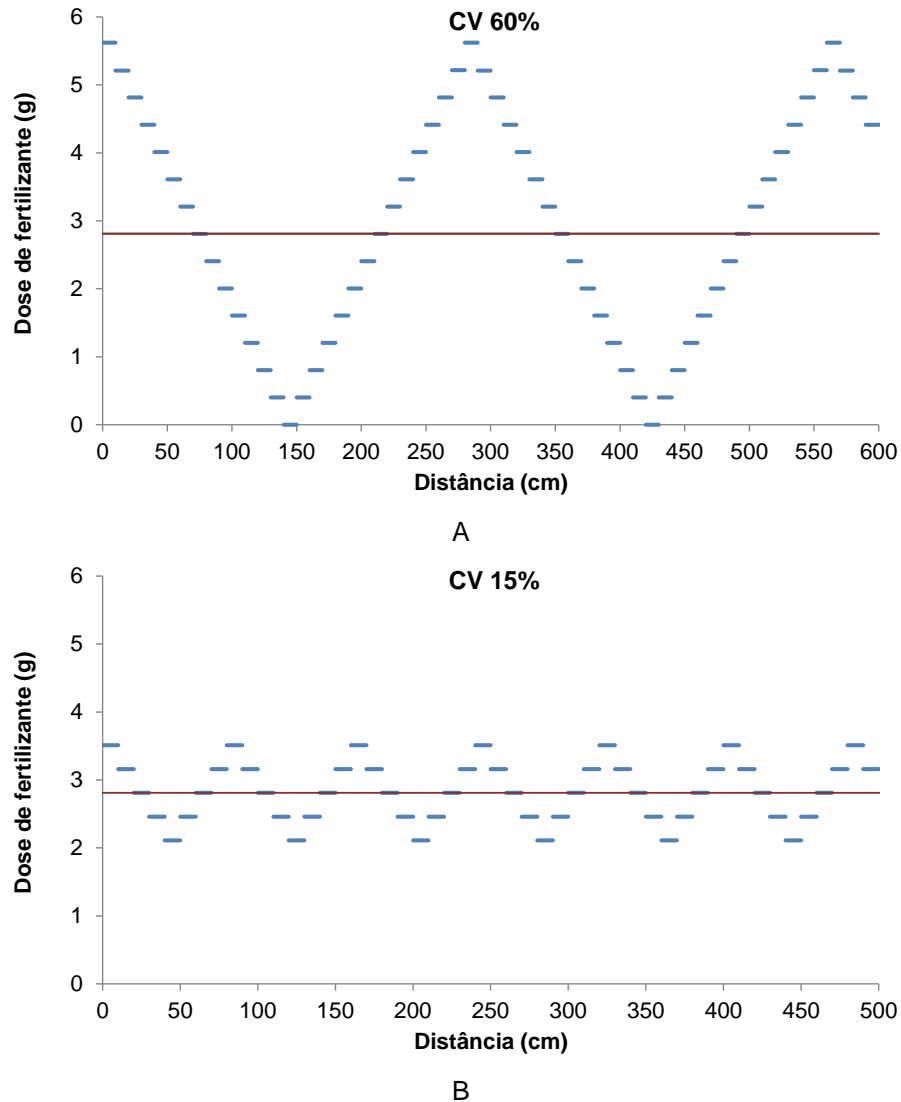
T4 – sem fertilização.

A adubação foi calculada conforme a expectativa de produção e exportação de nutriente. A produtividade considerada foi de 7,5 t ha⁻¹, com exportação de 12, 6,3 e 4,5 kg t⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente (IPNI, 2014). Dessa forma, a dose utilizada foi de 312 kg ha⁻¹ do formulado 10-15-15, resultando em 31, 47 e 47 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Além disso, realizou-se a adubação de cobertura com 60 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia na fase V4. A aplicação de ureia foi feita por meio de um regador, no qual se diluiu a quantidade necessária, regando linha por linha de forma uniforme.

O fertilizante foi aplicado manualmente no sulco de semeadura. Cada linha de semeadura foi considerada como um bloco. Cada porção de 5 metros de uma linha foi considerada uma unidade experimental, sendo que três repetições do mesmo tratamento foram agrupadas. A parcela do tratamento com 60% de CV foi de 6 metros de comprimento.

FIGURA 1 – ESQUEMA DA DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DO FERTILIZANTE (GRAMAS DE FERTILIZANTE PARA CADA SEGMENTO DE 10 CM) CORRESPONDENTE AOS TRATAMENTOS EM FUNÇÃO DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO.

A: T1; B: T2. A RETA EM AMBOS OS GRÁFICOS REPRESENTA O T3.



FONTE: O AUTOR (2015).

Para a aplicação dos tratamentos foram utilizados canos de PVC de 25 mm, cortados ao meio no sentido longitudinal, onde foram feitas divisões a cada 0,10 m (FIGURA 2). Após a pesagem do fertilizante referente a cada segmento de 0,10 m, depositou-se em sulcos abertos mecanicamente, sendo que os “pulsos” foram posicionados paralelamente entre as linhas. Após a deposição do fertilizante, colocou-se uma camada de solo, a fim de fazer a separação entre a semente e o fertilizante, sendo posteriormente realizada a semeadura de forma manual.

FIGURA 2 – APLICAÇÃO MANUAL DE FERTILIZANTES.



FONTE: O AUTOR (2015).

A semeadura foi realizada na última quinzena de fevereiro de 2015, com o híbrido P4285YH Pioneer®, com espaçamento entre linhas de 0,90 m. As plantas daninhas da área experimental foram dessecadas com glifosato anteriormente à semeadura. As sementes foram tratadas com imidacloprido+tiodicarbe. O controle de plantas daninhas da área em pós-emergência foi realizado com uma aplicação de atrazina. O controle de pragas foi realizado com uma aplicação de imidacloprido+beta-ciflutrina e uma aplicação de metomil. O controle de doenças foi realizado com uma aplicação de piraclostrobina+epoxiconazol.

Após a emergência das plantas, as mesmas foram desbastadas, permanecendo uma população final de aproximadamente 45 mil plantas por hectare. A escolha por um estande de plantas mais baixo deu-se pela desuniformidade na germinação.

As avaliações foram realizadas colhendo-se a espiga de cada planta separadamente, para determinação da produção por planta e produtividade da parcela. A área amostrada nos tratamentos com variação no fertilizante foi proporcional ao comprimento de cada pico do fertilizante. Sendo assim, no tratamento com 60% de CV foi colhido 2,8 m de comprimento, correspondente a um pico, e no tratamento com 15% de CV foi colhido 2,4 m de comprimento, correspondente a três picos.

Os parâmetros avaliados foram população, número de grãos por espiga, massa de 100 grãos por espiga, massa de grãos por espiga e produtividade. Após contagem de grãos por espiga, os mesmos foram secos em estufa a 105° C para

correção da umidade. A produtividade foi corrigida para 13% de umidade na base úmida.

Os resultados foram submetidos a análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto à população de plantas, não houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo 38.162 plantas ha⁻¹ para 60%, 40.483 plantas ha⁻¹ para 15%, 44.163 plantas ha⁻¹ para 0% e 38.414 plantas ha⁻¹ para sem fertilizante.

Para os coeficientes de variação, não houve diferença dos parâmetros avaliados (TABELA 2). A similaridade entre os coeficientes de variação das variáveis pode ser explicada por fatores não controlados como a heterogeneidade do solo, pragas, doenças, etc.

TABELA 2. COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DOS COMPONENTES DE PRODUÇÃO.

Tratamento	CV Número de grãos por espiga	CV Massa de 100 grãos (g)	CV Massa de grãos por espiga
60%	25,1 a	18,0 a	24,8 a
15%	22,6 a	21,4 a	27,3 a
0%	21,3 a	21,0 a	26,6 a
Testemunha	25,5 a	14,5 a	26,4 a

FONTE: O AUTOR (2016).

* MÉDIAS SEGUIDAS PELA MESMA LETRA NÃO DIFEREM ESTATISTICAMENTE ENTRE SI PELO TESTE TUKEY, A 5% DE PROBABILIDADE.

A composição química do solo pode ser alterada conforme os manejos realizados na cultura implantada (MIRANDA et al., 2006). Considerando isto, nutrientes como fósforo e potássio geralmente são aplicados na linha de semeadura, e de certa forma provocam variabilidade espacial (SILVA et al., 2003). Apesar de avaliarem a variabilidade por outra metodologia (grid de 6 x 2 m), os mesmos autores observaram CV para fósforo disponível de 111%, de 28,8% para potássio trocável, 8,1% para matéria orgânica e 11,6% para cálcio trocável, dentre outros, enquanto que a produtividade de grãos de milho apresentou CV de 22,6%. Desta forma observa-se que para cada nutriente a variabilidade espacial comporta-se de maneira distinta, mas aparentemente as plantas conseguem se adaptar à essas condições e apresentar CV bem menor do que o nutriente com maior variabilidade.

A desuniformidade pode sofrer efeitos através da absorção dos nutrientes provenientes do fertilizante. Sabe-se que todo nutriente absorvido não provém somente do fertilizante, mas também do solo. Fatores como genótipo do híbrido, manejo do solo, adubação e condições edafoclimáticas são contribuintes para a absorção (LARA CABEZAS et al., 2000).

A aplicação de fertilizantes pode favorecer o desenvolvimento do sistema radicular do milho aumentando a área a ser explorada para absorção de nutrientes. O aproveitamento do nitrogênio proveniente do fertilizante fica em média de 27% tanto para grãos quanto para parte aérea da planta (DUETE et al., 2008), semelhança apontada também por Coelho et al. (1991), que justifica essa semelhança devido a composição isotópica do N nestas partes da planta, que apresenta pequena variação.

O bom desenvolvimento radicular traz benefícios também para a absorção de fósforo (P) pela cultura. O contato da raiz com os fertilizantes fosfatados tem contribuído para o aumento da utilização do P proveniente do fertilizante, visto que o nutriente é pouco móvel no solo. Segundo Barreto e Fernandes (2002), o fornecimento localizado de fósforo tende a ter uma distribuição das raízes menor, desfavorecendo a absorção de outros nutrientes e água em regiões mais amplas do solo, resultando na compartimentalização do P e consequente diminuição da produtividade de grãos.

Além dos fatores não controlados, parâmetros como os dosadores podem afetar a uniformidade e apresentam alta influência na quantidade de dose a ser inserida no sulco de semeadura, devido à formação dos pulsos de distribuição. Pagnussat et al. (2013) avaliando a variabilidade nas doses por dosadores helicoidais de fertilizante, obtiveram coeficiente de variação menor (45,2%) para o dosador por transbordo em relação ao dosador por gravidade (71,6%), apresentando eficiência na redução da variação pelo mecanismo de transbordo. Entretanto, apesar de em algumas avaliações a altura das plantas apresentar menor variabilidade no mecanismo de transbordo, não houve diferença significativas entre os mecanismos, o que novamente demonstra que as plantas apresentam potencial de compensação das condições desuniformes do ambiente.

Considerando que a variabilidade das variáveis resposta se manteve idêntica entre os tratamentos, presumidamente as médias dessas variáveis também não apresentaram diferença em função da variação da fertilização (TABELA 3).

Para número de grãos por espiga não houve efeito ($p=0,28$) dos tratamentos. Segundo Borém, Galvão e Pimentel (2015), o momento em que há a definição do potencial produtivo da planta (V4) as raízes já apresentam ramificações diferenciadas. A taxa de ramificação radicular é influenciada pelo acúmulo de carboidratos sintetizados na parte aérea da planta. A pouca disponibilidade de

nitrogênio afeta o volume de exploração do solo pela planta, ocasionando a redução das taxas de ramificação das raízes. A confirmação do número de fileiras por espiga acontece no estádio V8, no qual ocorre a maior absorção de potássio e nitrogênio pela planta.

TABELA 3. COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO MILHO EM FUNÇÃO DA VARIABILIDADE DO FERTILIZANTE.

Tratamento	Número de grãos por espiga	Massa de 100 grãos (g)	Massa de grãos por espiga (g)
60%	432 a	26,4 a	111 a
15%	438 a	25,8 a	111 a
0%	422 a	25,8 a	108 a
Testemunha	392 a	25,0 a	97 a
CV (%)	9,7	10,5	10,3

FONTE: O AUTOR (2016).

* MÉDIAS SEGUIDAS PELA MESMA LETRA NÃO DIFEREM ESTATISTICAMENTE ENTRE SI PELO TESTE TUKEY, A 5% DE PROBABILIDADE.

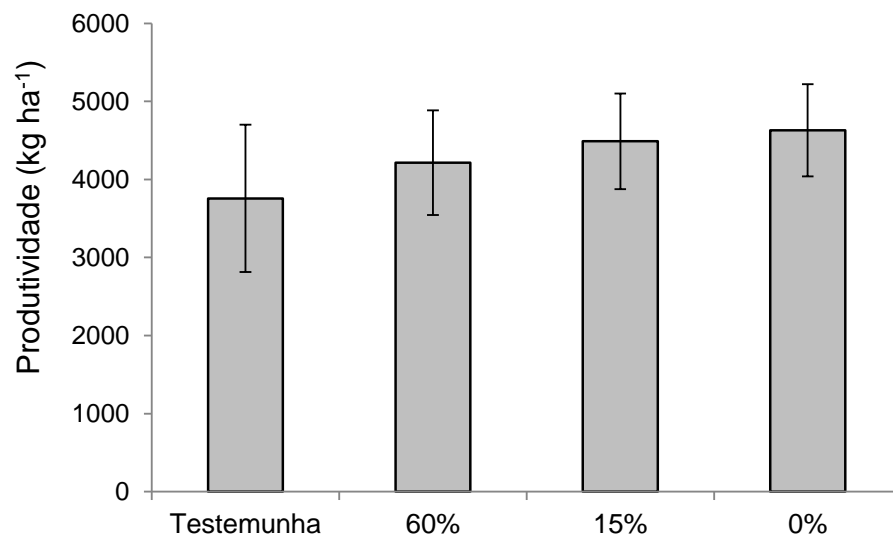
Estudos realizados na cultura do algodão por Souza, Farinelli e Rosolem (2007) apresentaram que a posição do fertilizante no solo influencia a quantidade e distribuição das raízes, obtendo uma melhor absorção dos nutrientes. A posição 5,0 cm abaixo da semente resultou em menor produção. Além da produção e raízes, a posição influencia também nos teores de N e P da parte aérea.

A massa de 100 grãos permaneceu constante, fato relacionado ao forte controle genético desta variável. A média ficou próxima das analisadas por Fernandes et al. (2005), que avaliaram a massa de 100 grãos de seis híbridos de milho com quatro doses de nitrogênio (0, 30, 90 e 180 kg ha⁻¹).

A massa de grãos por espiga não se diferenciou entre os tratamentos, apesar de que a testemunha apresentou média inferior, o que é mais relacionado com a ausência de adubação do que com a variabilidade da fertilidade do solo, uma vez que nas parcelas que receberam fertilizante a massa de grãos foi muito similar.

A produtividade média dos grãos (FIGURA 3) apresentou o mesmo comportamento que a massa de grãos por espiga, em relação à testemunha. Entretanto, considerando apenas as parcelas fertilizadas, aparentemente quanto maior a variabilidade no fertilizante, menor a produtividade de grãos. No intuito de averiguar essa relação, uma análise de correlação de Pearson apenas com os tratamentos fertilizados foi realizada. O coeficiente de correlação foi de -0,30, sendo considerada uma correlação fraca, além de não ser significativa (P=0,25).

FIGURA 3 – PRODUTIVIDADE DE GRÃOS DE MILHO EM FUNÇÃO DA VARIABILIDADE DO FERTILIZANTE.



AS BARRAS SOBRE CADA COLUNA REPRESENTAM O DESVIO PADRÃO DA MÉDIA.

FONTE: O AUTOR (2016).

A adubação realizada visava uma produção de 7,5 t ha⁻¹. A produtividade média dos grãos ficou abaixo do esperado, justificado pelo estande de plantas estar de 30 a 40% abaixo do recomendado para se atingir a produção máxima, acamamento de algumas plantas e intempéries climáticas que ocorreram na condução do experimento.

A escassez de trabalhos de mesmo escopo prejudica a confirmação desses resultados, sendo que novos trabalhos devem ser realizados para confirmar ou não a ausência de ratificar os resultados observados.

5 CONCLUSÃO

A produtividade do milho neste trabalho não é afetada pela maior variabilidade do fertilizante na linha de semeadura, assim como seus componentes de produção não apresentam maior variabilidade entre os tratamentos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Produtividade e absorção de fósforo por plantas de milho em função de doses e modos de aplicação de adubo fosfatado em solo de tabuleiro costeiro. **R. Bras. Ciên. Solo**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 151-156, 2002.
- BECKETT, P.H.T.; WEBSTER, R. Soil variability: a review. **Soil Fertility**, v.31, p.1-15, 1971.
- BORÉM, A.; GALVÃO, J. C. C.; PIMENTEL, M. A. **Milho: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015.
- BRESLER, E.; LAUFER, A. Statistical inferences of soil properties and crop yield as spatial random functions. **Soil Science Society of America Journal**, v.52, n.5, p.1234-1244, 1988.
- BRUULSEMA, T.; LEMUNYON, J.; HERZ, B. Know your fertilizer rights. **Crops and Soils**, v.42, n.2, p.13-16, 2009.
- COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E.; BAHIA, A. F. C.; GUEDES, G. A. A. Balanço de nitrogênio (¹⁵N) em um latossolo vermelho-escuro, sob vegetação de cerrado, cultivado com milho. **R. Bras. Ciên. Solo**, Campinas, 15:187-193, 1991.
- DALLABRIDA, W. R.; GROFF, R.; FANHANI, M.; GURGACZ, F.; FURLAN, F.; SOUZA, J. H. de. Avaliação da distribuição transversal de fertilizantes em semeadoras-adubadoras. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2006, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: UEPG, 2006, p. 1-3.
- DELAFOSSÉ, R. M.; BOGLIANI, M. P. **Fertilizadoras centrífugas, la importancia de una correcta elección, uso y mantenimiento**. Santiago: Oficina Regional de la FAO para América Latina El Caribe, 1989, 32p.
- DUETE, R. R. C.; MURAOKA, T.; SILVA, E. C. da.; TRIVELIN, P. C. O.; AMBROSANO, E. J. Manejo da adubação nitrogenada e utilização do nitrogênio (¹⁵N) pelo milho em latossolo vermelho. **Rev. Bras. Ciên. Solo**, 32:161-171, 2008.
- FERNANDES, F. C. S.; BUZETTI, S.; ARF, O.; ANDRADE, J. A. da C. Doses, eficiência e uso de nitrogênio por seis cultivares de milho. **Rev. Bras. de Milho e Sorgo**, v. 4, n. 2, p. 195-204, 2005.
- FERREIRA, M. F. P.; DIAS, V. O.; OLIVEIRA, A.; ALONÇO, A. S.; BAUMHARDT, U. B. Uniformidade de vazão de fertilizantes por dosadores helicoidais em função do nivelamento longitudinal. **Engenharia na Agricultura**, v.18, n.4, p.297-304, 2010.
- FEY, E.; GOBBI, F. C.; FERREIRA, M. R.; RODRIGUES, T. S.; SOUZA, J. H. de; PIVETTA, L. A. Avaliação da distribuição longitudinal de fertilizantes em mecanismo distribuidor helicoidal sob diferentes regulagens e dosagens. In: JORNADA CIENTÍFICA DA UNIOESTE, 3., 2005, Marechal Cândido Rondon. **Anais...** Marechal Cândido Rondon: UNIOESTE, 2005, p1-6.

GOBBI, F. C.; GURGACZ, F.; FIOREZE, S. L.; PIVETTA, L. A.; CASTOLDI, G.; SOUZA, J. H.; PIVETTA, L. A. Avaliação da uniformidade de vazão de fertilizantes em semeadoras adubadoras em função do ângulo de trabalho. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2006, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: UEPG, 2006, p. 1-3.

GOETTEMS, J. M.; FEY, E.; DOS REIS, G. Z.; HOFFMAN, M.; MROZINSKI, C. Distribuição longitudinal de fertilizante em sistemas dosadores helicoidais modificados de semeadoras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 39, 2010, Vitória. **Anais...** Vitória: INCAPER, 2010, p.1-4.

IPNI. Instituto Internacional de Nutrição de Plantas. **Calculadora de remoção de nutrientes**. Disponível em: <<https://www.ipni.net/app/calculator/crop/NN>>. Acesso em: 13/08/2014.

LARA CABEZAS, W.A.R.; TRIVELIN, P.C.O.; KONDÖRFER, G.H. & PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto no Triângulo Mineiro. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 363-376, 2000.

MIRANDA, J.; COSTA, L. M. da.; RUIZ, H. A.; EINLOFT, R. Composição química da solução de solo sob diferentes coberturas vegetais e análise de carbono orgânico solúvel no deflúvio de pequenos cursos de água. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 633-647, 2006 .

NDIAYE, J. P.; YOST, R. S. Influence of fertilizer application nonuniformity on crop response. **Soil Science**, v.148, n.1, p.1-7, 1989a.

NDIAYE, J. P.; YOST, R. S. Corn response to spatial variability of residual potassium. **Soil Science Society of America Journal**, v.53, n.1, p.1872-1878, 1989b.

PAGNUSSAT, L.; ROSA, D. P. da.; SANTOS, C. C. dos.; TONIASO, A. M.; PESINI, F. Eficiência de dosadores helicoidais em função da dosagem na cultura da soja. In: **XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola**, Campo Grande/MS, 2014.

SILVA, M. R.; PECHE FILHO, A.; DANIEL, L. A. Tecnologia em máquinas para semeadura no sistema plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO ALGODÃO, 6., 2007, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: EMBRAPA, 2007, p.1-7.

SNYDER, C.; BRUULSEMA, T.; CASARIN, V.; CHEN, F.; JARAMILLO, R.; JENSEN, T.; MIKKELSEN, R.; NORTON, R.; SATYANARAYANA, T.; TU, S. Global crop intensification lessens greenhouse gas emissions. **Better Crops**, v.94, n.4, p.16-17, 2010.

SOUZA, F. S. de.; FARINELLI, R.; ROSOLEM, C. A. Desenvolvimento radicular do algodoeiro em resposta à localização do fertilizante. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, v.31, n.2, p. 387-392, 2007.