



Doses de dejetos líquidos suínos afetam o crescimento e produtividade da cultura do milho

Pedro Henrique GISCH ¹, Marciel REDIN ^{*1}, Eduardo Lorensi de SOUZA ¹,
Danni Maisa da SILVA ¹, Divanilde GUERRA ¹, Mastrangelo Enivar LANZANOVA ¹,
Robson Evaldo Gehlen BOHRER ¹

¹ Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Três Passos, RS, Brasil.

*E-mail: marcielredin@gmail.com

Submetido em 17/08/2022; Aceito em 23/02/2024; Publicado em: 29/02/2024.

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho do milho cultivado com diferentes doses de dejetos líquidos suínos (DLS), comparado à adubação mineral (NPK) e sem adubação. Foram avaliadas quatro doses de DLS a partir da necessidade da cultura (50%, 100%, 150% e 200%), NPK e sem adubação (testemunha), com cinco repetições para cada tratamento, com delineamento de blocos casualizados em condições de campo. Foram determinadas a produção de matéria seca total (MST), colmos (MSC) e folhas (MSF), os componentes de produtividade comprimento de espigas (CE), número de fileiras de grãos por espiga (NFG), número de grãos por espiga (NGE) e número de espigas por metro quadrado (NEMQ), a produtividade de grãos (PG) e o índice de colheita (IC) do milho. As doses de 100%, 150% e 200% de DLS se equipararam ao NPK, tanto para produção de MST (média 6.077 kg/ha), quanto para MSC (4.000 kg/ha) e MSF (2.076 kg/ha). O milho fertilizado com 50% de DLS apresentou maior NEMQ (23) se comparado à testemunha (19) e não houve diferença significativa entre as doses de DLS e NPK (média 20,9). A dose 200% DLS se equiparou ao tratamento NPK no NGE (média 412), no NFG (12,1) e PG (12.674 kg/ha). As doses de DLS 50, 100 e 150% da recomendada não são equivalentes à adubação NPK, reduzindo, respectivamente, 175, 115 e 114% a PG.

Palavras-chave: *Zea mays*; adubação orgânica; dejetos de animais; eficiência adubação.

Pig slurry doses affect plant growth and corn grain yield

ABSTRACT: The aim was to evaluate the performance of corn grown with different doses of pig slurry (PS), compared to mineral fertilization (NPK) and without fertilization. Four doses of PS were evaluated from the need of the crop (50%, 100%, 150% and 200%), NPK and without fertilization (control), five replications each treatment, with a randomized block design under field conditions. The production of total dry matter (DM), stems (DMS) and leaves (DML), yield components ear length (EL), number of rows of grains per ear (NRGE), number of grains per ear (NGE) and number of ears per square meter (NESM), grain yield (GY) and corn harvest index. The doses of 100%, 150% and 200% of PS were equivalent to NPK, both for DM production (mean 6,077 kg/ha), and for DMS (4,000 kg/ha) and DML (2,076 kg/ha). Corn fertilized with 50% PS showed higher NESM (23) compared to the control (19) and there was no significant difference between the doses of PS and NPK (mean 20.9). The 200% PS dose matched the NPK treatment in NGE (mean 412), NRGE (12.1) and GY (12,674 kg/ha). The PS doses of 50, 100 and 150% of the recommended are not equivalent to NPK fertilization, reducing, respectively, 175, 115 and 114% of GY.

Keywords: *Zea mays*; organic fertilization; animal manure; fertilization efficiency.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é uma cultura da família Poaceae que tem origem na América central (VIEIRA JUNIOR al., 2020). Nas últimas décadas, o milho alcançou o patamar de cultura agrícola com maior volume de produção no mundo, sendo a única a ultrapassar 1 bilhão de toneladas produzidas, além da relevância nos aspectos de segurança alimentar, alimentação humana e animal, é possível produzir uma infinidade de subprodutos com a cultura (CONTINI et al., 2019).

O Brasil é o terceiro maior produtor e exportador mundial de milho, com produtividade de 5.319 kg/ha e área cultivada de 21.661,2 mil hectares na safra 2021/22. Por sua vez, as regiões de maior produção são o Centro-Oeste e Sul

do país, com destaque para os estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás, Paraná e Rio Grande do Sul (CONAB, 2022).

Apesar da elevada produção de milho no país, esta é dependente de vários fatores, incluindo a genética e as condições edafoclimáticas (SOUZA et al., 2020). Em nível de produtores, as condições edáficas são mais passíveis de melhoria, especialmente no manejo da fertilização do solo (COELHO et al., 2011; PEREIRA, DINIZ e REZENDE, 2020).

Os fertilizantes quando aplicados adequadamente conforme as necessidades nutricionais das plantas, podem

resultar em maior lucratividade da produção, visto que o milho é dependente da aplicação de nutrientes (SIMÃO et al., 2018). Entretanto, a fertilização do solo é um fator oneroso em relação aos custos de produção do milho (ARTUZO et al., 2018).

Estudos com diversas fontes de fertilizantes demonstram que quando fornecidos da forma adequada, proporcionam maior produção e geram maior lucratividade ao produtor e, ainda, podem reduzir os impactos ao meio ambiente (CASTRO et al., 2016). Assim, as diferentes regiões do país, apresentam ofertas de fertilizantes distintas, seja pela disponibilidade de determinados nutrientes ou de resíduos industriais e agropecuários, sendo a última de maior importância do ponto de vista da sustentabilidade (CRUZ et al., 2017).

No setor agropecuário os resíduos mais abundantes são, basicamente, dejetos dos animais de sistemas de criação intensiva nas propriedades, os quais, representam uma alternativa promissora de fertilização do solo, principalmente pela logística e alta oferta (METZNER et al., 2017).

Na região noroeste do Rio Grande do Sul os dejetos líquidos de suínos (DLS), têm destaque pela grande quantidade gerada e constituem uma fonte alternativa de adubação aos fertilizantes minerais tradicionais no desenvolvimento da cultura do milho, seja pela presença de nutrientes essenciais como o nitrogênio, fósforo e potássio, micronutrientes e material orgânico, que favorecem o equilíbrio e o aumento da fertilidade do solo (MENEZES et al., 2018). Além disso, com os altos custos da produção, principalmente pelo uso de fertilizantes minerais, a utilização do biofertilizante de origem dos suínos torna-se viável, visto que na atualidade a agricultura busca o aumento da produtividade e a redução de custos (SEIDEL et al., 2010).

No entanto, há estudos com a aplicação de DLS em milho que o uso de doses mais baixas de dejetos não apresenta resultados de desempenho produtivo conforme o esperado para a cultura (CERETTA et al., 2005). Nesse contexto, surge a necessidade de avaliar diferentes doses de DLS na cultura do milho. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho da cultura do milho cultivado com diferentes doses de DLS, comparado à adubação mineral NPK e sem adubação em Latossolo Vermelho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido entre os meses de agosto de 2020 e janeiro de 2021 em condições de campo e sem irrigação no município de Humaitá-RS (Latitude 27°33'S e longitude 53°57'O). A área utilizada possui histórico de cultivo de grãos (soja, trigo e milho) em sistema de plantio direto (SPD) com a aplicação de fertilizantes minerais tradicionais. O clima da região corresponde, segundo a classificação de Köppen, ao tipo Cfa, temperado úmido, com verão quente. A temperatura média anual é de 19°C. A figura 1 apresenta os dados de precipitação, temperatura média do ar e radiação solar durante o período do experimento. O solo da região do experimento é caracterizado como Latossolo Vermelho Distroférico (SANTOS et al., 2018). No início do experimento foi realizada coleta de amostras de solo para a caracterização das propriedades químicas e físicas do solo (Tabela 1).

O delineamento experimental utilizado foi em Blocos Casualizados (DBC) com cinco repetições em parcelas de 10m², sendo as fontes de fertilizantes um adubo mineral

formulado NPK e DLS em quatro níveis de doses, sendo 50%, 100%, 150% e 200% de acordo com as necessidades da cultura, além disso, foi utilizado um tratamento controle, sem adubação (Testemunha).

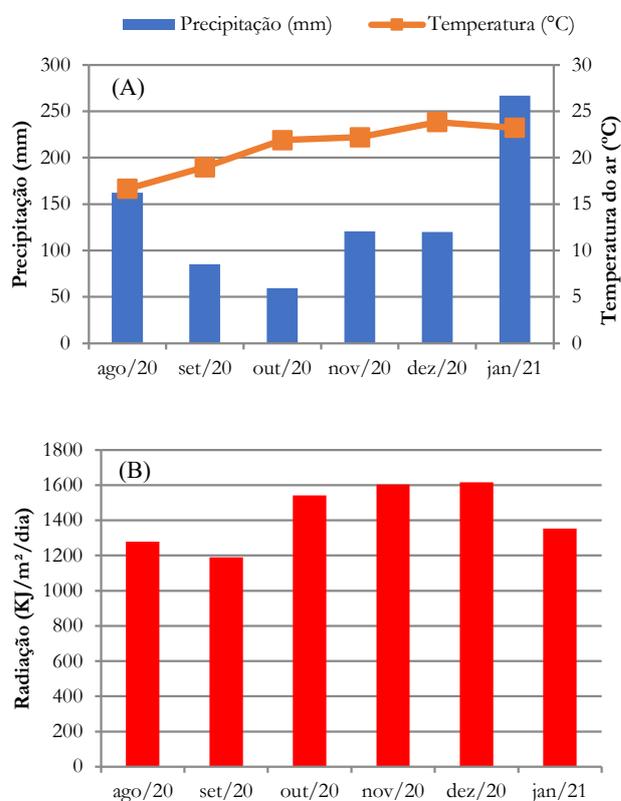


Figura 1. Precipitação e temperatura média do ar (A), e radiação solar (B) durante os dois anos experimentais. Fonte: INMET, estação meteorológica de Santo Augusto – RS/Brasil.

Figure 1. Rainfall, and mean air temperature (A) and solar radiation (B) during the two-year experimental. Source: INMET, weather station of Santo Augusto – RS/Brazil.

Tabela 1. Propriedades químicas e físicas do solo do local do experimento.

Table 1. Chemical and physical properties of the soil at the experiment site.

pH*	MOS	V	ARG	P	K	S	Mg	Ca
		%		mg/dm				Cmol/dm
5,2	3,8	48,91	59	3,4	133	9,9	1,5	4

*pH: Potencial de hidrogênio; MOS: Matéria orgânica do solo; V: Saturação por bases; ARG: Argila; P: Fósforo; K: Potássio; S: Enxofre; Mg: Magnésio; Ca: Cálcio.

A adubação da cultura do milho foi realizada conforme as necessidades e estabelecidas de acordo com o Manual de Calagem e Adubação para estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (CQFRS/SC 2016), atendendo uma expectativa de rendimento de grãos de 12 Mg/ha. As doses de 50, 100, 150 e 200% de DLS foram estabelecidas com base na necessidade de nitrogênio, o qual é o de maior quantidade nos dejetos e mais responsivo para a cultura do milho. Essas doses representam 25, 50, 75 e 100 m³/ha, respectivamente. O DLS utilizado no experimento foi proveniente de criações de suínos em fase de terminação.

A implantação do experimento ocorreu em agosto de 2020, de acordo com o zoneamento agrícola de risco

climático (ZARC), em sistema de plantio direto, com definição, fixação, disposição das parcelas e semeadura de forma mecanizada com trator, semeadora e adubadora de precisão. A cultivar de milho avaliada foi a DKB 230 PRO3®. Para a semeadura foi utilizado o espaçamento de 45 cm entre linhas e densidade de plantio de 80.000 plantas/ha. A aplicação do fertilizante no tratamento com NPK foi realizada no momento de semeadura em linha com uma mistura de fosfato diamônico (DAP) e cloreto de potássio. A aplicação da adubação em cobertura do fertilizante nitrogenado (ureia) foi feita de forma manual e uniformemente a lanço parcelado em duas partes iguais, sendo a primeira em estágio fisiológico V4 e a segunda em V8, em condições edafoclimáticas favoráveis sendo, umidade relativa do ar maior que 60% e solo em ponto de friabilidade. Nos tratamentos com fertilização de DLS, este foi aplicado em duas doses iguais, sendo uma na linha de semeadura, e posteriormente, em cobertura uniformemente a lanço e sem incorporação nos mesmos estádios fenológicos da aplicação do tratamento NPK. O tratamento controle (testemunha) não recebeu nenhum tipo de fertilizante.

A determinação da produção de matéria seca das plantas de milho foi realizada no estágio de maturidade fisiológica, separando-se colmos e folhas. Para tal, foram coletadas plantas de três linhas centrais da parcela de um metro cada, posteriormente secas no ambiente até atingirem massa constante. A produtividade de grãos foi determinada no estágio fenológico de maturação fisiológica plena, R6. Para esta avaliação, foram colhidas as espigas das plantas de três linhas de semeadura de um metro de comprimento cada. Foram determinados os componentes de produtividade comprimento de espiga, número de fileiras por espiga, número de grãos por espiga e número de espigas por metro quadrado. Posteriormente, os grãos foram separados das espigas, secos até 13% de umidade e pesados para a determinação da produtividade de grãos. Também foi determinado o índice de colheita através da relação entre produção de matéria seca total da parte aérea e a produtividade de grãos.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando significativo, análise complementar através do teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro com o auxílio do software Sisvar 5.8 (FERREIRA, 2019).

3. RESULTADOS

O milho adubado com as doses de 100%, 150% e 200% de DLS se equiparou ao tratamento NPK, tanto para produção de matéria seca total, quanto para folhas e colmos

(Figura 2). A aplicação das doses de DLS proporcionou maior acúmulo de matéria seca total em comparação com a testemunha (sem adubação). A menor dose de DLS (50%) não apresentou diferença significativa em relação a testemunha para a produção de matéria seca de folhas e colmos, do mesmo modo que foi inferior aos demais tratamentos.

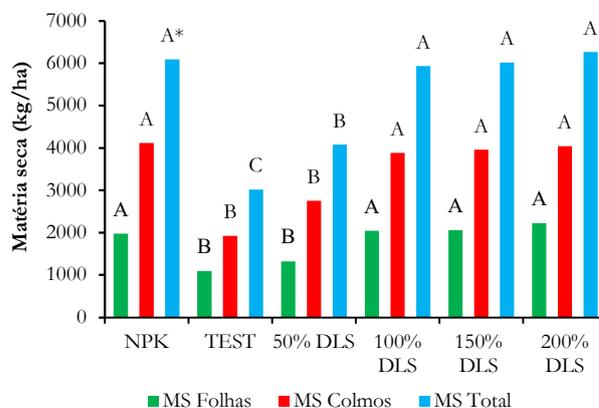


Figura 2. Produtividade de matéria seca de milho submetido a diferentes doses de DLS, NPK e sem adubação. *Barras seguidas por letras iguais individualmente para produção de matéria seca de folhas, colmos e total, não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%. Figure 2. Dry matter yield of maize submitted to different doses of DLS, NPK and without fertilization. *Bars followed by the same letters individually to produce dry matter of leaves, stems and total, do not differ from each other by the Tukey test 5%.

A análise dos dados demonstrou que houve diferenças significativas nos componentes de produtividade do milho (Tabela 2). O milho fertilizado com dose de 50% de DLS apresentou maior número de espigas por metro quadrado se comparado à testemunha (35% superior), enquanto não houve diferença significativa das doses de DLS e NPK para esta variável. As médias variaram entre 6,3 para a testemunha e 8,5 para a dose de 50% de DLS. A dose de 50% de DLS, porém, apresentou o menor comprimento de espigas (14,4 cm), sendo estatisticamente inferior ao tratamento com adubação NPK (17,1 cm). As demais doses de DLS (100, 150 e 200%) foram iguais entre si e se equipararam com a adubação NPK. O tratamento adubado com 200% da dose de DLS se igualou ao tratamento NPK no número de fileiras de grãos por espiga (média 12,7 cm), sendo significativamente superior às demais doses de DLS e a testemunha.

Tabela 2. Componentes de produtividade de milho submetido a diferentes doses de DLS, NPK e sem adubação. Table 2. Yield components of maize submitted to different doses of DLS, NPK and without fertilization.

Tratamentos	Espigas/m ²	CE (cm)	FGE	GE
Testemunha	6,3 B*	15,6 AB	11,3 B	301 C
50% DLS	8,5 A	14,4 B	10,7 B	311 C
100% DLS	7,3 AB	14,8 AB	11,2 B	326 BC
150% DLS	7,7 AB	14,9 AB	11,3 B	334 BC
200% DLS	7,3 AB	16,1 AB	12,7 A	397 AB
NPK	7,8 AB	17,1 A	11,6 AB	427 A
CV (%)	12,34	7,54	4,94	12,05

*Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%. CE: Comprimento de espigas. FGE: Fileiras de grãos por espiga. GE: Grãos por espiga.

O número de grãos por espiga apresentou maior variação entre os tratamentos. A dose 200% DLS foi estatisticamente igual ao tratamento NPK, enquanto os tratamentos testemunha e 50% de DLS foram significativamente inferiores ao milho adubado com NPK e com 200% da dose de DLS. As doses de 100, 150 e 200% de DLS resultaram nas produtividades de milho de 11.437, 11.489 e 12.215 kg/ha, respectivamente, estatisticamente iguais entre si (Figura 3.)

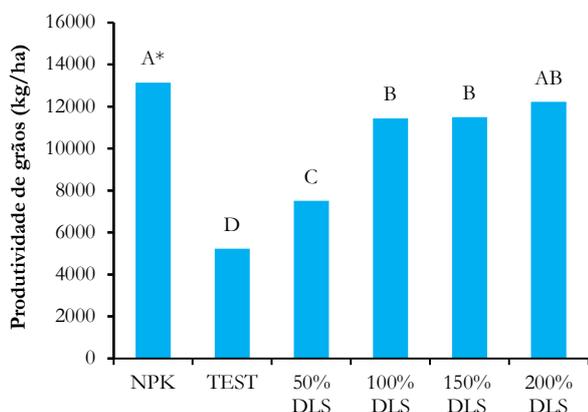


Figura 3. Produtividade de grãos de milho com diferentes doses de DLS, e NPK e sem adubação. *Barras seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Figure 3. Yield of corn grains with different doses of DLS, and NPK and without fertilization. *Bars followed by the same letters do not differ from each other by the Tukey test 5%.

A dose de 200% de DLS foi estatisticamente igual ao tratamento NPK que produziu 13.133 kg/ha. A aplicação de adubos, independentemente da fonte (DLS ou NPK) resultou em incremento da produtividade do milho, comparado ao tratamento sem aplicação de fertilizantes (testemunha). No entanto, a dose de 50% de DLS foi significativamente inferior às demais doses de DLS testadas, produzindo somente 7.504 kg/ha de grãos de milho. O índice de colheita do milho, relação entre a produção de grãos e palha é apresentado na Figura 4.

Não houve diferença significativa no índice de colheita do milho com diferentes fontes e doses de adubação. Os valores variaram entre 0,47 (NPK) e 0,58 (testemunha).

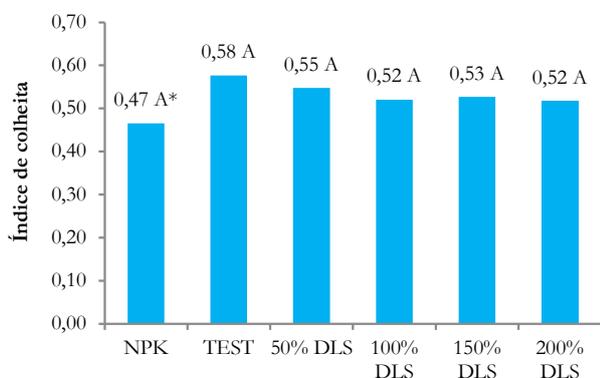


Figura 4. Índice de colheita de milho submetido a diferentes doses de DLS, e NPK e sem adubação. *Barras seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Figure 4. Corn harvest index submitted to different doses of DLS, and NPK and without fertilization. *Bars followed by the same letters do not differ from each other by the Tukey 5% test.

4. DISCUSSÃO

Os resultados demonstram que as adubações com NPK e as doses de DLS de 100%, 150% e 200% proporcionam maiores acúmulos de matéria seca da parte aérea de milho. Isso indica que o milho responde positivamente a aplicação de nutrientes, independentemente da fonte utilizada (SILVA et al., 2014). No entanto, a dose de 100% de DLS já se mostrou eficiente para essa variável, ou seja, o uso de doses maiores não incrementa na produção de matéria seca da cultura. Portanto, os resultados possibilitam inferir que a dose recomendada, levando em conta somente a produção de matéria seca pelas plantas, está de acordo com a especificação do manual de calagem e adubação dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.

Respostas positivas de produtividade de matéria seca de plantas são importantes do ponto de vista de cobertura de solo (MAKINO, CECCON, FACHINELLI, 2019) e para a produção de milho destinado à silagem para alimentação animal (SILVEIRA et al., 2019), sendo que nos dois casos se busca maior quantidade de biomassa da cultura. Em trabalho realizado por Ceretta et al. (2005) sobre a eficiência de uso de nutrientes aplicados via DLS à nutrição de plantas, mostraram que a máxima eficiência técnica para produção de matéria seca foi obtida com 86m³/ha, embora se deve considerar que os incrementos foram menores a partir da dose de 40m³/ha.

Segundo Menezes et al. (2017) é interessante do ponto de vista de otimização da adubação e sustentabilidade da produção devido ao menor custo no emprego de adubação e manutenção do potencial de crescimento das plantas. Deve-se destacar também que a dose de DLS (100%) se equiparou à aplicação de fertilizante mineral NPK na produção de matéria seca, ou seja, há a possibilidade de substituição total da fonte mineral pela orgânica para o acúmulo de matéria seca em plantas de milho.

Segundo estudo de Moreira et al. (2015) que avaliaram características morfológicas, produção de biomassa e teores de nutrientes foliares do milho e do milheto irrigados e adubados com biofertilizante suíno, os valores obtidos para massa seca total de plantas, as maiores doses de biofertilizante suíno foram semelhantes às obtidas com adubação mineral, estando de acordo com o observado em nosso estudo. Por outro lado, o milho adubado com a dose de 50% de DLS, apesar de apresentar maior acúmulo de matéria seca total se comparado à testemunha, não mostrou diferença nos parâmetros matéria seca de folhas e colmos, sendo, portanto, insuficiente nestas condições.

Na análise dos componentes de produtividade do milho, nota-se que a menor dose de DLS (50%) proporcionou maior número de espigas por metro quadrado se comparado à testemunha, no entanto, não diferindo significativamente para as demais doses de DLS e NPK. Segundo Seidel et al. (2010), que ao avaliar doses de DLS em comparação com a adubação mineral, obtendo resultados similares ao presente trabalho, para produtividade de milho, as diferentes doses de DLS utilizadas na adubação de base, quando comparadas à adubação química (NPK), não diferiram entre si estatisticamente, demonstrando a eficiência dos detritos como biofertilizantes.

O número de fileiras de grãos por espiga de milho foi maior quando aplicado o dobro da dose recomendada de DLS, se comparado à testemunha e demais doses, se

equiparando a adubação NPK. Convergindo com os resultados apresentados por Dal Moro et al. (2010), que em seu trabalho sobre a aplicação de diferentes doses de DLS na produtividade do milho, obteve aumento nos valores de número de linha por espiga nas maiores doses avaliadas. A dose 50% de DLS proporcionou menor tamanho de espigas de milho se comparado à adubação com NPK. Esse resultado pode estar relacionado à menor disponibilidade de nutrientes fornecidos às plantas de milho, o que pode ter favorecido a emissão de maior número de espigas, porém em menor tamanho, número de fileiras, e consequentemente, resultando em menor produtividade de grãos. Alguns autores encontraram resultados variáveis em relação ao comprimento de espigas de milho. Por exemplo, Camara et al. (2016) observaram que doses crescentes de adubação nitrogenada influenciam positivamente no comprimento de espigas de milho. Já Freire et al. (2010), constataram que os aumentos na produtividade de espigas do seu estudo não ocorreu devido aos aumentos do número de espigas por área e do comprimento destas que não foram afetados pela adubação nitrogenada, mas sim, pelo aumento do diâmetro e peso médio de espigas que foi influenciado por doses crescentes de nitrogênio. No entanto, as doses de 100, 150 e 200% de DLS se equipararam a adubação mineral para essa variável, mostrando a importância do emprego das adubações no milho.

A adubação com NPK resultou em maior número de grãos por espiga de milho, 42% superior se comparado à testemunha e foi superior às doses de 50, 100 e 150% de DLS, no entanto, se equiparou a dose de 200%. Moraes et al. (2014) em experimento com doses de DLS em comparação com NPK no milho, concluíram que os tratamentos com a adubação mineral e as doses de DLS a partir de 25 m³/ha não diferiram entre si e, foram superiores a testemunha sem adubação no número de grãos por espiga. Neste mesmo estudo, verificou-se que o comprimento de espiga foi alterado com o incremento de doses de DLS revelando aumento quadrático, sendo que as doses 50, 75 e 100 m³/ha foram significativamente superior as demais doses, além disso, a dose de 100 m³/ha proporcionou maior comprimento de espiga em relação à adubação mineral.

Em relação à produtividade de grãos, o milho com 200% da dose de DLS se equiparou ao NPK, no entanto, as demais doses apresentaram resultados inferiores a adubação mineral, o que indica que doses mais elevadas de DLS àquelas recomendadas no manual de adubação e calagem para os estados do RS e SC podem substituir a fertilização tradicional mineral na cultura do milho. Scherer (2011) constatou incrementos no rendimento de milho em função das doses de DLS, reiterando o valor desse resíduo orgânico como adubo, na substituição parcial ou total, frente ao adubo mineral. Cassol et al. (2012), em experimento conduzido sob sistema plantio direto com cultivo de milho no verão e cobertura de aveia preta no inverno, testando a adubação mineral segundo recomendações técnicas, e a aplicação de doses de DLS até 200 m³/ha/ano, concluíram que a substituição da adubação mineral por DLS acarretou produtividades de milho equivalentes ou superiores ao uso de adubação mineral, evidenciando a efetividade dos DLS como fornecedores de nutrientes para as plantas.

Um fator que se deve destacar em relação à resposta positiva de altas dosagens de dejetos suínos para a produção de milho neste estudo é que a quantidade de fósforo aplicada

nas doses menores, sendo não suficiente para a expectativa de rendimento descrita, sabendo-se que a quantidade de DLS foi regulada de acordo com a necessidade de nitrogênio. Ao observar a tabela 1, nota-se que o teor de P no solo esteve muito baixo antes da aplicação dos fertilizantes, portanto, o fornecimento deste nutriente foi insuficiente através das doses menores do dejetos, o que pode ter ocasionado a limitação da produtividade final da cultura.

A ausência de adubação (testemunha) e dose baixa de DLS (50%) causa redução drástica na produtividade de grãos, 251 e 175%, respectivamente, se comparados ao milho adubado com NPK. Isso se torna problemático do ponto de vista econômico, pois com a menor produção, diminui-se a lucratividade da atividade e ocasiona redução parcial na fertilidade do solo (CUMBA et al., 2019).

Por outro lado, usando-se doses de 100 e 150% de DLS também se obteve produtividades inferiores de grãos de milho na comparação com adubação NPK, 115 e 114%, respectivamente. Assim, os resultados do presente estudo confirmam a hipótese inicial, mostrando claramente que, por vezes, o uso da dose de DLS aplicado de acordo com a recomendação técnica, não apresenta resultados de desempenho produtivo conforme o esperado para a cultura. Cabe ressaltar que estudos de longo prazo demonstram que o uso de doses altas e sucessivas de DLS têm sido problemáticas do ponto de vista da qualidade ambiental, pois pode ocorrer a perda de nutrientes em excesso por lixiviação e escoamento superficial, causando contaminação de recursos hídricos (BOLZANI et al., 2022), também pode ocorrer o acúmulo excessivo de metais pesados presentes nos dejetos no solo, ocasionando toxidez de organismos e sendo fator de bioacumulação (MATSUOKA et al., 2019). Portanto, tratando-se de aplicações sucessivas de DLS no decorrer do tempo, deve-se avaliar periodicamente as características químicas do solo e perdas de nutrientes para a manutenção da qualidade ambiental do agroecossistema.

Por fim, os resultados também indicam que não houve diferença no índice de colheita. De acordo com Veloso et al. (2009) o índice de colheita é um parâmetro que está estreitamente correlacionado com a interação entre o genótipo e o ambiente, portanto, os valores obtidos em um determinado local não podem ser extrapolados para outras regiões. Este índice, para o milho, possui variação, sendo o valor de 0,4 considerado satisfatório para a obtenção de altas produtividades. Além disso, o índice de colheita apresenta alta correlação com o potencial produtivo do genótipo utilizado. De acordo com Rossum et al. (1993), o aporte de adubação, especialmente nitrogenada, favorece o crescimento vegetativo do milho, consequentemente reduzindo o índice de colheita da cultura, uma vez que, a produção total de matéria seca elevada, nem sempre possui correlação positiva com a produtividade de grãos.

5. CONCLUSÕES

O uso de adubações, seja formulado NPK ou DLS na cultura do milho aumenta a produtividade grãos, em média de 251% em relação ao cultivo sem adubação.

O uso das adubações NPK, 100, 150 e 200% da dose de DLS recomendada ocasiona aumento no acúmulo de matéria seca da parte aérea do milho. O número de fileiras e de grãos por espiga é maior quando aplicado o dobro da dose de DLS, se equiparando ao uso de NPK.

As doses de DLS 50, 100 e 150% da recomendada não são equivalentes à adubação NPK, reduzindo 175, 115 e 114%, respectivamente a produtividade de grãos de milho, enquanto a dose de 200% é equivalente ao uso de adubo mineral formulado.

6. REFERÊNCIAS

- ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; SOUZA, Â. R. L. D.; SILVA, L. X. D. Gestão de custos na produção de milho e soja. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 20, p. 273-294, 2018. <https://doi.org/10.7819/rbgn.v20i2.3192>
- BOLZANI, H. R.; KANIGOSKI, I. D.; OLVEIRA, D. L. A.; POMPEI, C. M. E. Dinâmica de íons em Nitossolo e Argissolo e lixiviados sob aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, e46811427509, 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27509>
- CAMARA, F. T.; GONDIM, H. T.; MOTA, A. M. D.; NICOLAU, F. E. de A.; BRITO, L. L. M.; MÁXIMO, P. J. M.; SILVA, J. M. da F. Produtividade de milho verde em função do manejo da adubação na região do Cariri cearense. **Revista Cultivando o Saber**, v. 9, n. 4, p. 412-425, 2016.
- CASSOL, P. C.; COSTA, A. C.; CIPRANDI, O.; PANDOLFO, C. M.; ERNANI, P. R. Disponibilidade de macronutrientes e rendimento de milho em latossolo fertilizado com dejetos suíno. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, p. 1911-1923, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832012000600025>
- CASTRO, B. F.; SANTOS, L. G. dos; BRITO, C. F.; FONSECA, V. A.; BEBÉ, F. V. Produção de rabanete em função da adubação potássica e com diferentes fontes de nitrogênio. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 3, p. 341-348, 2016. <https://doi.org/10.19084/RCA15131>
- CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; PAVINATO, P. S.; TRENTIN, E. E.; GIROTTI, E. Produtividade de grãos de milho, produção de matéria seca e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio na rotação de aveia preta/milho/nabo forrageiro com aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Ciência Rural**, v. 35, p. 1287-1295, 2005. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000600010>
- COELHO, A. M.; RESENDE, A. V.; SANTOS, F. C. **Exigências nutricionais e adubação**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2011. 10p. (Circular Técnica, 111)
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS-NRS, 2016. 101p.
- CONAB_Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.8, safra 2021/22, n.12, nono levantamento, Brasília, p. 1-99, junho 2022. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/>> Acesso em: 10 set. 2022.
- CONTINI, E.; MOTA, M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R.; SILVA, A.; MENDES, S. **Milho: caracterização e desafios tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2019. 45p. (Desafios do Agronegócio Brasileiro, 2)
- CRUZ, A. C.; PEREIRA, F. S.; FIGUEIREDO, V. S. Fertilizantes organominerais de resíduos do agronegócio: avaliação do potencial econômico brasileiro. **BNDS Setorial** 45, p. 137-187, 2017.
- CUMBA, A. A.; HODELA, G. J.; MARQUES, K. M. D. G. M.; TÊPULO, M. A. H. A. Avaliação da produtividade de milho (*Zea mays*) em diferentes fertilizantes. **Fundador e Editor**, p. 21-31, 2019.
- DAL MORO, H. G.; MOREIRA, G. C.; SONCELA, A. S. Efeito da aplicação com dejetos líquidos de suíno na cultura do milho. **Revista Cultivando o Saber**, v. 3, n. 4, p. 154-166, 2010.
- FERREIRA D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 1, p. 529-535, 2019. <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>
- FREIRE, F. M.; VIANA, M. C. M.; MASCARENHAS, M. H. T.; PEDROSA, M. W.; COELHO, A. M.; ANDRADE, C. D. L. T. de. Produtividade econômica e componentes da produção de espigas verdes de milho em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 9, n. 3 p. 213-222, 2010. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v9n3p213-222>
- MAKINO, P. A.; CECCON, G.; FACHINELLI, R. Produtividade e teor de nutrientes em populações de milho safrinha solteiro e consorciado com braquiária. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 2, p. 206-220, 2019. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v18n2p206-220>
- MATSUOKA, M.; CARON, C.; ROSA, J. R. P.; SCHALLEMBERGER, J. B.; GOMES, C. N.; da Ros, C. O. Impacto da aplicação de dejetos líquidos de suínos na qualidade de solos do oeste catarinense. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 1, p. 540-562, 2019.
- MENEZES, J. F. S.; BERTI, M. P. S.; VIEIRA JÚNIOR, V. D. V.; RIBEIRO, R. de L.; BERTI, C. L. F. Extração e exportação de nitrogênio, fósforo e potássio pelo milho adubado com dejetos de suínos. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 5, n. 3, p. 55-59, 2018. <https://doi.org/10.32404/rean.v5i3.1645>
- MENEZES, J. F.; SILVA, M. P. D.; CAETANO, J. O.; CANTÃO, V. C.; BENITES, V. D. M. Maize yield after long-term application of pig slurry. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, p. 686-690, 2017. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n10p686-690>
- METZNER, C. M.; SCHMIDT, A. O.; BERTOLINI, G. R. F. Variable influence in pricing poultry litters in Brazil. **Custos e Agronegócio On Line**, v. 13, n. 1, p. 379-396, 2017.
- MORAES, M. T. de; ARNUTI, F.; SILVA, V. R.; SILVA, R. F.; BASSO, C. J.; ROS, C. O. da. Dejetos líquidos de suínos como alternativa a adubação mineral na cultura do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 2945-2954, 2014. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n6p2945>
- MOREIRA, E. D. S.; FERNANDES, L. A.; COLEN, F.; CRUZ, L. R. Características agrônômicas e produtividade de milho e milheto para silagem adubados com biofertilizante suíno sob irrigação. **Boletim de Indústria Animal**, v. 72, n. 3, p. 185-192, 2015.
- PEREIRA, B. D. O. H.; DINIZ, D. A.; REZENDE, C. F. A. Adubação organomineral e mineral no desempenho agrônômico do milho e alterações químicas do

- solo. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 58694-58706, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-325>
- ROSSUM, D. V.; MUYOTCHA, A.; VAN VERSEVELD, H. W.; STOUTHAMER, A. H.; BOOGERD, F. C. Effects of *Bradyrhizobium strain* and host genotype, nodule dry weight and leaf area on groundnut (*Arachis astigiata* ssp. *fastigiata*) yield. **Plant and Soil**, n. 154, p. 279-288, 1993. <https://doi.org/10.1007/BF00012533>
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A.; LUMBREERAS, J. F.; COELHO, M. R.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356p.
- SCHERER, E. E. Efeito de fontes orgânicas e mineral de nitrogênio sobre produção de milho e propriedades químicas do solo sob sistema plantio direto. **Agropecuária Catarinense**, v. 24, n. 1, p. 71-76, 2011.
- SEIDEL, E. P.; GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; VANIN, J. P.; STREY, L.; SCHWANTES, D.; NACKE, H. Aplicação de dejetos de suínos na cultura do milho cultivado em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum Technology**, v. 32, n. 2, p. 113-117, 2010. <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v32i2.5312>
- SILVA, A. D. A.; LANA, Â. M.; LANA, R. M.; COSTA, A. M. Fertilização com dejetos suínos: influência nas características bromatológicas da *Brachiaria decumbens* e alterações no solo. **Engenharia Agrícola**, v. 35, p. 254-265, 2015. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n2p254-265/2015>
- SILVEIRA, H. T. N.; GAI, V. F.; ZANATTA, F. S.; CANTÚ, J. G.; ARAUJO, L. R. V. de; LIMA, G. B. de; PASSOS, F. D. A.; JUNIOR, E. O. C. Avaliação de híbridos de milho para silagem. **Revista Cultivando o Saber**, p. 23-35, 2019.
- SIMÃO, E. de P.; RESENDE, Á. V. de; GONTIJO NETO, M. M.; BORGHI, E.; VANIN, Á. Resposta do milho safrinha à adubação em duas épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 1, p. 76-90, 2018. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v17n1p76-90>
- SOUZA, W. C. L. de; SILVA, L. E. B.; LIMA, L. L. C.; BRITO, D. R. Aspectos comparativos entre milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* L.): diferenças e semelhanças. **Diversitas Journal**, v. 5, n. 4, p. 2337-2357, 2020. <https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v5i4-891>
- VELOSO, M. E. D. C.; DUARTE, S. N.; NETO, D. D.; DA SILVA, E. C.; PEREIRA, C. R. Teor de nitrogênio, índices de área foliar e de colheita, no milho, em função da adubação nitrogenada, em solo de várzea. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 1, p. 13-25, 2009.
- VIEIRA JÚNIOR, C. M.; SANTOS, H. da S.; SANTOS, S. T. O. dos; SILVA, S. P. R. da. Aproveitamento energético a partir da gaseificação de resíduos do cultivo de milho (*Zea mays*) após três anos em estoque. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, e331101522672, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i15.22672>

Agradecimentos: À Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS pelo apoio institucional.

Contribuição dos autores: P.H.G.: Conceitualização, metodologia, coleta de dados, redação do esboço original do artigo. M.R.: Conceitualização, metodologia, supervisão do estudo, validação, revisão e edição. E.L.D.S.: Metodologia, análise estatística. D.M.D.S.: Validação, metodologia, revisão e edição. D.G.: Análise estatística, revisão e edição. M.E.L.: Validação, revisão e edição. R.E.G.B.: Revisão e edição. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Financiamento: O estudo não contou com financiamento.

Disponibilização de dados: Os dados do estudo poderão ser obtidos mediante solicitação ao autor correspondente via e-mail.

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflito de interesses. As entidades de apoio não tiveram qualquer papel na concepção do estudo; na coleta, análise ou interpretação de dados; na redação do manuscrito ou na decisão de publicação dos resultados.