

DOSAGEM IDEAL DE VINHAÇA PARA O CULTIVO DE MILHO EM SOLO DE TEXTURA ARENOSA

Antonio Nolla¹, Eduardo Jamir Paes Vila¹, João Henrique Castaldo¹, Thaynara Garcez da Silva¹, Adriely Vechiato Bordin¹

¹ Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agronômicas, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR. E-mail: anolla@uem.br; ejpvila@gmail.com; jhcastaldo@bol.com.br, thaynaragarceztg@gmail.com, adrielyvechiato@hotmail.com

Resumo: A racionalização do processo produtivo é fundamental para promover a lucratividade da lavoura. Desta maneira, a utilização de resíduos agroindustriais pode ser alternativa para a fertilização das culturas de interesse comercial. Para o milho, a utilização de vinhaça como adubo deve ser testada para estabelecer o máximo potencial produtivo em solos de textura arenosa. Objetivou-se avaliar o desenvolvimento do milho submetido à aplicação de doses crescentes de vinhaça, com vistas a estabelecer critérios e dosagem ideal para milho cultivado em solo de textura arenosa. Cultivou-se *Zea mays* por 45 dias em colunas de PVC, preenchidas por um Latossolo Vermelho distrófico psamítico. aplicação superficial de vinhaça nas doses equivalentes a 0, 100, 200, 400 e 800 m³ ha⁻¹ num DBC com 4 repetições. Na colheita, o milho foi cortado rente ao solo, determinando-se o a matéria seca e fresca da parte aérea e do sistema radicular e altura e diâmetro do caule das plantas de milho. O uso de vinhaça como adubo orgânico aumentou o crescimento de milho. O melhor desenvolvimento dos do milho híbrido IPR119 foram atingidos utilizando doses entre 481 e 589 m³ ha⁻¹, sendo em média a dose ideal caracterizada em 526 m³ha⁻¹.

Palavra-chave: *Zea mays*, critérios para adubação, *Zea mays*, Latossolo

IDEAL VINASSE DOSAGE FOR CORN CULTIVATION IN A SANDY SOIL

Abstract: The rationalization of the productive process is fundamental to promote the profitability of the crop. In this way, the use of agro-industrial residues can be an alternative for the fertilization of crops of commercial interest. For corn, the use of vinasse as a fertilizer must be tested to establish the maximum productive potential in sandy soils. The objective was to evaluate the development of maize subjected to the application of increasing doses of vinasse, with a view to establishing criteria and ideal dosage for maize cultivated in soil with a sandy texture. *Zea mays* was cultivated for 45 days in PVC columns filled with a psamitic dystrophic Red Oxisol. surface application of vinasse at doses equivalent to 0, 100, 200, 400 and 800 m³ ha⁻¹ in a DBC with 4 replications. At harvest, the corn was cut close to the ground, determining the dry and fresh matter of the aerial part and root system and the height and diameter of the stem of the corn plants. The use of vinasse as an organic fertilizer increased corn growth. The best development of hybrid maize IPR119 was achieved using doses between 481 and 589 m³ ha⁻¹, with an average ideal dose characterized at 526 m³ha⁻¹.

Key Words: *Zea mays*, fertilization criteria, *Zea mays*, Latosol

O interesse pelo cultivo de culturas comerciais em áreas de solo de textura arenosa vem se expandindo, vista à ampliação da agricultura brasileira. No entanto, estes solos são caracterizados tipicamente pela elevada acidez, baixa concentração de nutrientes e pelo baixo potencial produtivo devido às suas características granulométricas (Nolla e Anghinoni, 2004). O cultivo do solo nessas condições é dificultado sendo indispensável à utilização de fertilizantes químicos ou orgânicos para obtenção de altos rendimentos em lavouras comerciais como o milho. De acordo com Korndofer & Anderson (1997), a utilização de resíduos da indústria sucroalcooleira como a vinhaça, em áreas de cultivo, favorece a obtenção de altos rendimentos em lavouras comerciais, bem como na ascensão da fertilidade destes solos. A vinhaça é um resíduo da agroindústria canavieira por ser um efluente altamente poluidor e apresentar-se em grande volume, dificultando seu transporte e eliminação. É um produto resultante da destilação e fermentação da cana de açúcar no processo de fabricação de álcool, resultando na proporção entre 10 e 18 litros de álcool produzido e sua composição varia em função da natureza da matéria prima e intensidade, tipo e operações de destilação (Buzolin, 1997).

Basso et al. (2013) e Silva et al. (2016), trabalhando com doses crescentes de vinhaça no desenvolvimento da cultura do milho concluíram que a fertilização orgânica promoveu aumento no desenvolvimento e produtividade. Por sua vez, Pereira et al. (1992), em um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, observou melhor desenvolvimento e acúmulo de massa seca e verde da parte aérea da planta de milho, quando adicionados 400 m³ ha⁻¹ de vinhaça. A vinhaça, apesar de potencial fertilizante quanto à sua utilização na cana-de-açúcar, tem sua aplicação condicionada a fatores importantes como o tipo de solo, teor de argila, CTC, teor de potássio. Sem uma análise conjunta destes fatores, é difícil o correto controle da dosagem adequada a ser aplicada em determinada área, de forma a garantir a máxima eficiência econômica sem gerar contaminação ao meio ambiente.

Apesar da literatura existente quanto à utilização de resíduos da indústria sucroalcooleira em culturas como o milho, é necessário o desenvolvimento de estudos capazes de estabelecer critérios e dosagens da vinhaça a ser aplicada em condições de solos arenosos.

Assim objetivou-se estudar o desenvolvimento do milho submetido à aplicação de doses crescentes de vinhaça, com vistas a estabelecer critérios e dosagem ideal deste resíduo para um Latossolo Vermelho distrófico psamítico arenoso.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Universidade Estadual de Maringá (UEM), campus Regional de Umuarama (CAU), utilizando-se como base experimental um Latossolo Vermelho distrófico psamítico (LVd) de textura arenosa sob mata natural, coletado na camada de 0 - 20 cm, cujos atributos químicos e físicos originais estão descritos na Tabela 1. O solo foi peneirado, seco e acondicionando cerca de 3 kg em colunas de PVC (20 x 15 centímetros), onde posteriormente foi semeado milho (híbrido duplo IPR119) permanecendo 2 plantas por vaso após o desbaste. Após a emergência das plântulas de milho, aplicou-se os tratamentos que consistiram da aplicação superficial de vinhaça nas doses equivalentes a 0, 100, 200, 400 e 800 m³ ha⁻¹. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições.

TABELA 1: Caracterização química da camada de 0-20 cm de um Latossolo Vermelho distrófico psamítico sob campo natural.

pH	Al	Ca	Mg	K	P	V	m	Argila
CaCl ₂	-----cmol _c dm ⁻³ -----			mg dm ⁻³		-----%-----		
4,9	0,25	1,47	0,73	76,2	4,2	34,33	9,47	10

O milho foi cultivado por 45 dias, mantendo-se a umidade próxima à capacidade de campo. Durante a condução do experimento, aplicou-se nitrogênio na dosagem de 90 kg ha⁻¹ de N , aplicando-se sulfato de amônio em duas parcelas (50% cada uma). Na colheita, as plantas de milho foram cortadas rente ao solo, determinando o diâmetro do caule (região do coleto) altura das plantas, massa de matéria verde e seca das partes aérea e radicular.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo software SISVAR e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As equações que relacionam a performance das plantas de milho e adição de vinhaça apresentaram significância para todos os parâmetros avaliados, com alto ajuste para o modelo de regressão quadrático ($R^2 > 0,77$). Esses resultados indicam que a aplicação de vinhaça como adubo orgânico contribuiu para o incremento no desenvolvimento das plantas de milho (Tabela 2), concordando com Imthurn et al. (2008). No entanto, nos tratamentos onde aplicou-se a maior dose do fertilizante ($800 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), as plantas apresentaram redução significativa de performance. Provavelmente isto ocorreu devido a um desequilíbrio nutricional, salinidade ou toxicidade de nutrientes como potássio ou sódio (Brito et al., 2005).

TABELA 2: Equações de regressão (e sua significância) relacionando parâmetros de plantas de milho e doses de vinhaça

Parâmetro de planta	Equação	Ajuste	Significância
Matéria verde da parte aérea	$Y = -0,0006x^2 + 0,612x + 44,725$	0,88**	$P < 0,005$
Matéria seca da parte aérea	$Y = -0,000008x^2 + 0,0838x + 6,312$	0,87**	$P < 0,005$
Altura de planta	$Y = -0,0002x^2 + 0,1915x + 51,716$	0,93**	$P < 0,005$
Diâmetro do caule	$Y = -0,000004x^2 + 0,0403x + 13,004$	0,77*	$P < 0,005$
Matéria verde radicular	$Y = -0,0005x^2 + 0,55x + 62,063$	0,85**	$P < 0,005$
Matéria seca radicular	$Y = -0,0003x^2 + 0,3537x + 45,168$	0,85**	$P < 0,005$

** Significativo a 5% de probabilidade de erro

Com base nas equações de regressão obtidas na Tabela 2, pode-se calcular o desenvolvimento máximo obtido pelos atributos da planta. Observou-se que o máximo desenvolvimento dos atributos das plantas de milho foram alcançados entre as doses de 481 e $589 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, com média de $526 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça (Tabela 3). Assim, pode-se observar que a dosagem recomendada de vinhaça a ser adicionada para a fertilização orgânica do Latossolo Vermelho Psamítico estudado apresentou-se superior ao

recomendado ($400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) por Pereira et al. (1992). Esta maior quantidade de vinhaça necessária para atingir o melhor desenvolvimento do milho pode ser atribuída ao solo estudado apresentar condição de fertilidade baixa (saturação por bases = 36,78%). No entanto, é importante observar que este solo apresenta concentração de argila de 120 g

TABELA 3: Valores de referência para doses de vinhaça baseadas no máximo atingido pelos atributos das plantas de milho

Parâmetro de planta	Dose de vinhaça ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$)
Matéria fresca parte aérea	510
Matéria seca parte aérea	526
Altura de planta	479
Diâmetro do caule	504
Matéria fresca radicular	550
Matéria seca radicular	589
Média	526

kg^{-1} (Tabela 1). Nessas condições, poderia-se pré-supor que dosagens altas de vinhaça ($>400 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) possam provocar problemas quanto à contaminação do lençol freático com elementos como o sódio e o potássio, uma vez que a recomendação de vinhaça varia entre 60 a $250 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, dependendo do tipo de solo (Cantarella et al., 2022). Por outro lado, utilizando-se a fórmula elaborada pela CETESB (CETESB, 2006), para estabelecer a dosagem máxima permitida para utilização no solo, observou-se que a dosagem de 526 m^3 foi 55,4% menor que a dosagem máxima recomendada nessas condições ($1.176 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Assim, pode-se concluir que a dosagem média de $526 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de vinhaça determinada no trabalho para o desenvolvimento mais adequado do Híbrido IPR119 não devera ocasionar problemas de contaminação do solo e lençol freático, inclusive foi capaz de otimizar o desenvolvimento do milho cultivado em solo de textura arenosa do noroeste do estado do Paraná.

CONCLUSÕES

O uso de vinhaça como adubo orgânico aumentou o crescimento de milho. O melhor desenvolvimento dos do milho híbrido IPR119 foram atingidos utilizando doses entre 481 e 589 m³ ha⁻¹, sendo em média a dose ideal caracterizada em 526 m³ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

BASSO, C. J.; SANTI, A. L.; LAMEGO, F. P.; SOMAVILLAI, L.; BRIGO, T. J. Vinhaça como fonte de potássio: resposta da sucessão aveia-preta/milho silagem/milho safrinha e alterações químicas do solo na Região Noroeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 4, p. 596-602, 2013.

BRITO, F. L.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R. Teores de potássio e sódio no lixiviado e em solos após a aplicação de vinhaça. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, p.52-56, 2005.

BUZOLIN, P.R.S. **Efeitos da palha residual da colheita mecanizada, associada a fontes de potássio e doses de nitrogênio, no solo e nas socas de cana-de-açúcar**. 1997. 98p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Estadual de São Paulo – UNESP, Jaboticabal, 1997.

CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; MATOS Jr., D.; BOARETTO, R.M.; RAIJ, B. Van **Recomendação de Adubação e Calagem para o Estado de São Paulo**. 3.ed. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2022. 500p. (BOLETIM 100).

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Norma Técnica P4.231 – Vinhaça - Critérios e Procedimentos para Aplicação no Solo Agrícola**. 3.ed. São Paulo: CETESB, 2015. 15p.

KORNDOPFER, G. H.; ANDERSON, D. L. Use and impact of sugar-alcohol residues vinasse and filter cake on sugarcane production in Brazil. **Sugar y Azucar**, Englewood Cliffs, v.3, n. 92, p. 26-35, 1997.

NOLLA, A.; ANGHINONI, I. Métodos utilizados para a correção da acidez do solo no Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 6, n.1, p. 97-111, 2004.

PEREIRA, J. P. et al. Efeito da adição de diferentes dosagens de vinhaça a um latossolo vermelho-amarelo distrófico na germinação e vigor de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 14, n. 2, p. 147-150, 1992.

SILVA, F.S.; GARCIA, G.O.; REIS, E.F.; DALVI, L.P. Uso agrícola da vinhaça para produção de forragem de milho durante três anos de cultivo. **Irriga**, Botucatu, v.1, n.1, p.59-69, 2016.