

Desenvolvimento do milho e alterações químicas em solo sob aplicação de vinhaça

Felizarda Viana Bebé¹; George Brito Silva²; Maria de Fatima Cavalcanti Barros³; Milton César Costa Campos¹

RESUMO

Experimento foi conduzido em casa de vegetação com o objetivo de avaliar o desenvolvimento vegetal do milho e as alterações químicas no solo tratado com vinhaça. Os tratamentos utilizados foram dispostos em delineamento em blocos casualizados constituídos de cinco níveis de vinhaça equivalentes a 0, 25, 50, 75 e 100 % da recomendação de K para a cultura do milho nas condições do solo em estudo. Os níveis de vinhaça foram aplicados uma semana após a semeadura e decorridos 45 dias, as plantas foram avaliadas quanto à altura, posteriormente acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa para obtenção do peso seco da parte aérea (PSPA) e da raiz (PSRA). O solo foi retirado das colunas para análise de Na e K trocáveis e determinação da condutividade elétrica no extrato da pasta saturada. Os maiores valores de PSPA, PSRA e máximo rendimento relativo da parte aérea (REND) foram observados com a aplicação do nível de 25% de vinhaça e o nível de 50 % de vinhaça proporcionou as menores concentrações de Na e K trocáveis no solo.

Palavras-chave: *Zea mays* L., vinhaça, aproveitamento de resíduos.

Wastewater use of the processing of industry alcohol in maize culture

ABSTRACT

Experiment was performed in greenhouse with the objective to evaluate the plant development of the maize and the chemical alterations in the soil treated with vinasse. The experiment was carried constituted of five levels of vinasse equivalents the 0, 25, 50, 75 and 100 % of the recommendation of K for the culture of the maize in the conditions of the soil in study. The levels of vinasse had been applied one week after sowing and later 45 days, the plants had been evaluated how much to the height and conditioned in bags of paper and taken the for attainment of the dry weight of the aerial part (PSPA) and of the root (PSRA). The concentration of in and the K had been determined according to methodology of the Embrapa (1997). The results had been submitted to the analysis of variance and the averages compared for the test of Duncan 5 % of probability. The increase values of PSPA, PSRA and maximum relative income of the aerial part (REND) had been observed with the application of the 25% level. The application of the level of 50% of vinhaça provided lesser concentrations of Na and the K exchangeable.

Keywords: *Zea mays* L., vinasse, wastewater aprovetament.

1 INTRODUÇÃO

A vinhaça, principal resíduo da agroindústria sucroalcooleira, vem sendo utilizada na fertirrigação da lavoura da cana-de-açúcar há vários anos com resultados satisfatórios, promovendo aumento nas bases trocáveis, matéria orgânica e conseqüentemente incremento na produtividade (Camargo et al., 1987).

As alterações químicas que podem ocorrer no solo com a fertirrigação de vinhaça dependem de sua composição, pois os teores de nutrientes variam com a matéria-prima utilizada, tipo de destilado e tipo de levedura empregada na fermentação (Freire e Cortez, 2000). Normalmente é rica em matéria orgânica, enxofre e pouco fósforo e nitrogênio (Canellas et. al., 2003). Além disso, pode contribuir para o aumento do pH e das bases trocáveis devido aos teores dos íons existentes na vinhaça, principalmente o potássio (Silva & Cabeda, 2005).

Brito et al. (2005) verificaram aumento no teor de Na disponível em Nitossolo quando foi aplicada a dose de 700 m³ ha⁻¹ de vinhaça. De acordo com Bebé (2007), solos fertirrigados com vinhaça apresentaram teores mais elevados de potássio e sódio em relação a solos que não foram fertirrigados. Dessa forma, doses elevadas pode saturar o solo com potássio, elevar a condutividade elétrica do solo (Silva et al., 2007) e conseqüentemente afetar o desenvolvimento de culturas fertirrigadas com vinhaça. Por outro lado, o manejo adequado deste resíduo no solo pode incrementar a produção de culturas fertirrigadas. Estudos com aplicação de vinhaça em diferentes culturas mostraram incremento de matéria seca devido ao aumento de nutrientes, principalmente potássio (Pereira et al., 1992). Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o desenvolvimento vegetal do milho e as alterações no pH, potássio e sódio disponíveis em solos tratados com diferentes níveis de vinhaça.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), no período de maio a

junho de 2006. A vinhaça utilizada foi proveniente da Usina Petribu, PE, Brasil. O solo foi classificado como Argissolo Amarelo (Embrapa, 1999), foi coletado na Estação Experimental de Pesquisa Agropecuária de Pernambuco (IPA), em seguida, destorroado e peneirado (peneira de 4,00 mm) para preenchimento de colunas de PVC com diâmetro interno de 9,8 cm e 15 cm de altura. O acondicionamento do solo foi realizado de forma a proporcionar uniformidade e homogeneidade em toda coluna, com 0,520 dm⁻³ de solo. A análise química e física do solo (Tabela 1 e 2) foi realizada após a obtenção da TFSA conforme metodologia da Embrapa (1997). A vinhaça utilizada foi coletada na usina Petribu e as características químicas (Tabela 3), foram realizadas conforme metodologia descrita pela Apha (1995).

Tabela 1. Caracterização física e química do Argissolo Amarelo.

Atributos Físicos	
Areia (g kg ⁻¹)	765
Silte (g kg ⁻¹)	29
Argila (g kg ⁻¹)	206
Ds (g cm ⁻³)	1,4
Dp (g cm ⁻³)	2,66
Porosidade (%)	47
Atributos Químicos	
pH	5,40
Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	1,25
Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³)	0,55
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,06
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,04
Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³)	0,30
H ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,60
V (%)	40
CTC (cmol _c dm ⁻³)	4,80

⁽¹⁾ Capacidade de Troca de Cátions; ⁽²⁾ Saturação por bases; ⁽³⁾ H₂O relação 1:2,5.

O delineamento adotado foi em blocos casualizados constituídos de cinco tratamentos com quatro repetições, totalizando 24 colunas de PVC. Para expulsar o ar contido nos poros do solo foi realizado umedecimento das colunas por capilaridade, a partir da base inferior de cada

coluna, com água apresentando CE de 0,08 dS m⁻¹. Depois de 24 h após a saturação, foram semeadas cinco sementes de milho variedade BR 473 em cada coluna e 5 dias após a germinação, realizou-se o desbaste deixando duas plantas por coluna.

Tabela 2. Características químicas da vinhaça.

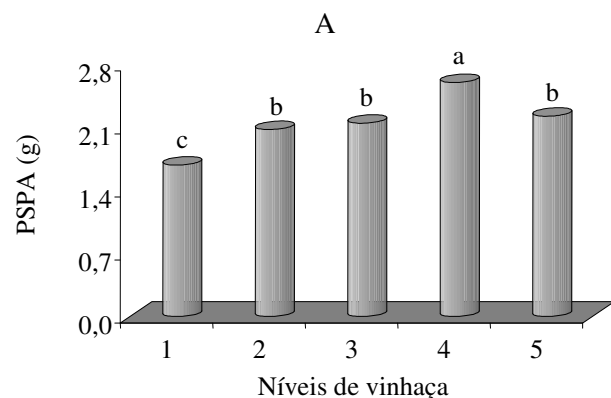
Parâmetros	Unidades	Valores
Cálcio	mg L ⁻¹	1.484,40
Magnésio	mg L ⁻¹	856,32
Sódio	mg L ⁻¹	978,90
Potássio	mg L ⁻¹	2.384,50
pH	-	4,30
CE	dS m ⁻¹	10,92

Uma semana após a semeadura, foram aplicados cinco níveis de vinhaça: 0, 25, 50, 75 e 100% da necessidade de K segundo Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco (Cavalcanti, 1998) para a cultura do milho nas condições de fertilidade do solo em estudo. Os níveis de vinhaça de 75, 50 e 25 % foram balanceados com aplicação de cloreto de potássio até 100% da necessidade de K recomendada. Decorridos 45 dias da semeadura, o solo de cada coluna foi retirado e as plantas de milho separadas em parte aérea e raiz. Em seguida, as plantas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas a estufa de circulação forçada de ar a temperatura de 65 °C por um período até atingir peso constante para obtenção do peso seco da parte aérea (PSPA) e peso seco de raiz (PSRA). O máximo rendimento relativo da matéria seca da parte aérea (REND) foi calculado atribuindo 100 % ao maior PSPA encontrado. No solo determinou-se o Na, o K trocáveis, o pH em água na proporção 1:2,5 e a condutividade elétrica do extrato da pasta saturada (CE_{es}) segundo metodologia da Embrapa (1997).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade utilizando-se o programa estatístico SAS versão 8.2 for Windows (2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1A pode ser observado que o PSPA foi significativamente maior quando foi aplicado o nível correspondente a 25% de vinhaça em relação aos demais tratamentos. O aumento dos níveis de vinhaça a partir de 25%, não promoveu incremento no PSPA. Em relação ao máximo rendimento relativo do peso seco da parte aérea (REND) mostrou comportamento semelhante ao obtido para PSPA, sendo o nível de 25% significativamente diferente dos demais tratamentos (Figura 1 C.). Com o nível equivalente a 100 % de vinhaça, houve um decréscimo de aproximadamente 33 % do PSPA em relação ao nível de 25 %. Provavelmente o tempo de contato da vinhaça com o solo pode não ter sido suficiente para haver o equilíbrio entre a fase líquida e sólida do solo. Rossiello et al. (1981) trabalhando com doses de 50, 100, 200, 400, 800, 1200 e 1600 m⁻³ ha⁻¹ de vinhaça em milho, observaram maior produção de matéria seca quando foi aplicada a dose de 400 m⁻³ ha⁻¹. Estes autores também constataram decréscimo equivalente a 4,9 % no máximo rendimento relativo de PSPA para cada 100 m⁻³ ha⁻¹ de vinhaça aplicada acima da dose de 400 m⁻³ ha⁻¹. Resultados semelhantes também foram verificados por Paulino et al. (2002), onde as doses intermediárias de vinhaça (300 e 450 m⁻³ ha⁻¹) promoveram aumento na produção agrícola de cana-de-açúcar. Apesar da vinhaça apresentar alta concentração de K, este pode não estar prontamente disponível às plantas, resultando em menor PSPA.



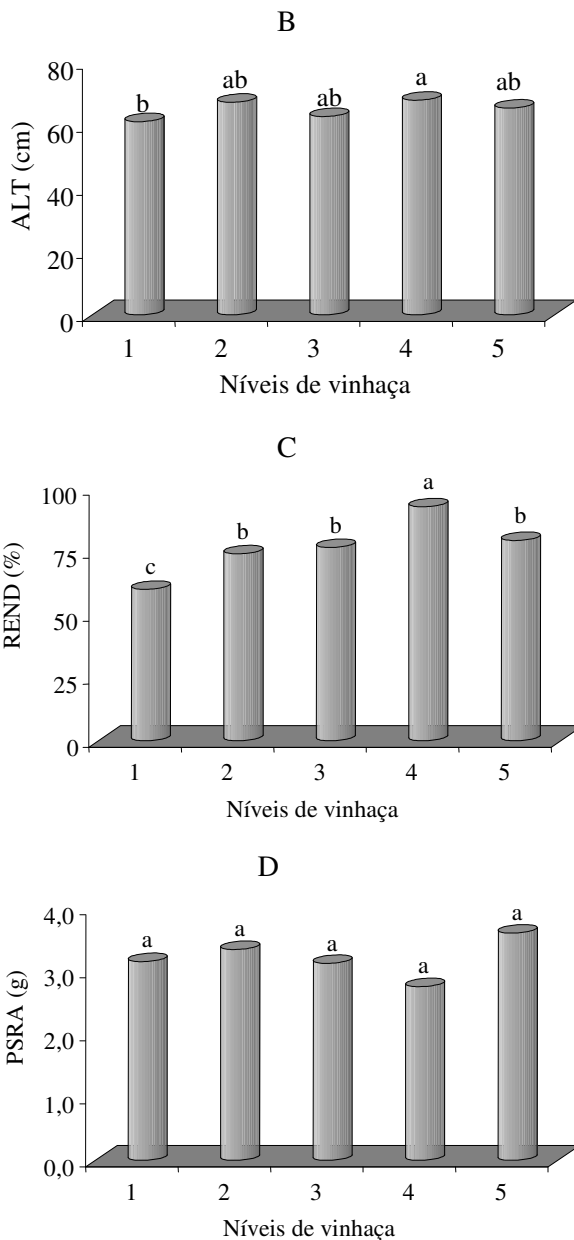


Figura 1. Peso seco da parte aérea (PSPA) (A), altura (ALT) (B), rendimento máximo relativo de peso seco da parte aérea (REND) (C) e peso seco de raiz (PSRA) (D) de plantas de milho em função dos níveis de vinhaça (1 – 100 %, 2 – 75 %, 3 – 50 %, 4 – 25 %, 5 – 0 %) aplicados.

Semelhantemente ao comportamento do PSPA, dentre os níveis testados, o de 25 % promoveu aumento significativo para a altura da planta (ALT) em relação ao nível de 100 % de vinhaça (Figura 1 B.).

Os dados obtidos para o peso seco da raiz (PSRA) encontram-se na Figura 1 D. O PSRA não apresentou diferença significativa para nenhum nível de vinhaça estudado. Este resultado

pode ser explicado devido a uma redução no pH em média de 0,9 unidade após a aplicação dos tratamentos, resultando em um menor desenvolvimento do sistema radicular. Resultados discordantes dos encontrados foram relatados por Corrêa et al. (2001) ao observar aumento de pH do solo pela substituição de H^+ por K^+ oriundo da vinhaça, efeito também observado por Canellas et al. (2003).

A aplicação de níveis de vinhaça maiores que 50% favoreceram o aumento de Na trocável no solo. O incremento de Na no complexo sortivo foi devido ao elevado teor deste íon na vinhaça adicionada (Figura 2A.). Semelhantemente, estudos desenvolvidos por Sultanum & Amorim Silva (1981) revelaram aumento de Na no solo com o aumento de doses de vinhaça aplicadas após um período de incubação de 120 dias. Em solos fertirrigados com vinhaça por um longo período de tempo, Bébé (2007) verificou maior teor de sódio em relação aos solos que nunca foram tratados com vinhaça. Entretanto, Brito et. al (2005) utilizando vinhaça em três tipos de solos, evidenciaram decréscimo nos teores de Na trocáveis em Argissolo.

Em relação aos teores de K trocáveis no solo, foram verificadas diferenças entre os níveis 50 e 100 % (Figura 2B.). Provavelmente, no nível de 50% as plantas absorveram mais potássio do que no nível de 100% ficando maior teor de potássio trocável no solo. Em trabalho de campo com aplicação de vinhaça, Paula et al. (1999) observaram aumento de K no solo e este foi proporcional às doses de vinhaça aplicadas. Corrêa et al. (2001) constataram em áreas sob cultivo de cana-de-açúcar fertirrigadas com vinhaça, que os teores de K no solo foram maiores do que nas áreas sem aplicação deste resíduo. De modo geral, pelos resultados encontrados no presente estudo pode-se destacar que a quantidade de vinhaça aplicada conforme a recomendação de potássio pode ser baixa para obtenção de maiores rendimentos das culturas, sugerindo aplicações com doses maiores e antes do plantio para maior incremento na matéria seca.

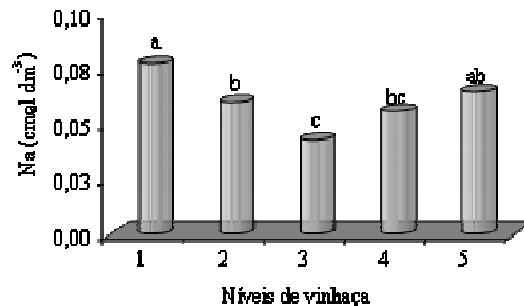
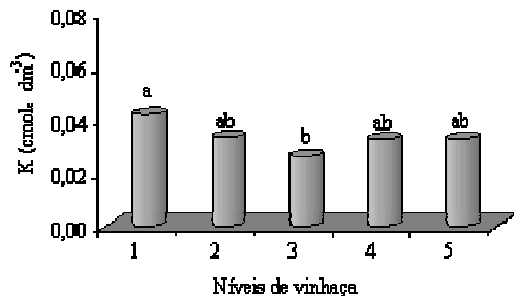


Figura 2. Concentrações de potássio (K) e sódio (Na) trocáveis no solo em função dos níveis de vinhaça (1 – 100 %, 2 – 75 %, 3 – 50 %, 4 – 25 %, 5 – 0 %) aplicados.

4 CONCLUSÕES

Os maiores valores de PSPA, REND e PSRA foram obtidos com a aplicação do nível de 25%.

A aplicação de 100% da recomendação de potássio como fonte a vinhaça não foi suficiente para o máximo desenvolvimento das plantas de milho.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA – American Public Health Association. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 19.ed. Washington: APHA, AWWA, WPCR, 1995. 1134p.

BEBÉ, F.V. *Avaliação de solos sob diferentes períodos de fertirrigação com vinhaça e alterações na qualidade do efluente*. 2007. 39 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2007.

BRITO, F.L. Teores de potássio e sódio no lixiviado e em solos após a aplicação de vinhaça. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.9, n.4, suplemento, p.52-56, 2005.

BRITO, F.L. *Qualidade do lixiviado e atributos químicos de três solos tratados com vinhaça*. 2004. 100f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2004.

CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.A.S.; BERTON, R.S.; TEÓFILO SOBRINHO, J.; MENK, J.R.F. Alteração de características

químicas de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico pela aplicação de vinhaça. *Boletim do*

Instituto Agrônomo, Campinas, n.9, 23p. 1987.

CANELLAS, L.P.; VELLOSO, A.C.X.; MARCIANO, C.R.; RAMALHO, J.F.G.P.; RUMJANEK, V.M.; REZENDE, C.E.; SANTOS, G.A. Propriedades químicas de um cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.27, p.935-944, 2003.

CAVALCANTI, F.J.A. *Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco*. 2. ed. 2ª aproximação. Recife: IPA, 1998. 198p.

CORRÊA, M.C.M.; CONSOLINI, F. CENTURION, J.F. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Distrófico sob cultivo contínuo de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*). *Acta Scientiarum*, Maringá, v.23, n.5, p.1159-1163, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1999. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -EMBRAPA. *Manual de*

análises do solo. Rio de Janeiro: Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

FREIRE, W.J.; CORTÊZ, L.A.B. *Vinhaça de cana-de-açúcar*. Guaíba: Editora Agropecuária, 2000. 203p.

PAULA, M.B.; HOLANDA, F.S.R.; MESQUITA, H. A.; CARVALHO, V.D. Uso de vinhaça no abacaxizeiro em solo de baixo potencial de produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.7, p.1217-1222, 1999.

PAULINO, A.F.; MEDINA, C.C.; ROBAINA, C.R.P.; LAURANI, R.A. Produções agrícola e industrial de cana-de-açúcar submetida a doses de vinhaça. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.23, n.2, p.145-150, 2002.

PEREIRA, J. P.; ALVARENGA, E. M.; TOSTES, J. R. P.; FONTES, L. E. F. 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*, v. 14, n. 2, p. 147-150, 1992.

ROSSIELLO, R.O.P. FERREIRA, W.A.; FERNANDES, M.S. Respostas de milho à salinidade do solo induzida por aplicação de vinhaça. I Produção de matéria seca e área foliar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.5, p.171-175, 1981.

SAS STAT User's Guide. In: *SAS Institute*. SAS Onlinedoc: Version 8.2, Cary, 2000. CD Rom.

SILVA, M. A. S.; GRIEBELER, N. P.; BORGES, L. C. Uso de vinhaça e impactos nas propriedades do solo e lençol freático. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.11, n.1, p.108-114, 2007.

SILVA, A.J.N. DA & CABEDA, M.S.V. Influência de diferentes sistemas de uso e manejo na coesão, resistência ao cisalhamento e óxidos de Fe, Si e Al em solo de tabuleiro costeiro de Alagoas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Viçosa, v.29, n.3, p.447-457, 2005.

SULTANUM, E. & SILVA, M.C.A. A calda produzida pelas usinas e destilaria. In: E. SULTANUN & SILVA, M.C.A. *Os solos da região canavieira de Pernambuco*. AGRITEC, 1981. p.9-44.

¹ Alunos de Pós-Graduação em Agronomia (Ciência do Solo) UFRPE. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos-Recife (PE) CEP 52171-900. E-mail: felizvb@hotmail.com.

² Aluno pós-graduação em Engenharia Agrícola UFRPE. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos-Recife (PE) CEP 52171-900.

³ Professor do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Ciências do Solo) UFRPE. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n. Dois Irmãos-Recife (PE) CEP 52171-900.