



FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE HELICÔNIA EM FUNÇÃO DE DOSES DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS ⁽¹⁾

Luciano Ramos Lima⁽²⁾; Cesar Oswaldo Arevalo-Hernandez⁽³⁾; Arlicelio Queiroz Paiva⁽⁴⁾; Jose Olímpio Souza Junior⁽⁴⁾; Eduardo Gross⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado auxílio financeiro da CAPES.

⁽²⁾ MSc. Produção Vegetal, Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, BA, Brasil, 45.662-900, e-mail: lfloresfrutos@yahoo.com.br ⁽³⁾ Mestrando em Produção vegetal, UESC, Ilhéus, BA, Brasil, 45.662-900, e-mail: cesar.arevaloh@gmail.com ⁽⁴⁾ Professor, Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais, UESC, Ilhéus, BA, Brasil, 45.662-900, e-mail: arli@uesc.br, olimpio@uesc.br, egross@uesc.br.

RESUMO: Com o objetivo de avaliar o efeito do uso de resíduos agroindustriais como fonte de nutrientes para o solo e para a nutrição de *Heliconia* var. Golden Torch, conduziu-se experimento em casa de vegetação no Campus da UESC, em Ilhéus-BA. O experimento constituiu de um fatorial completo 5 x 5: cinco resíduos agroindustriais potenciais fontes de K e cinco doses calculadas para fornecer até 200 mg dm⁻³ de K total; disposto em delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições. Os resíduos utilizados foram CZ = cinza da queima do tegumento de amêndoas de cacau, CL = composto cinza da queima do tegumento de amêndoas de cacau + lodo da estação de resíduo da própria fábrica + tegumento da amêndoa de cacau, CO = composto de ovinos e um resíduo de pupunha, com fósforo concentrado (RP_{P20%}) e outro distribuído por todo o vaso (RP_{P100%}). Findo o experimento, avaliaram-se atributos químicos do solo e teores de nutrientes no limbo foliar. A cinza (CZ) foi a melhor fonte de potássio, fósforo, cobre e manganês no solo, além de diminuir os teores de Al e aumentar o pH do solo. O composto CL resultou em maiores teores de potássio no limbo foliar e também contribuiu para os maiores valores de matéria seca da parte aérea, indicando ser, junto com CZ, uma boa fonte de potássio para as *helicônias*.

Termos de indexação: Adubação orgânica, Produção de flores, Nutrição de flores.

INTRODUÇÃO

A maior produção de flores tropicais no Brasil encontra-se no Nordeste, dentre elas, destaca-se as *helicônias* pela sua exótica beleza. A fertilidade do solo e a nutrição de plantas influem principalmente em aspectos sanitários, de vigor e de qualidade das plantas, sendo importante um equilíbrio nutricional. As *helicônias* são plantas exigentes em N, P, K, Mg, Fe, Mn e matéria orgânica; entretanto, as pesquisas ainda são escassas na área de fertilidade do solo e nutrição de *helicônias*, apesar da adubação ser um dos fatores que mais influenciam a produção das culturas, bem como sua qualidade e resistência a

doenças (Castro et al., 2007; Cerqueira et al., 2008; Albuquerque et al., 2010). A atividade agroindustrial da região Sul da Bahia produz quantidade considerável de resíduos orgânicos que podem ser utilizados para aplicação no solo, contribuindo para o aumento da disponibilidade de água e de nutrientes para as plantas. Considerando-se o potencial de utilização de resíduos e os requerimentos das *helicônias*, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de resíduos agroindustriais na fertilidade do solo e na nutrição de *Heliconia* cv. Golden Torch.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados quatro tipos de resíduos: CZ (cinza oriunda da queima do tegumento de amêndoas de cacau), CL (composto da mistura de cinza oriunda da queima do tegumento de amêndoas de cacau + lodo da estação de tratamento da própria fábrica + tegumento de amêndoas de cacau), CO (composto de ovinos), RP_{P20%} (resíduo do beneficiamento de pupunha), sendo que nestes tratamentos o fertilizante fosfatado foi adicionado a 20 % do volume do solo. Adotou-se um quinto tratamento com utilização de RP, porém com o P aplicado em 100 % do volume do solo (RP_{P100%}). Utilizaram-se cinco doses (0, 25, 50, 75 e 100 %), sendo 100 % a dose máxima para se fornecer 200 mg dm⁻³ de K total. Ou seja, o experimento constituiu de um fatorial completo 5 x 5, totalizando 25 tratamentos, dispostos em delineamento em blocos casualizados, com cinco repetições. A unidade experimental constituiu de vaso plástico não drenado, contendo 9 dm³ de um horizonte B de um Latossolo Amarelo coeso, contendo uma muda de *Heliconia* cv. Golden Torch. Antes do transplântio das mudas, o solo foi corrigido visando elevar a saturação por bases a 60 % e adubado com P, N, B, Cu, Mn, Mo e Zn, nas doses de, em mg dm⁻³: 75; 35; 0,2; 1,0; 5,0; 0,1 e 4,0, respectivamente. Os fertilizantes utilizados foram: fosfato monoamônico, ácido bórico, sulfatos de cobre e de zinco, cloreto de manganês e molibdato de amônio, sendo todos aplicados via solução em todo o volume do solo, exceto o MAP que foi



aplicado sólido em 20 % do volume do vaso (CZ, CL, CO e RP_{P20}) ou 100 % (RP_{P100}).

Foram feitas análises química do solo (matéria orgânica, pH, Al, K, P, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn) e dos nutrientes no limbo foliar (K, P, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn), de acordo com EMBRAPA (2011).

Fez-se análise estatística de variância, sendo as doses submetidas à análise de regressão, com os coeficientes testados até 5 % de probabilidade de erro, pelo teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises químicas do solo

As variáveis pH, Al, P, Cu, Mn e matéria orgânica (MO) apresentaram interação entre dose e o resíduo usado, as equações e gráficos são apresentados na Tabela 1 e Figuras 1, 2 e 3, respectivamente. Observa-se que o resíduo CZ mostrou-se mais eficiente na correção da acidez do solo, tanto pela diminuição dos teores de Al³⁺ quanto pelo aumento do pH, além de ser fonte de P, Cu e Mn para o solo. Com relação ao teor de MO do solo, observa-se que o resíduo CL foi o único que não contribuiu com seu aumento no solo; os resíduos de pupunha (RP_{P100} e RP_{P20}) apresentaram resposta quadrática com aumento com a maior dose (Tabela 1, Figura 1).

Com relação aos teores de P, Cu e Mn no solo, o resíduo CZ foi o que mais se destacou (Tabela 1, Figuras 1 e 2), onde o P e Cu apresentaram respostas lineares e o Mn resposta quadrática. Os valores atingidos com a aplicação de CZ, para Cu e P são classificados como médio e bom, respectivamente (Alvarez et al., 1999).

O teor de K disponível no solo aumentou linearmente em função das doses de CZ e CL (Tabela 1). A CZ foi o resíduo que mais incrementou o teor de K disponível no solo.

Análise nutricional das plantas

A adição de CZ proporcionou maior incremento P na planta, observou-se uma resposta quadrática (Tabela 2, Figura 4). Esse comportamento pode ser devido ao aumento do pH do solo em função da adição desse resíduo (Figura 1), por a maior disponibilidade de P. O resíduo CL se destacou em relação aos demais, com relação aos teores de K, Ca e Mg no limbo foliar (Tabela 2, Figura 4). Observou-se respostas quadráticas para os três elementos, com incremento nos teores de K e decréscimo de Ca e Mg com o aumento das doses, demonstrando que o composto favoreceu a absorção de K pela planta.

Os tratamentos CZ e CL apresentaram resposta quadrática e promoveram maior concentração de K nas folhas.

Tabela 1. Equações de regressão de atributos químicos do solo em função do resíduo e de suas doses aplicadas ao solo

Atributo	Resíduo	Equação	R ²	
pH em	CZ	4,15+0,024*x	0,95	
	CaCl ₂	CL	4,31+0,003*x	0,25
		CO	4,23+0,006*x	0,63
		RP _{P20}	4,21	
		RP _{P100}	4,24	
Al (mmol _c dm ⁻³)	CZ	3,37- 0,1217*x+0,001*x ²	0,82	
	CL	3,41-0,025*x	0,44	
	CO	3,01-0,018*x	0,30	
	RP _{P20}	4,18		
	R _{PP100}	4,85		
P (mg dm ⁻³)	CZ	-0,94+0,91*x	0,84	
	CL	8,49		
	CO	7,20		
	RP _{P20}	16,53		
	RP _{P100}	11,29+0,08*x	0,58	
K (mg dm ⁻³)	CZ	0,14+0,008*x	0,42	
	CL	0,25+0,005*x	0,34	
	CO	0,17		
	RP _{P20}	0,35		
	RP _{P100}	0,15		
Cu (mg dm ⁻³)	CZ	0,96+0,01*x	0,53	
	CL	1,05		
	CO	0,93		
	RP _{P20}	1,34-0,019*x	0,74	
	RP _{P100}	0,89+0,003*x	0,18	
Mn (mg dm ⁻³)	CZ	4,2+0,09*x	0,82	
	CL	2,94+0,081*x- 0,0005*x ²	0,82	
	CO	2,76+0,082*x- 0,0003*x ²	0,85	
	RP _{P20}	3,00+0,060*x- 0,0004*x ²	0,53	
	RP _{P100}	2,81+0,073*x- 0,0006*x ²	0,61	
MO (g kg ⁻¹)	CZ	1,1+0,013*x-0,0001*x ²	0,67	
	CL	1,19		
	CO	0,89+0,020*x- 0,0001*x ²	0,82	
	RP _{P20}	0,99+0,018*x- 0,0001*x ²	0,83	
	RP _{P100}	0,98+0,020*x- 0,0001*x ²	0,80	

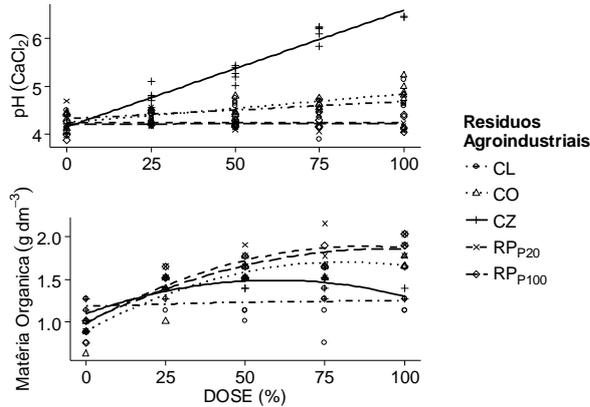


Figura 1. Análise de regressão para pH e matéria orgânica no solo, 167 dias após a aplicação de resíduos agroindustriais.

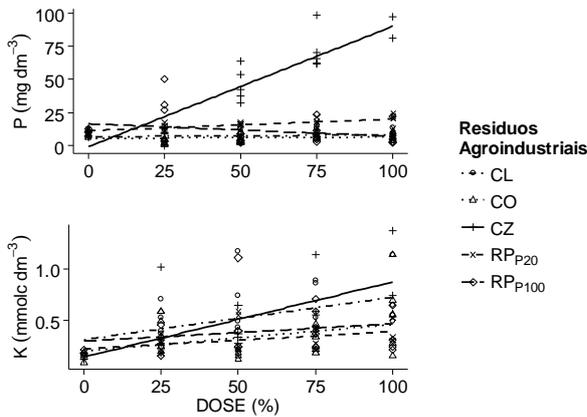


Figura 2. Análise de regressão para P e K no solo, 167 dias após a aplicação de resíduos agroindustriais.

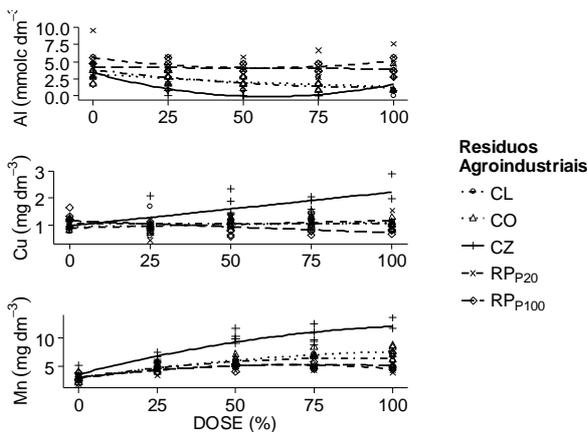


Figura 3. Análise de regressão para Al, Cu e Mn no solo, 167 dias após a aplicação de resíduos agroindustriais.

Tabela 2. Equações de regressão de teores de nutrientes no limbo foliar de helicônia em função do resíduo e de suas doses aplicados ao solo

Nutriente	Resíduo	Equação	R2
P (g kg ⁻¹)	CZ	1,12+0,011*x- 0,0001*x ²	0,44
	CL	0,99-0,003*x	0,36
	CO	1,02-0,002*x	0,19
	RP _{P20}	0,95	
	RP _{P100}	1,25	
K (g kg ⁻¹)	CZ	6,56+0,303*x- 0,0024*x ²	0,69
	CL	7,25+0,342*x- 0,0018*x ²	0,91
	CO	8,28+0,046*x	0,38
	RP _{P20}	6,55+0,143*x- 0,0009*x ²	0,58
	RP _{P100}	7,55+0,149*x- 0,0001*x ²	0,74
Ca (g kg ⁻¹)	CZ	9,77- 0,0804*x+0,0007*x ²	0,55
	CL	8,66- 0,065*x+0,0004*x ²	0,52
	CO	7,49+0,071*x- 0,0006*x ²	0,43
	RP _{P20}	8,18	
	RP _{P100}	8,53	
Mg (g kg ⁻¹)	CZ	5,89- 0,054*x+0,0004*x ²	0,53
	CL	6,97- 0,127*x+0,0009*x ²	0,81
	CO	5,62-0,013*x	0,22
	RP _{P20}	6,22- 0,087*x+0,0006*x ²	0,57
	RP _{P100}	6,35- 0,071*x+0,0005*x ²	0,66
Cu (mg kg ⁻¹)	CZ	6,52- 0,033*x+0,0003*x ²	0,29
	CL	6,70-0,016*x	0,39
	CO	7,01-0,019*x	0,40
	RP _{P20}	6,95- 0,038*x+0,0003*x ²	0,33
	RP _{P100}	6,78-0,017*x	0,48
Mn (mg kg ⁻¹)	CZ	418,9- 11,000*x+0,0942*x ²	0,78
	CL	535,8- 11,620*x+0,0833*x ²	0,81
	CO	505,1- 8,620*x+0,0560*x ²	0,71
	RP _{P20}	519,8- 10,110*x+0,0830*x ²	0,71
	RP _{P100}	509,90- 7,770*x+0,0660*x ²	0,51



Com relação aos teores médios de Ca e Mg, notou-se que o resíduo CO foi o que proporcionou incremento desses elementos nas folhas de helicônia, indicando que o composto CO é uma boa fonte desses nutrientes (Tabela 2, Figura 4). Com relação aos resíduos CZ e CL, observou-se que ocorreu diminuição nos teores médios de Ca com o aumento das doses, possivelmente devido ao efeito de diluição, em função do maior crescimento das plantas, além da possível competição como a absorção de K e seu equilíbrio no solo (Sousa et al., 2007). Os teores médios dos micronutrientes Mn e Cu também diminuíram com o aumento das doses de todos os resíduos (Tabela 2, Figura 5); esse comportamento pode ser explicado pelo aumento do pH do solo (Figura 1), o que diminui a disponibilidade desses micronutrientes no solo (Borgo et al., 2013) e pelo efeito de diluição desses íons nas folhas em função do aumento da massa seca total.

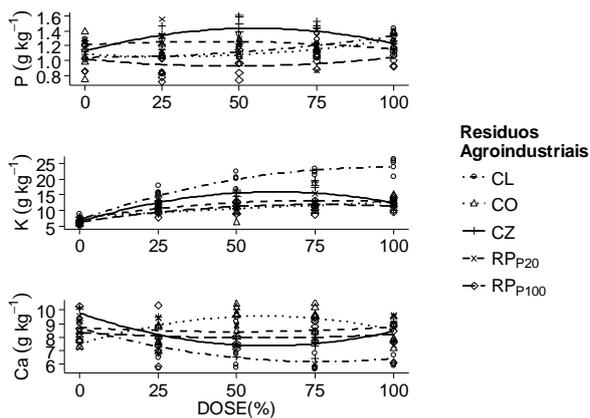


Figura 4. Análise de regressão para fósforo, potássio e cálcio no limbo foliar de helicônias, 167 dias após a aplicação de resíduos agroindustriais.

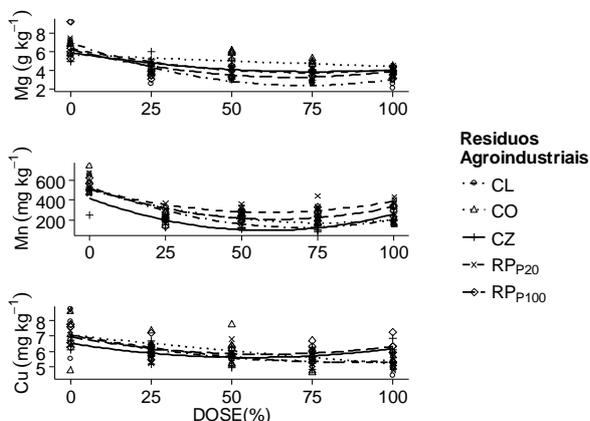


Figura 5. Análise de regressão para magnésio, manganês e cobre, no limbo foliar de helicônias, 167 dias após a aplicação de resíduos agroindustriais.

CONCLUSÕES

A cinza da queima do tegumento de amêndoas de cacau foi a melhor fonte de fósforo, cobre, manganês e potássio no solo, além de diminuir os teores de Al e aumentar o pH do solo.

Todos os resíduos aumentaram o teor de K na folha de helicônia, sendo o CL o mais eficiente, seguido por CZ, indicando serem boas fontes de K.

REFERÊNCIAS

ALBURQUERQUE, A.W.; ROCHA, E.S.; COSTA J.P.V.; FARIAS, A.P.; BASTOS, A.L. Produção de *Heliconia* Golden Torch influenciada pela adubação mineral e orgânica. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 14: 1052-1058. 2010.

ALVAREZ V., V.H. et al. Interpretação das análises dos resultados dos solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (eds.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p.25-32.

BORGIO, J.D.H. et al. Micronutrientes no solo e no milho em plantio direto com aplicações de dejetos líquidos de bovinos. Revista de Ciências Agrárias, 56: 242-248. 2013.

CASTRO, A.C.R.; COSTA, V.L.A.S.; CASTRO, M.F.A.; ARAGÃO, F.A.S.; WILLADINO, L.G. Hastes florais de helicônia sob deficiência de macronutrientes. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 42: 1299-1306. 2007.

CERQUEIRA, L.L.; FADIGAS, F.S.; PEREIRA, F.A.; GLOAGUEN, T.V.; COSTA, J.A. Desenvolvimento de *Heliconia psittacorum* e *Gladiolus hortulanus* irrigados com águas residuárias tratadas. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 12: 606-613. 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, 2011. 229 p.

SOUZA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: Roberto Ferreira Novais et al. Fertilidade do solo. 1ª edição. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Cap. V, 2007. p. 205-275.