

Calagem e textura do substrato afetam o desenvolvimento de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg

Liming and substrate texture affect the development of *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg

Rogério Macedo Melo¹, Maria do Carmo Vieira¹, Thiago de Oliveira Carnevali^{2,*}, Willian Vieira Gonçalves¹, Elissandra Pacito Torales¹, Sara Emilia Lima Tolouei¹ e Cleberton Correia Santos¹

¹Universidade Federal da Grande Dourados, Rodovia Dourados - Itahum, Km 12 CEP 79804-970 Dourados/Mato Grosso do Sul/Brasil

²Universidade Federal do Pará, Rua Coronel José Porfírio 2515, São Sebastião, CEP 68372-040 Altamira/Pará/Brasil

(*E-mail: carnevali@ufpa.br)

<https://doi.org/10.19084/RCA18283>

Recebido/received: 2018.06.20

Aceite/accepted: 2018.10.13

RESUMO

Campomanesia adamantium é uma frutífera nativa do Cerrado que apresenta propriedades medicinais e alimentícias. Porém, os tratos culturais para a espécie ainda não estão bem definidos, tal como a prática da calagem em diferentes composições de substrato. Assim, objetivou-se avaliar o efeito das doses de calcário em diferentes texturas de substrato no crescimento inicial e no teor de nutrientes de plantas de *C. adamantium*. Foram estudadas cinco doses de calcário (0; 1; 2; 3 e 5 t ha⁻¹) em substrato a base de Latossolo Vermelho distroférrico (LVd) e LVd+areia (1:1, v/v), arranjados em esquema fatorial 5x2, no delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. No substrato LVd, o maior desenvolvimento em altura (9,83 cm por planta); diâmetro do caule (2,13 mm por planta); índice SPAD (38,37) e teores de nutrientes N (23,57 g kg⁻¹); K (11,81 g kg⁻¹), na parte aérea e N (22,26 g kg⁻¹); P (6,66 g kg⁻¹); K (7,91 g kg⁻¹); Ca (6,56 g kg⁻¹); e Mg (1,82 g kg⁻¹) na raiz, foram sob uso de 5 t ha⁻¹ de calcário. No entanto, o maior desenvolvimento e teor de nutrientes utilizando o substrato LVd+areia ocorreu sob ausência de calcário. Esse comportamento evidencia que a planta responde a diferentes formas ao uso de calagem em diferentes substratos.

Palavras-chave: acidez, correção do solo, planta medicinal

ABSTRACT

Campomanesia adamantium is a native fruit of Cerrado that presents medicinal and nutritional properties. However, cultural practices for the species are not defined, such as the use of liming and substrate compositions. Thus, we aimed to evaluate the effect of liming levels on different substrate textures on the initial growth and nutrient content of *C. adamantium* plants. Five liming levels (0, 1, 2, 3 and 5 t ha⁻¹) were studied in a substrate based on dystrophic Red Latosol (LVd) and LVd+sand (1:1, v/v), arranged in outline factorial 5x2, in the delineation of randomized blocks, with four repetitions. In LVd substrate, the highest development in height (9.83 cm per plant); the diameter of the stem (2.13 mm per plant); SPAD index (38.37) and nutrient levels N (23.57 g kg⁻¹); K (11.81 g kg⁻¹), in the aerial part and N (22.26 g kg⁻¹); P (6.66 g kg⁻¹); K (7.91 g kg⁻¹); Ca (6.56 g kg⁻¹); and Mg (1.82 g kg⁻¹) at the root, were under use of 5 t ha⁻¹ of liming. However, the greater development and nutrient content using the LVd+sand substrate occurred under the absence of liming. This behavior shows that the plant responds to different ways when using draft on different substrates.

Keywords: acidity, soil correction, medicinal plant.

INTRODUÇÃO

O Cerrado possui diversas fitofisionomias caracterizadas pelo clima e principalmente pelos solos (Peixoto *et al.*, 2016). Dentre os solos que mais ocorrem no Cerrado há o destaque para os Latossolos, especialmente o vermelho, e os Neossolos, principalmente os quartzarênico (Lepsch, 2010). Esses solos são geralmente muito intemperizados e apresentam alta precipitação por ferro e alumínio limitando consequentemente a disponibilidade de nutrientes e podendo assim comprometer o desenvolvimento vegetal (Donagema *et al.*, 2016). Dentre as possíveis alternativas utilizadas na agricultura para minimizar esse problema, a calagem é a prática que mais se destaca, pois é de baixo custo e corrige a acidez do solo.

Assim, ao realizar a calagem, ocorre elevação do pH, redução do alumínio trocável, fornecendo ainda cálcio e magnésio e aumentando a disponibilidade de nitrogênio, fósforo e potássio, melhorando a eficiência de uso dos nutrientes e da água no solo (Raij, 2011). No entanto, a calagem nem sempre é realizada, ou é realizada de modo inadequado sendo assim ineficaz (Natale *et al.*, 2012). Assim, nesse sentido, ainda são necessários estudos referentes ao uso e manejo de corretivos visando aumentar a produção de plantas nativas de interesse econômico.

Dentre as espécies de interesse alimentício e medicinal, *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg (guavira, *Myrtaceae*) é um arbusto frutífero nativo do Cerrado (Lorenzi *et al.*, 2015), adaptado às condições limitantes do solo, mas que responde às alterações nutricionais (Vieira *et al.*, 2011; Carnevali *et al.*, 2012, 2014). Os frutos da guavira possuem atividades anti-inflamatórias, anti-hipoalérgicas e antidepressivas, apresentando compostos bioativos, tais como o ácido ascórbico e compostos fenólicos, de potencial antioxidante (Souza *et al.*, 2017).

Porém, a espécie ainda é encontrada apenas em áreas nativas, sendo poucas as informações agrônômicas caracterizando seu cultivo *ex situ*. Há na literatura trabalhos que estudaram o crescimento inicial sob doses de nitrogênio e fósforo (Vieira *et al.*, 2011) e sobre o uso de doses

de calcário e gesso agrícola (Carnevali *et al.*, 2014). No entanto são necessários mais estudos científicos visando conhecer doses adequadas de calcário em função das características intrínsecas de substratos para o cultivo *ex situ* da espécie.

Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito das doses de calcário em diferentes texturas de substrato no crescimento inicial e no teor de nutrientes de plantas de *C. adamantium* O. Berg.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, no Horto de Plantas Medicinais (HPM - 22°11'43.7''S de latitude e 54°56'08.5''W de longitude, 460 m de altitude), em Dourados-MS, no período de novembro de 2015 a setembro de 2016. O clima é do tipo tropical com estação seca de Inverno (Aw) segundo a classificação de Köppen e Geiger, com precipitação média anual de 1.110 mm e temperatura média anual de 26 °C.

O estudo foi constituído de cinco doses de calcário dolomítico - PRNT 80% (0, 1, 2, 3 e 5 t ha⁻¹), em substratos com duas texturas: Latossolo Vermelho distroférico (LVd – 100%) e LVd+areia (50% LVd + 50% areia). Os tratamentos foram arrançados em esquema fatorial 5x2, no delineamento blocos casualizados, com quatro repetições. A unidade experimental foi constituída de seis vasos, com uma planta por vaso.

As plantas foram mantidas durante todo o experimento em ambiente protegido constituído de cobertura superior de polietileno e proteção adicional superior e lateral de sombrite 50%. Os vasos plásticos possuíam capacidade para 5 kg (17x21x17, altura, diâmetro superior e inferior, respectivamente), preenchidos com 4,7 kg de substrato. O solo utilizado LVd possuía textura muito argilosa, de horizonte B, com os seguintes atributos químicos antes da calagem, determinados conforme Silva (2009): pH em CaCl₂ = 4,20; P=1,70mgdm⁻³;Ca=0,87cmol_cdm⁻³;K=1,25cmol_cdm⁻³; Mg= 0,49 cmol_c dm⁻³; Al= 1,60 cmol_c dm⁻³; H+Al= 10,29 cmol_c dm⁻³; SB= 2,61 cmol_c dm⁻³; CTC= 12,90 cmol_c dm⁻³e V%= 20,20 e matéria orgânica= 3,43 g dm⁻³.

A areia utilizada foi fina lavada com as seguintes características químicas determinadas conforme Silva (2009): pH em $\text{CaCl}_2 = 5,71$; $\text{P} = 6,23 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{Ca} = 0,40 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{K} = 0,01 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg} = 0,13 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Al} = 0,00 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{H+Al} = 0,75 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{SB} = 0,54 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{CTC} = 1,29 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e $\text{V}\% = 41,78$.

As doses de calcário foram incorporadas manualmente aos substratos 30 dias antes do transplantio das mudas, e deixados incubando. Foi feita adubação de base no dia do transplantio, com 94 mg kg^{-1} de nitrogênio (N), tendo como fonte ureia; 150 mg kg^{-1} de fósforo (P_2O_5), usando o superfosfato triplo e 26 mg kg^{-1} de potássio (K_2O), utilizando-se o KCl. Cada vaso foi revestido internamente com saco plástico para evitar a perda de água e de nutrientes pela drenagem.

Para obtenção das mudas, foram coletados frutos maduros de guavira de plantas de populações naturais (Autorização de Acesso e de Remessa de Amostra de Componente do Patrimônio Genético nº 010220/2015-1 – CNPq/CGEN/MMA) em área nativa de Cerrado do município de Ponta Porã – MS (Latitude - $23^\circ 32' 30''$ e Longitude $55^\circ 37' 30''$). A espécie foi identificada e uma exsiccata está depositada no Herbário DDMS, sob número 4653.

Os frutos foram despulpados manualmente, e as sementes foram lavadas em água corrente até a perda da mucilagem. Em seguida, realizou-se o semeio em bandejas de poliestireno expandido com 128 células preenchidas com substrato comercial Bioplant®. Quando as plântulas atingiram cerca de 4 cm de altura, o que ocorreu aos 60 dias após o semeio, foram transplantadas para os vasos.

Foram avaliadas a altura de plantas, medida com régua graduada em milímetros, colocada desde o nível do substrato até a gema apical; diâmetro do caule, medido com paquímetro digital a $\pm 1,0 \text{ cm}$ do nível do substrato. O índice de clorofila total foi determinado por meio do SPAD - (Soil Plant Analysis Development), utilizando-se clorofilômetro Konica-Minolta SPAD 502, medindo-se em dois folíolos da região mediana do limbo foliar da terceira e quarta folhas do ápice da planta, com intervalos de 30 dias, a partir de 30 até 210 dias após o transplantio das mudas – DAT.

Aos 210 DAT todas as plantas foram colhidas, retirando-as inteiras dos vasos, sendo lavadas as raízes e separadas em folhas, caules e raízes. Avaliaram-se as áreas foliares e radiculares e as massas secas das folhas, caules e raízes. A massa seca foi obtida após secagem em estufa de circulação forçada de ar, a $60 \pm 5^\circ\text{C}$, até massa constante. A pesagem foi feita em balança analítica com precisão de $0,001 \text{ g}$. As áreas foliar e radicular foram medidas com analisador de imagens WinDIAS 3 (WinDIAS 3, Delta-T Devices, Cambridge, UK).

Amostras das massas secas da parte aérea (folhas e caules) e raízes foram trituradas em moinho tipo Willey, homogeneizadas e determinados os teores de macronutrientes (Malavolta, 2006).

Após a colheita das plantas de guavira foram determinados os atributos físicos e químicos dos substratos (Silva, 2009; Donagema *et al.*, 2011).

As médias de todos os dados foram submetidas à análise de variância pelo teste F e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de t de Student, para textura do substrato, e análise de regressão, para doses de calcário ($p < 0,05$). Os dados tomados ao longo do ciclo de cultivo foram analisados em parcelas subdivididas no tempo, e as médias foram submetidas à análise de variância e de regressão ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os atributos físicos dos substratos não foram influenciados pelas doses de calcário, apresentando os seguintes valores médios para LVD: areia = $0,19\%$; argila = $80,17\%$; silte = $19,63\%$; densidade do solo = $1,04 \text{ kg dm}^{-3}$; densidade de partícula = $2,86 \text{ kg dm}^{-3}$; porosidade total = $63,38\%$, e LVD+areia: areia = $1,46\%$; argila = $22,87\%$; silte = $75,66\%$; densidade do solo = $1,30 \text{ kg dm}^{-3}$; densidade de partícula = $2,70 \text{ kg dm}^{-3}$; porosidade total = $51,65\%$.

O diâmetro mínimo das partículas da areia fina é de $0,05 \text{ mm}$, o que representa o limite mínimo da divisão de areia fina para silte. A metodologia adotada utiliza o peneiramento para as frações areia grossa e areia fina, e a sedimentação para as frações silte e argila, assim, quando as partículas de areia possuem o tamanho no limite da divisão

podem passar pelo jogo de peneiras e superestimar a fração silte por meio da sedimentação das partículas mais pesadas (Ruiz, 2005) no substrato LVd+areia.

Os atributos pH CaCl₂, Al, Ca, Mg, SB e CTC foram influenciados pela interação entre doses de calcário e textura do substrato, enquanto P, K e V% apenas pela textura do substrato, e H+Al e V% pelas doses de calcário (Quadro 1).

O aumento das doses de calcário nos substratos estudados, incrementou os valores de pH CaCl₂, Ca, Mg, SB e CTC e reduziu os teores de Al trocável (Quadro 1). Adição de CaCO₃ e MgCO₃, através da calagem, promove a reação dos íons H⁺ da solução do solo com os carbonatos adicionados liberando hidroxila, cálcio, magnésio, gás carbônico e água para solução do solo promovendo efeitos diretos nas características avaliadas.

Resultados similares foram observados em outros trabalhos. Carmo e Silva (2016) verificaram o

aumento do pH e da disponibilidade de nutrientes em diferentes tipos de solo. A dose equivalente a 19 t ha⁻¹ elevou o pH de 4,3 para 6,7 em Latossolo Vermelho distroférrico e a dose equivalente a 2,16 t ha⁻¹ elevou o pH de 5,2 para 6,7 em Neossolo quartzarênico. Carnevali *et al.* (2014), estudando o efeito de cinco doses de calcário (0, 2, 4, 8 e 16 t ha⁻¹) no desenvolvimento inicial da guavira, verificaram que o uso da calagem proporcionou aumentos do pH e dos teores de nutrientes em Latossolo Vermelho distroférrico.

Nos dois substratos ocorreram mudanças no pH, observando-se maior valor (7,54) no substrato LVd+areia com 5 t ha⁻¹ de calcário. Nessa faixa de pH, ocorre a redução da disponibilidade dos nutrientes N, P, K, Ca, Mg, Zn, B e Cu (Malavolta *et al.*, 2006) para as plantas. No entanto, o pH do substrato LVd com a dose de 5 t ha⁻¹ de calcário não alcalinizou o substrato (Quadro 1) devido, à alta capacidade tampão do solo utilizado LVd; assim, constatou-se maior resistência do substrato LVd para elevar o pH do substrato.

Quadro 1 - Atributos químicos dos substratos, cultivados com *Campomanesia adamantium*, aos 210 dias após o transplântio, em função das doses de calcário e dos substratos

Atributos	Textura					
	LVd		LVd+areia			
	Equação	Teor	Dose	Equação	Teor	Dose
pH CaCl ₂	$\hat{y}=3,888+0,536*x;$ R ² =0,93	6,57	5,00	$\hat{y}=5,174+0,474*x;$ R ² =0,65	7,54	5,00
Al (cmol _c dm ⁻³)	$\hat{y}=0,460-$ $0,289*x+0,039*x^2;$ R ² =0,97	0,00	2,30	$\hat{y}=0,117-$ $0,086*x+0,012*x^2;$ R ² =0,79	0,00	1,80
Ca (cmol _c dm ⁻³)	$\hat{y}=1,009+0,886*x-$ $0,104*x^2;$ R ² =0,97	2,90	4,26	$\hat{y}=1,206+0,155*x;$ R ² =0,83	1,98	5,00
Mg (cmol _c dm ⁻³)	$\hat{y}=0,451+1,019*x-$ $0,115*x^2;$ R ² =0,98	2,71	4,43	$\hat{y}=0,675+0,602*x-$ $0,073*x^2;$ R ² =0,94	1,92	4,12
SB (cmol _c dm ⁻³)	$\hat{y}=10,483+2,546*x-$ $0,295*x^2;$ R ² =0,96	15,98	4,32	$\hat{y}=7,068+0,519*x;$ R ² =0,82	9,66	5,00
CTC (cmol _c dm ⁻³)	$\hat{y}=21,314+2,296*x-$ $0,269*x^2;$ R ² =0,96	26,21	4,27	$\hat{y}=17,818+0,445*x;$ R ² =0,78	20,04	5,00
	Equação	Teor	Dose			
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	$\hat{y}=10,786-0,131*x;$ R ² =0,96	10,13	5,00			
V (%)	$\hat{y}=51,553+2,191*x;$ R ² =0,82	62,51	5,00			
*Tipo de substrato	LVd	LVd+areia	C.V.(%)			
P (mg dm ⁻³)	2,28 b	3,31 a	18,99			
K (cmol _c dm ⁻³)	9,85 a	5,23 b	11,69			
V%	56,37 a	43,33 b	5,29			

*Médias seguidas pela mesma letra nas linhas, não diferem entre si pelo teste t, a 5% de probabilidade. * Coeficiente significativo pelo teste t, a 5% de probabilidade. pH em CaCl₂ – pH em solução centimolar de cloreto de cálcio; Al, Ca, Mg, K – formas trocáveis; SB – soma de bases, ou Ca+Mg+K; CTC – capacidade de troca cations, ou SB + (H+Al); H+Al – (hidrogênio+alumínio) ou acidez potencial; V% - índice de saturação por bases ou V%= 100*(SB/T); P – fósforo extraído do substrato através de Mehlich. Latossolo Vermelho distroférrico - LVd e LVd+areia.

Na ausência de calagem ocorreu maiores teores de Al trocável nos substratos LVd e LVd+areia [0,46 cmol_c dm⁻³ e 0,11 cmol_c dm⁻³, respectivamente (Quadro 1)]. Os valores de Al reduziram para 0,00 cmol_c dm⁻³ sob dose de 2,30 t ha⁻¹ de calcário para o LVd e 1,80 t ha⁻¹ de calcário para LVd+areia. O uso da calagem, promove a liberação de hidroxila na solução do solo que reage com o alumínio formando hidróxido de alumínio insolubilizado o Al³⁺ tóxico para as plantas, permitindo maior desenvolvimento radicular.

A maior disponibilidade de P no substrato LVd+areia em relação ao LVd (Quadro 1) está associada a elevação do pH, o P tem sua disponibilidade aumentada com a elevação do pH. A disponibilidade de P em solos ácidos altamente intemperizados está associada ao fosfato ligado ao alumínio e ao ferro, assim quando há aumento do pH ocorre a neutralização do alumínio e do ferro, aumento da atividade biológica e redução fixação via precipitação do P, favorecendo o desenvolvimento vegetal (Raij, 2011). Nesse sentido o uso de substrato mais arenoso pode ser vantajoso, pelo menor poder tampão, assim uma dose menor de calcário eleva mais facilmente o pH e pode aumentar a disponibilidade de P (Centeno *et al.*, 2017) para as plantas.

Houve aumento do índice de saturação por bases (V%) com o incremento das doses de calcário (Quadro 1). O uso do calcário dolomítico aumenta os teores de Ca e Mg, que por sua vez eleva a soma de base (Natale *et al.*, 2012), e conseqüentemente, aumento do crescimento vegetal. Valor próximo foi encontrado por Carnevali *et al.* (2014), em que a dose de 8 t ha⁻¹ de calcário sem o uso de gesso agrícola apresentou o maior índice de saturação por base de 50,07%.

As características das plantas de guavira avaliadas durante o crescimento foram influenciadas pela interação entre as doses de calcário, textura do substrato e épocas de avaliações (Quadro 2).

Em geral, houve aumento das características avaliadas com o passar dos dias (épocas de avaliação), obtendo-se maiores valores aos 210 dias após transplântio (Quadro 2). As plantas cultivadas no substrato LVd com 5 t ha⁻¹ de calcário apresentaram maior altura, diâmetro do caule e índice SPAD (Quadro 2). Para o substrato LVd+areia as maiores alturas, diâmetro do caule e índice SPAD foram obtidas utilizando a dose de 1 t ha⁻¹ de calcário (Quadro 2).

Quadro 2 - Características de crescimento de *Campomanesia adamantium*, em função de doses de calcário e textura de substratos, aos 210 dias após transplântio

Características	Doses de calcário (t ha ⁻¹)	Textura			
		LVd		LVd+areia	
		Equação	Máximo ¹	Equação	Máximo ¹
Altura de planta (cm)	0,00	$\hat{y}=2,334+0,008*x$; R ² =0,99	4,01	$\hat{y}=3,340+0,008*x$; R ² =0,80	5,02
	1,00	$\hat{y}=2,104+0,013*x$; R ² =0,99	4,83	$\hat{y}=2,910+0,016*x$; R ² =0,97	6,27
	2,00	$\hat{y}=2,444+0,015*x$; R ² =0,91	5,59	$\hat{y}=3,108+0,006*x$; R ² =0,81	4,36
	3,00	$\hat{y}=2,677+0,017*x$; R ² =0,88	6,24	$\hat{y}=2,528+0,006*x$; R ² =0,97	3,78
	5,00	$\hat{y}=2,489+0,035*x$; R ² =0,95	9,83	$\hat{y}=2,146+0,006*x$; R ² =0,98	3,40
Diâmetro do caule (mm)	0,00	$\hat{y}=0,819+0,001*x$; R ² =0,79	1,02	$\hat{y}=1,058+0,002*x$; R ² =0,91	1,47
	1,00	$\hat{y}=1,086+0,001*x$; R ² =0,82	1,29	$\hat{y}=1,061+0,002*x$; R ² =0,95	1,48
	2,00	$\hat{y}=1,116+0,001*x$; R ² =0,79	1,32	$\hat{y}=1,034+0,001*x$; R ² =0,71	1,24
	3,00	$\hat{y}=1,062+0,002*x$; R ² =0,79	1,48	$\hat{y}=1,031+0,001*x$; R ² =0,73	1,24
	5,00	$\hat{y}=0,872+0,006*x$; R ² =0,97	2,13	$\hat{y}=0,960+0,001*x$; R ² =0,84	1,17
Índice SPAD	0,00	$\hat{y}=22,757+0,067*x-0,00008*x^2$; R ² =0,99	33,29	$\hat{y}=24,134+0,036*x$; R ² =0,97	31,69
	1,00	$\hat{y}=23,262+0,072*x-0,00008*x^2$; R ² =0,99	34,85	$\hat{y}=22,163+0,082*x-0,0001*x^2$; R ² =0,98	34,97
	2,00	$\hat{y}=29,008+0,031*x$; R ² =0,97	35,51	$\hat{y}=22,445+0,041*x$; R ² =0,98	31,05
	3,00	$\hat{y}=29,941+0,026*x$; R ² =0,72	35,40	$\hat{y}=21,974-0,018*x+0,0002*x^2$; R ² =0,98	27,01
	5,00	$\hat{y}=31,867+0,031*x$; R ² =0,86	38,37	$\hat{y}=19,214+0,030*x$; R ² =0,73	25,51

¹Máximo aos 210 dias após o transplântio. * Significativo pelo teste t, a 5% de probabilidade. Latossolo Vermelho distroférico - LVd e LVd+areia.

As maiores características de crescimento das plantas no substrato LVd estão relacionadas com os maiores teores de K, Ca e Mg (Quadro 1). O uso da calagem aumenta diretamente os teores de Ca e Mg no solo, reduz o teor de alumínio trocável e aumenta o pH do solo. Além disso, o pH adequado aumenta a disponibilidade de N, P, K, S, Mo e Cl (Taiz e Zeiger, 2017) proporcionando maior crescimento vegetal.

Carnevali *et al.* (2014) verificaram que doses de até 16 t ha⁻¹ de calcário em Latossolo Vermelho distroférico aumentaram a altura de planta (13,91 cm) e diâmetro do caule (1,89 mm) de *C. adamantium* aos 200 DAT, verificando que o uso da calagem nesse solo é essencial para o crescimento vegetal. Na literatura há relatos de que a calagem promove aumentou os teores de N nas folhas, em consequência da elevação do pH (Santos *et al.*, 2016), assim, a elevação do pH afeta diretamente a maior disponibilidade do nutriente no solo, e em consequência do aumento do N pode ocorrer maior absorção e aumento do crescimento vegetal.

A maior altura, diâmetro do caule e índice SPAD utilizado o substrato de LVd+areia ocorreu sob a dose de 1 t ha⁻¹ de calcário (Quadro 2). Esse resultado corrobora com os obtidos na análise de solo (Quadro 1), evidenciando o menor poder tampão do substrato LVd+areia. O aumento das doses de calagem elevou o pH do substrato chegando a alcalinidade nas maiores doses, consequentemente, reduzindo a disponibilidade dos nutrientes N, P, K, S, Mo e Cl e também reduzindo o crescimento vegetal.

As massas secas de folhas, caules e raízes, áreas foliar e radicular e o comprimento da maior raiz das plantas de guavira foram influenciadas pela interação doses de calcário e textura do substrato (Figura 1).

As maiores produções de massas secas de raiz, caule e folhas áreas foliar e radicular e comprimento da maior raiz foram obtidas utilizando-se o substrato LVd com 5 t ha⁻¹ de calcário. As maiores produções estão relacionadas com o aumento dos teores de Ca e Mg pela calagem e também pelo aumento da disponibilidade de N, P, K, S, Mo e Cl pela elevação do pH.

A calagem foi essencial em promover o aumento do pH e elevação da disponibilidade de P. O Latossolo Vermelho distroférico é um solo altamente intemperizado, formando principalmente por óxidos de Fe e Al com predomínio de cargas dependentes de pH e alta capacidade de adsorção de P. A elevação do pH do solo pela calagem é muito importante, pois aumenta a concentração e atividade dos íons OH⁻ em solução, e promove a precipitação de Fe e Al. Com isso há redução e precipitação de P-Fe e P-Al de baixa solubilidade e aumentos das cargas negativas pela desprotonação de hidroxilas expostas nas argilas, ocorrendo repulsão entre o fosfato e a superfície adsorvente, aumentando a disponibilidade as plantas (Kostic *et al.*, 2015) e favorecendo o acúmulo de biomassa seca.

Geralmente as espécies nativas do Cerrado respondem positivamente ao fornecimento de fósforo aumentando a produção de biomassa. Souza *et al.* (2014) verificaram que o uso de 125,16 mg kg⁻¹ de P₂O₅ e 62,46 mg kg⁻¹ de N em Latossolo Vermelho distroférico corrigido com calagem para V%= 60 aumentou a produção de biomassa de plantas de *Stryphnodendron polyphyllum* (Mart.). Vieira *et al.* (2011) observaram maior produção de folhas e raízes com o uso de 380 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 114 kg ha⁻¹ de N sem adição de calagem para correção do Latossolo Vermelho distroférico. Ambos estudos verificaram que o fosforo foi o elemento principal em proporcionar maior acúmulo de biomassa.

Assim como o P, a disponibilidade de N é afetada pela variação do pH. A nitrificação é maior em solos com pH próximo a neutralidade conforme ocorre a redução há redução da população e atividade das bactérias nitrificadoras (Marschner, 2012). Desta forma, o aumento da disponibilidade de N, favoreceu a produção de biomassa e aumento da área foliar das plantas, pois o N está diretamente envolvido com a taxa de expansão e divisão celular, maior síntese de carboidratos e aminoácidos, promovendo maior crescimento e área foliar (Ciriello *et al.*, 2014).

A calagem também proporcionou aumento da área radicular e o comprimento da maior raiz em plantas de guavira, obtendo maior produção

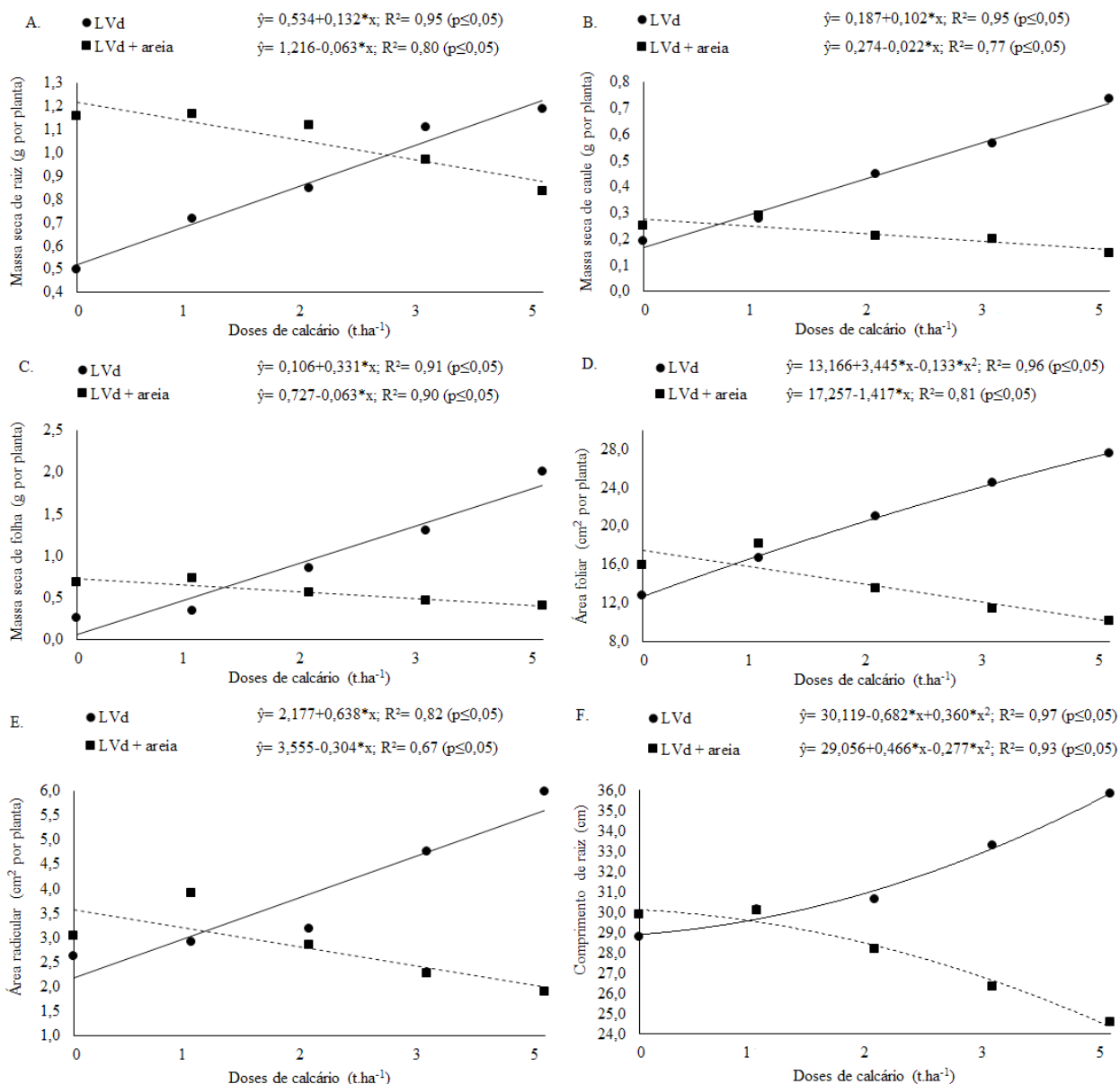


Figura 1 - Massas secas de raiz (A), caule (B), folhas (C), áreas foliar (D) e radicular (E) e comprimento da maior raiz (F) de plantas de *Campomanesia adamantium* cultivadas sob doses de calcário e texturas de substratos. *Significativo pelo teste t, a 5% de probabilidade. Latossolo Vermelho distroférrico - LVd e LVd+areia.

utilizando o substrato LVd com 5 t ha⁻¹ (Figura 1E e F). A calagem promove redução diminuindo os níveis tóxicos de Al e aumento da concentração de Ca no solo essencial para o crescimento radicular. A presença de Al³⁺ no solo retarda o crescimento e desenvolvimento radicular, aumentando o diâmetro das raízes e promovendo a diminuição do número de raízes laterais, pois o Al³⁺ fica retido principalmente no córtex radicular, dentro do estelo, alterando o padrão anatômico do floema e

do periciclo (Banhos *et al.*, 2016). Assim, a redução do teor de Al no solo permite maior crescimento radicular.

O aumento da concentração de Ca no substrato também pode ter estimulado o crescimento radicular. O Ca tem papel central na regulação de muitos processos celulares em plantas, incluindo mitose e citocinese, sinalização celular, gravitropismo, crescimento polar e correntes

citoplasmáticas (Taiz e Zeiger, 2017). Prado e Natale (2004) verificaram efeitos positivos da aplicação de calcário ao substrato sobre o desenvolvimento do sistema radicular em goiabeiras (Myrtaceae) cultivadas em um Latossolo Vermelho distrófico ácido nas doses 0, 3,7 e 7,4 t ha⁻¹ de calcário. Os autores observaram que, com a calagem, houve correção da acidez do substrato, aumentando a saturação por bases e conseqüente incremento da disponibilidade e absorção de cálcio pelas plantas, proporcionando maior desenvolvimento do sistema radicular das goiabeiras.

Por outro lado, quando as plantas de guavira foram cultivadas em LVD+areia e 5 t ha⁻¹ de calcário apresentaram menores produções das características avaliadas. Possivelmente esse resultado está associado a alcalinização do substrato ocasionado pela alta dose de calcário. Observa-se que a dose de 1 t ha⁻¹ de calcário apresentou maior produção, mas, devido ao ajuste da regressão ser linear, a maior produção foi considerada sem o uso de calagem. No entanto, é possível afirmar que dose baixas de calcário em substrato de base arenosa promovem maior crescimento da guavira, pela correção do pH do solo, redução do alumínio tóxico e aumento da concentração de Ca e Mg e aumento da disponibilidade de N, P, K, S, Mo e Cl. Todos esses fatores estão relacionados ao menor poder tampão do substrato de base arenosa sendo necessário menores doses de calcário.

Os teores dos nutrientes N, P, K, Ca e Mg na parte aérea e na raiz das plantas de guavira foram influenciados pela interação entre as doses de calcário e textura do substrato (Quadro 3).

O substrato LVD com 5 t ha⁻¹ de calcário proporcionaram maiores teores de N e K na parte aérea e raiz das plantas de guavira. A calagem pode influenciar positivamente as concentrações de N na parte aérea e raiz, devido à elevação do pH do substrato e aumento da mineralização do N (Santos *et al.*, 2016). Além disso, com a elevação do pH do solo ocorre a dissociação dos íons H⁺ da superfície das argilas e, assim, a liberação de cargas negativas para a troca de cátions e assim aumentar a disponibilidade dos nutrientes em solução (Carmo e Silva, 2016).

Para os nutrientes P, Ca e Mg observaram-se os máximos teores na parte aérea sob as doses 4,80, 4,95 e 4,08 t ha⁻¹ de calcário, respectivamente. Os níveis de P aumentaram em função da elevação do pH e os níveis de Ca e Mg aumentaram em função dos maiores teores de carbonato de cálcio e magnésio presente no calcário. Os maiores teores de nutrientes nas raízes foram observados sob a dose de 5 t ha⁻¹ de calcário (Quadro 3).

O uso da calagem se torna primordial no cultivo de guavira em substrato LVD. Em trabalhos como o de Vieira *et al.* (2011), em que não foi realizada

Quadro 3 - Teores de macronutrientes na parte aérea e raiz de *Campomanesia adamantium* cultivadas sob doses de calcário, em substratos Latossolo Vermelho distrófico - LVD e LVD+areia

Nutriente	Teor de macronutrientes (g kg ⁻¹)						
	LVD		Textura		LVD+areia		
	Equação	Teor	Dose	Equação	Teor	Dose	
Parte aérea							
N	$\hat{y}=14,026+3,528*x-0,324*x^2$; R ² =0,94	23,57	5,00	$\hat{y}=24,185-2,938*x+0,339*x^2$; R ² =0,93	24,19	0,00	
P	$\hat{y}=5,247+0,711*x-0,074*x^2$; R ² =0,97	6,95	4,80	$\hat{y}=5,035-0,106*x$; R ² =0,90	5,04	0,00	
K	$\hat{y}=8,774+0,607*x$; R ² =0,98	11,81	5,00	$\hat{y}=11,133-0,637*x$; R ² =0,87	11,13	0,00	
Ca	$\hat{y}=5,990+2,615*x-0,264*x^2$; R ² =0,97	12,47	4,95	$\hat{y}=10,366-2,717*x+0,345*x^2$; R ² =0,94	10,37	0,00	
Mg	$\hat{y}=1,462+0,669*x-0,082*x^2$; R ² =0,90	2,83	4,08	$\hat{y}=2,643-0,172*x$; R ² =0,98	2,64	0,00	
Raiz							
N	$\hat{y}=10,511+2,349*x$; R ² =0,97	22,26	5,00	$\hat{y}=16,445-1,650*x+0,132*x^2$; R ² =0,98	16,45	0,00	
P	$\hat{y}=5,512+0,230*x$; R ² =0,88	6,66	5,00	$\hat{y}=6,523-1,029*x+0,107*x^2$; R ² =0,97	6,52	0,00	
K	$\hat{y}=5,701+0,442*x$; R ² =0,92	7,91	5,00	$\hat{y}=6,781-0,412*x$; R ² =0,96	6,78	0,00	
Ca	$\hat{y}=3,292+0,654*x$; R ² =0,93	6,56	5,00	$\hat{y}=8,224-2,475*x+0,316*x^2$; R ² =0,92	8,22	0,00	
Mg	$\hat{y}=1,907+0,273*x-0,018*x^2$; R ² =0,96	1,82	5,00	$\hat{y}=2,205-0,507*x+0,054*x^2$; R ² =0,93	2,21	0,00	

*Significativo pelo teste t, a 5% de probabilidade.

calagem, foram verificados menores teores dos nutrientes N (9,41 g kg⁻¹), P (4,24 g kg⁻¹) e K (1,24 g kg⁻¹) utilizando as doses de 380 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 114 kg ha⁻¹ de N, em comparação com este trabalho.

De maneira inversa, observou-se maiores teores de N, P, K, Ca e Mg utilizando o substrato LVd+areia sem calcário (Quadro 3). Esses resultados confirmam que a alcalinização do substrato arenoso reduz a disponibilidade de nutrientes, o crescimento e a adsorção de nutrientes das plantas de guavira. O aumento das doses de calcário no substrato LVd+areia pode ter ocasionado a formação de compostos quelatos, tornando-se indisponíveis para as plantas (Machado *et al.*, 2011), e pôr a planta ser adaptada a condições de solos ácidos do cerrado e ser eficiente em absorvê-lo nessas condições, é necessário que o substrato seja levemente ácido para promover maior crescimento.

Os resultados observados indicam que as doses de calcário a serem aplicadas nos diferentes substratos devem ser diferentes e deve-se considerar sobretudo o teor de argila do mesmo; assim, a calagem para o cultivo de guavira nas condições do presente estudo é primordial no substrato LVd. No entanto, para o substrato LVd+areia não se deve

adicionar calcário ou quando necessário utilizar doses baixas de calcário apenas para adicionar os nutrientes Ca e Mg.

CONCLUSÕES

Os atributos químicos dos substratos compostos por LVd e LVd+areia variaram com a adição das doses de calcário.

As plantas de guavira apresentaram maior crescimento quando foi utilizado o substrato LVd com 5 t ha⁻¹ de calcário e quando foi utilizado LVd+areia sem o uso de calcário.

Os teores de macronutrientes na parte aérea e nas raízes das plantas foram maiores quando se utilizou substrato LVd com 5 t ha⁻¹ de calcário e LVd+areia sem a adição de calcário.

AGRADECIMENTOS

À CAPES e ao CNPq, pelas bolsas concedidas e à FUNDECT, pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Banhos, O.F.A.A.; Carvalho, B.M. de.O.; Veiga, E.B. da; Bressan, A.C.G.; Tanaka, F.A.O. & Habermann, G. (2016) - Aluminum-induced decrease in CO₂ assimilation in 'Rangpur' lime is associated with low stomatal conductance rather than low photochemical performances. *Scientia Horticulture*, vol. 205, p. 133-140. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.04.021>
- Carmo, D.L. & Silva, C.A. (2016) - Condutividade elétrica e crescimento do milho em solos contrastantes sob aplicação de diversos níveis de calagem. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 51, n. 10, p. 1762-1772. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2016001000008>
- Carnevali, T.O.; Vieira, M.C.; Carnevali, N.H.S.; Coelho, D.V.B.S.A.; Torales, E.P. & Heredia Zárata, N.A. (2014) - Correção do solo para o desenvolvimento inicial de *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg. *Cadernos de Agroecologia*, vol. 9, n. 4, p. 1-10.
- Carnevali, T.O.; Vieira, M.C.; Souza, N.H.; Ramos, D.D.; Heredia Zárata, N.A. & Cardoso, C.A.L. (2012) - Espaçamentos entre plantas e adição de cama-de-frango na produção de biomassa das plantas e na composição química dos frutos da *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, vol. 14, n. 4, p. 680-685. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-05722012000400016>
- Centeno, L.N.; Guevara, M.D.F.; Cecconello, S.T.; Sousa, R.O. & Timm, L.C. (2017) - Textura do solo: Conceitos e aplicações em solos arenosos. *Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade*, vol. 4, n. 1, p. 31-37.
- Ciriello, V.; Guerrini, I.A. & Backes, C. (2014) - Doses de nitrogênio no crescimento inicial e nutrição de plantas de guanandi. *Cerne*, vol. 20, n. 4, p. 653-660. <http://dx.doi.org/10.1590/01047760201420041445>

- Donagema, G.K.; Campos, D.V.B.; Calderano, S.B.; Teixeira, W.G. & Viana, J.H.M. (2011) - *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 230 p.
- Donagemma, G.K.; Freitas, P.L.; Balieiro, F.C.; Fontana, A.; Spera, S.T.; Lumbreras, J.F.; Viana, J.H.M.; Araujo Filho, J.C.; Santos, F.C.; Albuquerque, M. R.; Macedo, M.C.M.; Teixeira, P.C.; Amaral, A.J.; Bortolon, E. & Bortolon, L. (2016) - Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 51, n. 9, p. 1003-1020. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900001>
- Kostic, L.; Nikolic, N.; Samardzic, J.; Milisavljevic, M.; Maksimović, V.; Cakmak, D.; Manojlovic, D. & Nikolic, M. (2015) - Liming of anthropogenically acidified soil promotes phosphorus acquisition in the rhizosphere of wheat. *Biology and Fertility of Soils*, vol. 51, n. 3, p. 289-298. <http://doi.org/10.1007/s00374-014-0975-y>
- Lepsch, I.F. (2010) - *Formação e Conservação do Solo*. São Paulo, Oficina de Texto, 216 p.
- Lorenzi, H.; Lacerda, M.T.C. & Bacher, L.B. (2015) - *Frutas no Brasil - Nativas e Exóticas*. São Paulo, Instituto Plantarum, 768 p.
- Machado, V.J.; Souza, C.H.E.; Andrade, B.B.; Lana, R.M.Q. & Korndorfer, G.H. (2011) - Curvas de disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico. *Bioscience Journal*, vol. 27, n. 1, p. 70-76.
- Malavolta, E. (2006) - *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo, Ceres, 638 p.
- Marschner, P. (2012) - *Mineral nutrition of higher plants*. New York, Academic Press, 651 p.
- Natale, W.; Rozane, D.E.; Parent, L.E. & Parent, S.E. (2012) - Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. *Revista Brasileira de Fruticultura*, vol. 34, n. 4, p. 1294-1306. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452012000400041>
- Peixoto, A.L.; Luz, J.R.P. & Brito, M.A. (2016) - *Conhecendo a Biodiversidade*. Brasília, CNPq: Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, 195 p.
- Prado, R.M. & Natale, W. (2004) - A calagem na nutrição e no desenvolvimento do sistema radical da caramboleira. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, vol. 3, n. 1, p. 3-8.
- Raij, B.V. (2011) - *Fertilidade do solo e manejo de nutrientes*. Piracicaba, IPNI, 420 p.
- Ruiz, H.A. (2005) - Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte + argila). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 29, n. 2, p. 297-300. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000200015>
- Santos, M.P.; Castro, Y.O.; Marques, R.C.; Pereira, D.R.M.; Godoy, M.M. & Reges, N.P.R. (2016) - Importância da calagem, adubações tradicionais e alternativas na produção de plantas forrageiras: Revisão. *Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia*, vol. 10, n. 1, p. 1-12. <https://doi.org/10.22256/pubvet.v10n1.1-12>
- Silva, F.C. (2009) - *Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes*. Brasília, Embrapa Informação Tecnológica, 627 p.
- Souza, J.C.; Piccinelli, A.C.; Aquino, D.F.; Souza, V.V.; Schmitz, W.O.; Traesel, G.K.; Cardoso, C.A.; Kassuya, C.A. & Arena, A.C. (2017) - Toxicological analysis and antihyperalgesic, antidepressant, and anti-inflammatory effects of *Campomanesia adamantium* fruit barks. *Nutritional Neuroscience*, vol. 20, n. 1, p. 23-31. <http://doi.org/10.1179/1476830514Y.0000000145>
- Souza, N.H.; Marchetti, M.E.; Carnevali, T.O.; Ramos, D.D.; Scalón, S.P.Q. & Oliveira, M.T. (2014) - Crescimento inicial de *Stryphnodendron polyphyllum* (Mart.) em resposta à adubação com N e P. *Cerne*, vol. 20, n. 3, p. 441-447. <http://dx.doi.org/10.1590/01047760201420031425>
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2017) - *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. Porto Alegre, Artmed, 888 p.
- Vieira, M.C.; Perez, V.B.; Heredia Zárata, N.A.; Santos, M.C.; Peloso, I.A.O. & Pessoa, S.M. (2011) - Nitrogênio e fósforo no desenvolvimento inicial da guavira [*Campomanesia adamantium* (Cambess.) O. Berg] cultivada em vasos. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, vol. 13, n. esp., p. 542-549. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-05722011000500007>