

Substratos com bioestimuladores e cama de frango no crescimento de *Allophylus edulis*¹

Fernando Henrique Moreira dos Santos^{2*} , Ademir Goelzer³ , Orivaldo Benedito da Silva³ , Cleberton Correia Santos² , Néstor Antonio Heredia Zárate²  & Maria do Carmo Vieira² 

¹Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, CEP 79804-970, Rodovia Dourados/Itahum, Km 12, Unidade II, Dourados, MS, Brasil.

³Programa de Pós-Graduação em Biologia Geral/Bioprospecção, Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais, Universidade Federal da Grande Dourados, CEP 79804-970, Rodovia Dourados/Itahum, Km 12, Unidade II, Dourados, MS, Brasil.

*Autor para correspondência: fernandoh.agronomia@gmail.com

Submetido: 27.II.2020

Aceito: 22.XII.2023

RESUMO – Objetivou-se investigar substratos adequados ao crescimento do *Allophylus edulis*. Foram testadas combinações de substrato do tipo Latossolo Vermelho Distroférico coletado em área sob Cerrado (LC), sob fragmentos florestais, mancha de Mata Atlântica (LM), com cama de frango (CF), Penegetic K[®] (Pen) e Fert-Bokashi[®] (Bok). Nos substratos com cama de frango incorporada houve aumento, em média, de 332,9% de P, 137% de Ca, 124% de Mg e 271% de Zn. Nas plantas cultivadas nos substratos com cama de frango (LC + CF, LC + Pen + CF e LC + Bok + CF) verificou-se aumento, em média, de 332,9% de P, 137% de Ca, 124% de Mg e 271% de Zn e alcançaram o maior diâmetro do coleto, área foliar e radicular, massa seca. A adição de cama de frango ao substrato contribuiu positivamente para o crescimento das plantas de cocum.

Palavras-chave: bokashi, cocum, penegetic, resíduo orgânico, Sapindaceae.

ABSTRACT - Substrates with biostimulators and chicken manure on the growth of *Allophylus edulis*. The objective was to investigate suitable substrates for the growth of *Allophylus edulis*. Oxisol substrate combinations collected in an area under 'Cerrado' (LC), under forest fragments, Atlantic Forest (LM), with chicken mature (CF), Penegetic K[®] (Pen) and Fert-Bokashi[®] were tested. (Bok). On substrates with incorporated chicken mature, there was an average increase of 332.9% P, 137% Ca, 124% Mg and 271% Zn. On substrates with incorporated chicken mature (LC + CF, LC + Pen + CF and LC + Bok + CF) there was an increase, on average, of 332.9% P, 137% Ca, 124% Mg and 271% Zn and reached the largest diameter of the plant stem, leaf and root area. The addition of chicken mature to the substrate contributed positively to the growth of the cocum plants.

Keywords: bokashi, cocum, organic residue, penegetic, Sapindaceae.

INTRODUÇÃO

Allophylus edulis (A. St.-Hill., Cambes. & A. Juss.) (Sapindaceae) é uma planta nativa brasileira, popularmente conhecida como “vacum”, “cocum”, “chal-chal”, entre outros (Lorenzi *et al.* 2006). O cocum é usado empiricamente pela população para fins medicinais, dentre eles o tratamento de diabetes, inflamações da garganta, problemas intestinais e digestivos (Trevizan *et al.* 2016). As folhas e frutos de cocum apresentam atividades antioxidantes, microbiana em função da presença de flavanoides e compostos fenólicos (Tirloni *et al.* 2015) e compostos bioativos (Umeo *et al.* 2011).

O cocum ocorre tanto em florestas decíduas sazonais quanto em ombrófilas mistas (Kaiser *et al.* 2016), demonstrando capacidade de recuperação de áreas degradadas em virtude de apresentar potencial de resiliência e regeneração natural, especialmente por apresentar rápido

crescimento (Umeo *et al.* 2011). Os frutos dessa espécie são pequenos e atrativos a avifauna, que contribuem na dispersão de sementes; quando maduros, são adocicados, comestíveis e quando fermentados produzem uma bebida vinosa conhecida como “chicha” (Abreu *et al.* 2005).

Dada à importância, há vários estudos sobre seus princípios ativos, porém, são escassos os trabalhos relacionados a manejos e tratamentos culturais com a espécie na silvicultura inicial, cuja exploração é exclusivamente em áreas nativas. Dentre os fatores que podem influenciar diretamente o crescimento inicial das plantas, pode-se citar o substrato, no qual devem apresentar características desejáveis a favorecer a nutrição das mudas, e consequentemente a produção de biomassa (Costa 2017, Teixeira 2017) especialmente dentro dos conceitos de agricultura familiar. O objetivo deste trabalho foi conhecer a produtividade agroeconômica da mandioquinha-salsa cultivada com dois espaçamentos entre plantas (20 e 25 cm).

Na formulação de substratos podem ser utilizados diferentes materiais, tal como os resíduos orgânicos, em destaque a cama de frango. Esse resíduo apresenta elevado potencial na produção de mudas, pois quando adicionada ao solo/substrato melhora as propriedades físicas, químicas e microbiológicas dos substratos e, conseqüentemente, pode aumentar a produtividade e a qualidade das mudas (Costa *et al.* 2009, Huang *et al.* 2019, Rosset *et al.* 2019). Em estudo realizado por Vieira *et al.* (2015) verificaram que a adição de cama de frango contribuiu na produção de marcela *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC.

Além do resíduo orgânico, existem produtos comerciais que visam melhorar a qualidade dos substratos, como o Fert-Bokashi® e o Penegetic K®. Esses dois produtos visam reequilibrar a microbiota do substrato, acelerando o processo de decomposição, o que otimiza a disponibilização de nutrientes presentes na matéria orgânica para as plantas (Cobucci *et al.* 2015, Soeparjono 2016, Souza & Peres, 2016). No entanto, estudos associando bioestimuladores e resíduo orgânico ao substrato para crescimento inicial do cocum são escassos na literatura.

A fim de testar a hipótese de que o Penegetic®, Fert-bokashi® e a cama de frango contribuem na dinâmica nutricional do substrato e da planta, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito de diferentes substratos com bioestimuladores e cama de frango no crescimento inicial de cocum.

MATERIAL E MÉTODOS

Condições gerais e obtenção de mudas

O experimento foi realizado no período de dezembro/2015 à janeiro/2017 sob condições de viveiro com 50% de sombreamento e cobertura lateral e superior com polietileno com espessura de 150 micras, na Faculdade de Ciências Agrárias (22°11'43"S e 54°56'08"W, 452 m), da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados-MS, Brasil.

As sementes de cocum foram provenientes de frutos colhidos aleatoriamente (Registro SISGEN número A9CDAAE) em matrizes de plantas nativas localizadas em área remanescente de Cerrado na região da Grande Dourados-MS. A espécie foi identificada por especialista e

a exsicata depositada no Herbário DDMS (Dourados-MS) sob número 5210.

Os frutos maduros foram beneficiados manualmente e a propagação do cocum foi realizada por semeadura em bandejas de poliestireno com 128 células, preenchidas com substrato Bioplant®. Quando as plântulas atingiram altura média de 4 cm, o que ocorreu aos 90 dias após a semeadura, realizou-se a repicagem para tubetes de 290 cm³ preenchidos com substrato composto da mistura de Latossolo Vermelho Distroférico + areia + Bioplant® (2:1:1, v:v:v), permanecendo por 90 dias, momento esse que as plântulas apresentaram altura média de 8 cm. Posteriormente, foi feito o transplântio para os vasos plásticos com capacidade de 5 L, preenchidos com os respectivos substratos correspondentes.

Preparo dos substratos e delineamento experimental

Os substratos testados foram compostos por Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa (Santos *et al.* 2018), coletado na camada 0-20 cm, em dois locais, sendo o primeiro em área de Cerrado – LC (22° 08' 25"S e 55° 08' 17"W) e o segundo sob fragmento de Mata Atlântica – LM (22°11'57"S e 54°54'29"W) (Demétrio *et al.* 2017), ressaltando que durante a coleta dos dois solos foram removidos o horizonte "O", cuja caracterização dos atributos químicos foi realizada conforme Silva (2009) e encontram-se na Tab. 1.

Os dois solos foram combinados a cama de frango semidecomposta e dois bioestimuladores comerciais: bioestimuladores [Penegetic K® (Pen) e Fert-Bokashi® (Bok)], totalizando nove substratos: 1) LC; 2) LC + Pen; 3) LC + Bok; 4) LC + CF; 5) LC + Pen + CF; 6) LC + Bok + CF; 7) LM; 8) LM + Pen e 9) LM + Bok. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições, sendo a unidade experimental foi composta de seis vasos, com uma planta cada. A composição química da cama de frango utilizada encontra-se na Tab. 2.

Para a formulação dos substratos utilizou-se 3 t ha⁻¹ de cama de frango incorporada, e o Penegetic K® e Fert-Bokashi® foram aplicados via fertirrigação, 15 dias após o transplântio. A concentração de Penegetic K® foi de 600 g ha⁻¹; para o bokashi, seguiu-se a recomendação do

Tabela 1. Atributos químicos dos solos, antes do início do ciclo de cultivo.

	M.O g kg	pH CaCl ₂	P mg dm ³	K	Al	Ca cmol _c dm ³	Mg		
LC	11,6	5,42	8,77	0,54	0,06	3,86			
LM	109,7	7,17	34,77	0,55	0,00	61,66			
	H+Al	SB	CTC	V	Cu	Mn	Fe	Zn	
	cmol _c dm ³			%			mg kg ⁻¹		
LC	3,43	6,22	9,65	64,39	9,34	57,99	74,82	1,17	
LM	1,42	66,59	68,01	97,88	0,89	103,17	13,51	6,79	

LC = Latossolo Vermelho Distroférico, sob vegetação de Cerrado. LM = Latossolo Vermelho Distroférico, sob vegetação de Mata. M.O. = matéria orgânica.

Tabela 2. Composição da cama de frango, antes do início do ciclo de cultivo.

M.O.	N	C	P	K	Ca	Mg
g kg ⁻¹						
447,00	23,90	260,00	15,36	23,90	19,15	6,95
mg kg ⁻¹						
pH H ₂ O		Cu	Zn	Fe		Mn
7,50		130,00	136,00	950,00		840,00

fabricante, 5,0 L⁻¹ do produto ativado para 1000 kg de substrato.

Durante o ciclo de cultivo, foram feitas irrigações por aspersão visando manter o substrato com capacidade de campo de 70% e eliminação manual das plantas infestantes. Durante o experimento ocorreu ataque de mosca-branca (*Bemisia tabaci*), que foi controlado com óleo de Neen (*Azadirachta indica*), produto comercial Neenmax®, princípio ativo azadirachtina (1200 ppm), 1,0% da formulação comercial, aplicados na concentração de 0,3% semanalmente.

Características avaliadas

A cada 30 dias, iniciando dos 30 aos 180 dias após o transplântio (DAT), foram medidas as alturas das mudas, utilizando-se régua graduada em mm e o diâmetro do coleto, com paquímetro digital.

Aos 180 DAT, foram colhidas duas mudas inteiras dos vasos, retirando-se amostras de cada substrato para determinação dos atributos químicos de acordo com metodologia proposta por Silva (2009). Logo após, as raízes foram lavadas para retirada do excesso de substrato, sendo separadas em folhas, caules e raízes, foram avaliadas áreas foliares e radiculares, utilizando integrador de área (LI-COR, Modelo 3100 C – Área Meter, in Nebraska, USA).

As amostras ainda frescas dos diferentes órgãos foram acondicionadas em papel Kraft® e submetidas a secagem em estufa com circulação de ar forçada a 60 ± 5 °C, até a obtenção de massa constante e pesadas em balança digital com resolução de 0,001 g, calculando-se posteriormente a massa seca total. A partir do material seco das folhas moídos em moinho tipo “Willey” determinaram-se os teores de macro e micronutrientes de acordo com Malavolta (2006).

Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando significativos pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (p < 0,05). Os dados tomados ao longo do ciclo de cultivo foram analisados como parcelas subdivididas no tempo e submetidas à ANOVA e regressão (p < 0,05) por meio do *software* SISVAR. Ao final, a partir dos atributos químicos dos substratos realizou-se a análise multivariada de componentes principais visando classificar os acessos em grupos utilizando o *software* STATISTICA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atributos químicos dos substratos

Considerando a análise de componentes principais (ACP), envolvendo os atributos químicos do substrato, os dois primeiros componentes principais explicam 91% da variância total (Fig. 1), sendo que o primeiro vetor (CP 1) explicou 78,6% da variância total, e as características que tiveram maior peso na sua constituição foram, em ordem decrescentes: Cu, H+Al e Fe para valores positivos, por valores negativos: SB, Ca, CTC, V%, Mn, pH, M.O e Zn, portanto, estes atributos são responsáveis pela variação no “eixo X” (CP 1) discriminando os ambientes I, II onde os atributos mais importantes foram Cu, H+Al e Fe, enquanto que no ambiente III predominou maiores SB, Ca, CTC, V%, Mn, pH, M.O e Zn.

Os substratos agrupados no Ambiente III (Fig. 1) tiveram maiores valores de pH, M.O, Ca, Mg, SB, CTC, V%, Mn e Zn, quando comparados com os ambientes I e II (Tab. 3). Apesar de os teores de Ca estarem elevados nos substratos do ambiente III, houve redução dos teores do início para o final do ciclo de cultivo, provavelmente pela absorção de Ca pelas plantas; o mesmo não ocorreu com os substratos em que foram incorporados cama de frango (Ambiente II), devido ao aporte de Ca proporcionado.

Os substratos do ambiente III tiveram acréscimo de Fe após o ciclo de cultivo, sendo que o maior teor foi no substrato LM + B (Tab. 1 e 3); o aumento pode ter sido decorrente da liberação do Fe que estava complexado junto à matéria orgânica (Malavolta 2006). O mesmo não ocorreu para o Mg, que houve redução em relação à amostra inicial do substrato possivelmente pela absorção do Mg pelas plantas de cocum.

No ambiente III, os substratos também apresentaram altos teores de Zn e Mn (Tab. 3), fato este relacionado com o aporte inicial desses nutrientes (Tab. 1); esses substratos foram oriundos de área com densa vegetação nativa, com grandes deposições de serapilheira e possivelmente grande quantidade desses nutrientes nas camadas superiores (Ribeiro *et al.* 2017, Paris *et al.* 2020).

O Zn no substrato é encontrado em formas trocáveis, complexado à matéria orgânica e sua disponibilidade para as mudas varia com o pH, M. O., quantidade de P, textura e mineralogia do substrato (Nikolic *et al.* 2016, Paris *et al.* 2020). Os teores de Zn e Mn extraídos do substrato estavam pouco disponíveis para as mudas, pois há redução da disponibilidade com o aumento do pH, M.O. e P (Malavolta 1984, Dalpiso *et al.* 2017, Gonçalves *et al.* 2018); este fato se deu provavelmente pela forma de ação do extrator utilizado, que superestimou a disponibilidade desses nutrientes. Neste caso, eles estariam no substrato, mas não disponíveis para absorção pelas plantas (Pinto & Alleoni 2018).

Nos substratos com cama de frango incorporada (Ambiente II) houve aumento, em média, de 333% de P, 137% de Ca, 124% de Mg e 271% de Zn (Tab. 3),

Tabela 3. Atributos químicos das amostras dos nove substratos, no final do ciclo de cultivo do cocum.

Atributos químicos	Ambiente I			Ambiente II			Ambiente III			C.V. (%)
	LC	LC + Pen	LC + Bok	LC + CF	LC + Pen + CF	LC + Bok + CF	LM	LM + Pen	LM + Bok	
pH (CaCl ₂)	5,36 b	5,66 b	5,56 b	5,46 b	5,66 b	5,48 b	7,00 a	7,23 a	7,11 a	2,79
M.O. (g dm ⁻³)	16,7 b	24,4 b	24,1 b	15,7 b	27,1 b	28,6 b	145,0 b	162,1 a	144,4 a	34,43
P (mg dm ⁻³)	4,57 c	8,45 c	6,19 c	24,58 b	30,71 ab	32,32 ab	44,90 ab	53,61 a	31,67 ab	38,24
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	–
K (cmol _c dm ⁻³)	0,35 c	0,39 bc	0,41 bc	0,71 ab	0,81 a	0,51 abc	0,58 abc	0,51 abc	0,59 abc	27,46
Ca (cmol _c dm ⁻³)	3,53 c	4,54 c	4,62 c	4,77 c	6,14 c	5,05 c	46,07 a	35,05 ab	32,52 ab	29,98
Mg (cmol _c dm ⁻³)	1,25 c	1,49 bc	1,49 bc	2,29 abc	2,46 ab	2,05 abc	2,99 a	2,64 a	2,75 a	20,3
Cu (mg dm ⁻³)	7,49 b	8,07 ab	8,62 ab	9,56 a	9,81 a	8,76 ab	1,06 c	1,04 c	2,34 c	11,72
Mn (mg dm ⁻³)	46,55 d	59,30 cd	65,61 cd	62,24 cd	72,96 abcd	63,11 cd	110,78 ab	102,57 abc	114,72 a	24,69
Fe (mg dm ⁻³)	53,20 ab	67,50 ab	73,61 ab	53,34 ab	48,46 ab	48,82 ab	24,81 ab	20,65 b	89,52 a	30,32
Zn (mg dm ⁻³)	1,01 d	1,72 d	1,77 d	2,89 c	3,54 bc	3,11 c	4,62 a	4,91 a	4,16 ab	13,86
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	3,14 a	3,05 a	2,75 a	3,44 a	3,38 a	2,89 a	1,61 b	1,44 b	1,46 b	12,85
SB (cmol _c dm ⁻³)	5,19 c	6,42 c	6,22 c	7,88 c	9,42 c	7,62 c	49,19 a	38,87 b	35,87 b	24,88
CTC (cmol _c dm ⁻³)	8,33 c	9,48 c	9,28 c	11,22 c	12,81 c	10,51 c	50,74 a	39,36 b	37,33 b	21,92
V (%)	62,15 c	67,65 bc	69,70 bc	69,32 bc	73,43 b	72,34 b	97,15 a	97,19 a	95,98 a	4,19

Médias seguidas da mesma letra nas linhas, não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. pH em CaCl₂ – pH em solução centimolar de cloreto de cálcio; M.O. – matéria orgânica; P – fósforo extraído do substrato através de Mehlich; K, Al, Ca, Mg, Cu, Mn, Fe, Zn – formas trocáveis; H+Al (hidrogênio+alumínio) – ou acidez potencial; SB – soma de bases, ou Ca+Mg+K; CTC – capacidade de troca cátions, ou SB + (H+Al); V% – índice de saturação por bases ou V% = 100*(SB/T).

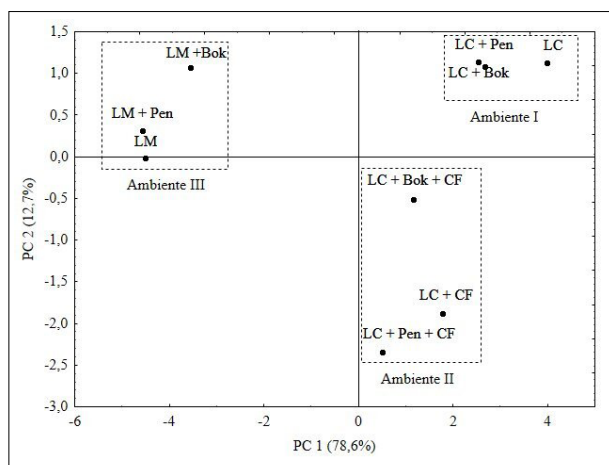


Figura 1. Dispersão bidimensional obtido com os valores dos dois primeiros componentes: PC 1 (Componente principal 1) e PC 2 (Componente principal 2), dos atributos químicos dos substratos (Cu, Mn, Fe, Zn, pH, P, K, Ca, Mg, H+Al, SB, CTC, V% e M.O.), ao final do ciclo de cultivo, em função dos substratos: LC; LC + Pen; LC + Bok; LC + CF; LC + Pen + CF; LC + Bok + CF; LM; LM + Pen e LM + Bok.

disponíveis; conseqüentemente, houve aumento da SB, CTC e V% comparado com a análise inicial dos atributos químicos do solo (Tab. 1). Nascimento *et al.* (2019) verificaram que a adição de cama de frango ao solo em condições de campo contribuiu no incremento de P e outros atributos químicos no solo, aumentando a taxa de crescimento e produtividade dessa espécie.

No ambiente II, os valores foram intermediários entre o ambiente I e III (Tab. 3), quanto à disponibilidade

de Zn e Mn, possivelmente pelo aporte nutricional proporcionado pela cama de frango aos substratos. No ambiente I, ocorreram os menores teores de Zn e Mn, provavelmente porque neste ambiente não foi adicionado resíduo orgânico. Em substratos altamente intemperizados, a baixa constituição química dos nutrientes e a alta afinidade de nutrientes catiônicos, como o Zn e Mn, pelos colóides do substrato, levam à baixa disponibilidade desses nutrientes (Lopes & Guimarães Guilherme 2016, Tezza Neto *et al.* 2019); possivelmente, nos ambientes I e II, os nutrientes podem ter permanecido precipitados, adsorvidos ou fixados aos óxidos de Fe e Al.

Análise de nutrientes das folhas

O cocum cultivado no LC + Bok + CF absorveu 217% e 118% mais P quando comparado com LM + Bok e LC + Bok, respectivamente (Tab. 4). Os substratos com cama de frango, proporcionaram maiores teores P nas folhas do cocum, fato que está possivelmente relacionado à mineralização do P contido na matéria orgânica, associado ao pH próximo de 5,5 aumentando a disponibilidade para as mudas de cocum (Rosa *et al.* 2018, Nascimento *et al.* 2019).

O menor teor de Zn nas folhas ocorreu nas plantas cultivadas no LM + Bok (Tab. 4), sendo 31% menor que o teor de Zn nas folhas do cocum cultivados no LC + CF. O mesmo ocorreu para o Mn, o que pode ser explicado pela alta dependência desses nutrientes ao pH do solo (Kumar *et al.* 2016). Os substratos do ambiente III tiveram altos valores de pH, e associados a elevadas concentrações de Ca⁺², reduziram a disponibilidade de micronutrientes

Tabela 4. Macro e micronutrientes das folhas do cocum cultivadas em diferentes substratos, aos 180 DAT.

Ambiente	Substratos	P	K	N	Ca	Mg
		(g kg ⁻¹)				
I	LC	3,46 ab	16,26 a	19,60 bc	11,19 b	3,56 a
	LC + Pen	3,25 ab	16,00 a	22,75 abc	11,32 b	3,70 a
	LC+ Bok	3,93 ab	15,62 a	21,70 abc	12,32 ab	3,77 a
	LC + CF	4,05 a	18,23 a	28,00 a	15,19 ab	4,19 a
II	LC+ Pen + CF	4,07 a	17,73 a	26,25 ab	17,19 ab	4,11 a
	LC+ Bok + CF	4,66 a	17,71 a	25,20 abc	19,31 ab	4,35 a
III	LM	3,46 ab	16,26 a	19,13 c	16,44 ab	3,56 a
	LM + Pen	2,95 ab	20,33 a	21,35 abc	19,89 ab	3,56 a
	LM + Bok	2,14 b	13,89 a	19,95 bc	20,94 a	4,11 a
	C.V. (%)	21,76	20,54	12,63	23,84	11,80
Amb.	Substratos	Cu	Mn	Fe	Zn	
		(mg kg ⁻¹)				
I	LC	10,56 a	229,37 a	1374,63 ab	39,72 ab	
	LC + Pen	11,68 a	240,89 a	709,54 bc	55,87 a	
	LC+ Bok	8,55 a	207,73 a	854,38 bc	41,85 a	
	LC + CF	8,90 a	161,52 a	779,79 bc	56,05 a	
II	LC+ Pen + CF	14,34 a	157,78 a	482,56 c	41,59 a	
	LC+ Bok + CF	9,16 a	142,61 ab	913,65 bc	42,18 a	
III	LM	8,44 a	52,77 bc	2458,55 a	24,52 ab	
	LM + Pen	6,43 a	33,76 c	673,68 bc	24,22 ab	
	LM + Bok	6,37 a	55,14 bc	658,22 bc	17,43 b	
	C.V. (%)	39,63	29,69	47,25	13,17	

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Tukey (p < 0,05).

catiônicos, como o Mn e o Zn (Pegoraro *et al.* 2006, Kumar *et al.* 2016). Os menores teores de Mn nas folhas, também podem estar relacionados com a alta concentração de Zn no substrato, que pode ter inibido a absorção de Mn (Kumar *et al.* 2016).

Houve baixa concentração de P nas folhas de cocum cultivados nos substratos do ambiente III (Tab. 4), enquanto que os menores teores ocorreram daquelas produzidas no LM + Bok e LM + Pen, apesar da alta disponibilidade de P nos substratos (Tab. 3). Rolim *et al.* (2008) e Rosa *et al.* (2018) argumentam sobre a aplicabilidade do extrator Mehlich⁻¹ para solos argilosos e com pH elevado, o extrator sofre menos desgaste em solos mais básicos; porém, a solubilização do fosfato de cálcio (P-Ca) pode superestimar o P disponível, uma vez que, esse composto não está disponível para a absorção pela planta. Esse pode ter sido um dos fatores para os altos valores de P nos substratos do ambiente III, e menores teores contidos na planta.

Os maiores teores de N nas folhas de cocum ocorreram nos cultivados em substrato LC + CF (Tab. 4), enquanto os menores, nos LM e LC. Os mesmos substratos proporcionaram os maiores teores de Fe nas folhas do cocum. Esses resultados podem ser explicados pela observação visual de drenagem deficiente, principalmente no substrato LM. O excesso de água nesses substratos reduziu o potencial redox, causando a redução do nitrato

para nitrito, tornando-o indisponível, e a redução dos óxidos de Fe, aumentando sua disponibilidade para a muda (Braga *et al.* 2015).

Características de crescimento do cocum

De modo geral, as mudas de cocum cultivadas no ambiente de substrato II (LC + CF, LC + Pen + CF e LC + Bok + CF) alcançaram maiores alturas e diâmetros do coleto (Fig. 2), enquanto no ambiente I (LC, LC+ Pen e LC + Bok) apresentaram valores intermediários e no ambiente III (LM, LM + Pen e LM + Bok) menores altura e diâmetro do coleto.

A maior altura calculada (63,2 cm) de mudas do cocum ocorreu sob substrato LC + Pen + CF aos 180 DAT (Fig. 2A), com aumento de 28,7 cm em relação às mudas cultivadas no LM + Bok, que apresentou a menor altura (34,5 cm/planta) (Fig. 2B). Este fato está relacionado à nutrição desbalanceada, principalmente de Zn e Mn que os substratos do ambiente III (LM, LM + Pen e LM + Bok) proporcionaram as plantas.

Por outro lado, o maior diâmetro do coleto do cocum foi de 4,8 mm aos 180 DAT, no substrato LC + CF (Fig. 2C), com aumento do diâmetro de 2 mm em relação as plantas cultivadas com LM + Bok que apresentou o menor diâmetro do coleto (2,8 mm) (Fig. 2D). Resultados semelhantes foram observados por Silva *et al.* (2019) em mudas de

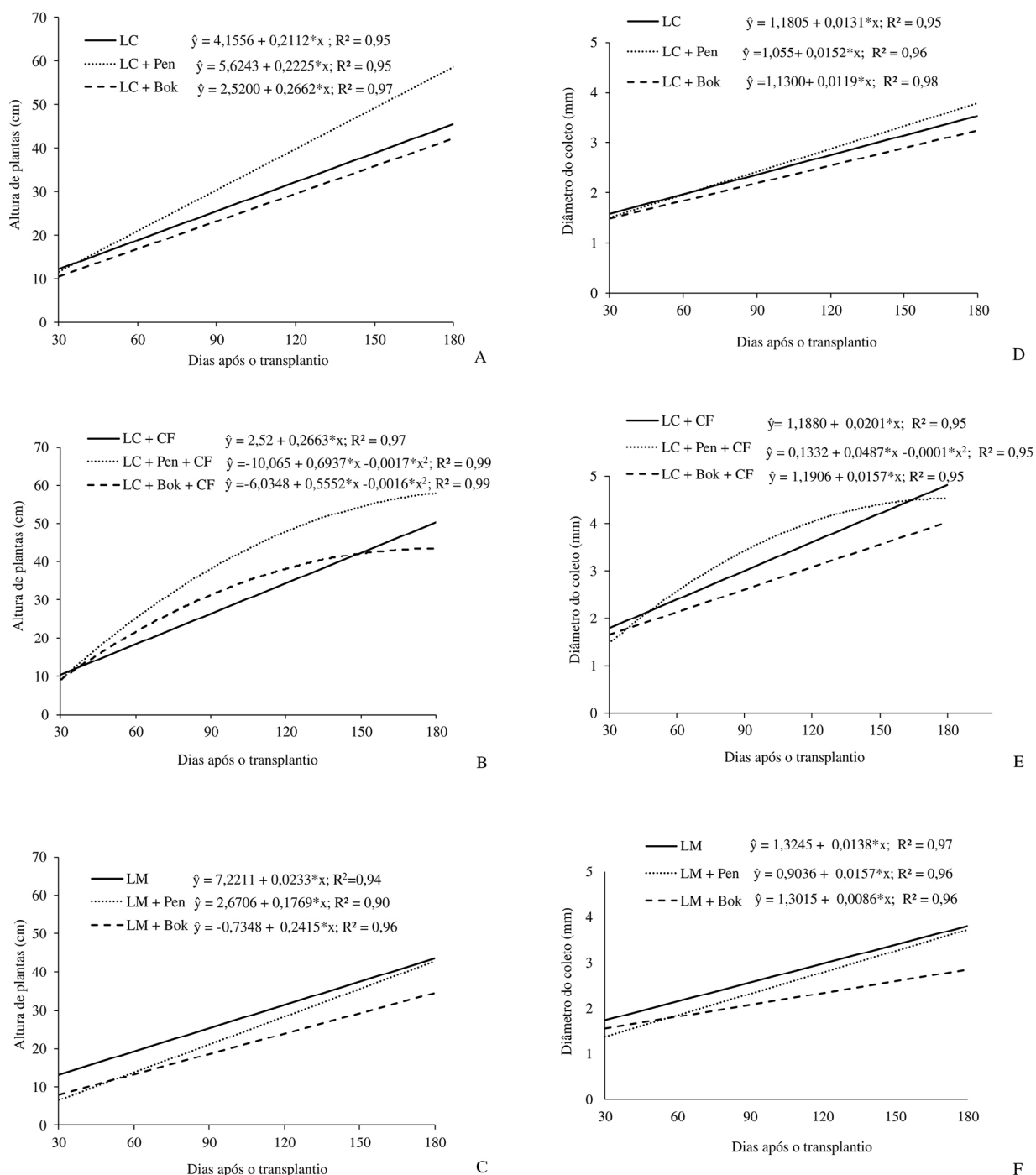


Figura 2. Altura de plantas. A-C. Diâmetro do coleto. D-F. Altura e diâmetro do coleto de plantas do cocum cultivadas em diferentes substratos, em função de épocas de avaliação..

Enterolobium contortisiliquum Vell, que apresentaram maior diâmetro com adição de cama de frango ao substrato.

As maiores áreas foliares (710,72 cm²/planta) e radiculares (66,69 cm²/planta) ocorreram em plantas cultivadas no substrato LC + CF (Tab. 5), com aumento de 616,3 e 42,1 cm²/planta, respectivamente, em relação à LM + Bok, que teve menores valores. De modo geral, as AF foram maiores em ambiente de solo com a cama de

frango (Ambiente II). Isso ocorreu porque a cama de frango proporcionou, principalmente no início do ciclo de cultivo, adequada nutrição para o cocum, promovendo melhor desenvolvimento da área foliar e radicular (Bonamigo et al. 2016, Kareem et al. 2017).

As maiores massas secas de folhas ocorreram nas plantas de cocum cultivadas com a adição da cama de frango ao substrato (Tab. 5), enquanto que a massa seca

Tabela 5. Áreas foliar (AF) e radicular (AR), massa seca de folha (MSF), raiz (MSR) e caule (MSC) em plantas de cocum cultivadas em diferentes substratos, aos 180 DAT.

Ambiente	Substrato	AF	AR	MSF	MSR	MSC
		(cm ² /planta)		(g/planta)		
I	LC	336,83 bcd	61,29 a	1,89 bc	1,37 ab	1,22 ab
	LC + Pen	398,57 bcd	48,87 ab	2,15 abc	1,27 ab	1,33 ab
	LC+ Bok	257,38 d	42,15 ab	1,34 cd	0,90 ab	0,83 b
II	LC + CF	710,72 a	66,69 a	4,04 a	1,89 a	2,44 a
	LC+ Pen + CF	576,73 ab	55,12 ab	3,64 ab	2,00 a	2,79 a
	LC+ Bok + CF	555,12 abc	41,02 ab	3,30 ab	1,22 ab	1,89 ab
III	LM	236,32 de	30,87 ab	1,74 bc	1,04 ab	1,43 ab
	LM + Pen	302,41 cd	35,09 ab	1,82 bc	1,37 ab	1,34 ab
	LM + Bok	94,39 e	24,59 b	0,63 d	0,74 b	0,67 b
	C.V. (%)	13,50	9,38	25,60	43,83	25,44

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, não diferem entre si, pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

de raiz e caule foram sob cama de frango e Pengergetic®; no entanto, os menores valores de massas secas ocorreram nos cocum cultivados no LM + Bok. A adição de cama de frango contribuiu no aumento da AF, permitindo maior interceptação solar, e o incremento da AR favoreceu maior exploração dos recursos do substrato, refletindo no maior acúmulo e translocação de fotoassimilados nas plantas (Teixeira *et al.* 2015).

Lakshmi & Sekhar (2018) realizaram um levantamento onde investigaram as respostas de plantas medicinais e aromáticas (*Aloe barbadensis*, *Withania somnifera*, *Zingiber officinale*, *Curcuma longa*, *Ocimum* spp. e *Cymbopogon* spp.) a fontes de adubação orgânica. Os autores concluíram que as fontes orgânicas, como a cama de frango, principalmente quando combinadas com inorgânicas, aumentam os parâmetros de rendimento e qualidade em plantas medicinais, sendo uma prática de gestão de nutrientes que ajudará os agricultores a terem maiores rendimentos e menores custos.

Considerando nossos resultados concordamos com a hipótese de que a cama de frango contribuiu nos atributos químicos dos substratos, estado nutricional e crescimento das plantas de cocum, mas discordamos que os bioestimuladores, aqui representados pelo Fert-bokashi® e Pengergetic® favoreceram as características de crescimento dessa espécie.

A adição de cama de frango ao Latossolo Vermelho Distroférico de área de Cerrado contribuiu nos atributos químicos dos substratos, e incremento dos indicadores nutricionais e de crescimento das plantas de cocum.

REFERÊNCIAS

- Abreu, D. C. A., Kuniyoshi, Y. S., Nogueira, A. C. & Medeiros, A. C. D. S. 2005. Caracterização morfológica de frutos, sementes e germinação de *Allophylus edulis* (St.-Hil.) Radlk. (Sapindaceae). Revista Brasileira de Sementes 27(2): 59-66.
- Bonamico, T., Scaloni, S. P. Q. & Pereira, Z. V. 2016. Substratos e níveis de luminosidade no crescimento inicial de mudas de *Tocoyena formosa* (Cham. & Schltdl.) K. Schum. (Rubiaceae). Ciência Florestal 26(2): 501-511.
- Braga, M. M., Neto, A. E. F. & Oliveira, A. H. 2015. Influência da saturação por bases na qualidade e crescimento de mudas de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roem var. australis). Ciência Florestal 25(1): 49-58.
- Cobucci, T., Nascente, A. S. & Lima, D. P. 2015. Adubação fosfatada e aplicação de Pengergetic na produtividade do feijoeiro comum phosphate. Agrarian 8: 401-411. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/2996>. Acessado em 28.02.2023.
- Costa, A. M., Borges, E. N., Silva, A. A., Nolla, A. & Guimarães, E. C. 2009. Potencial de recuperação física de um Latossolo Vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. Ciência e Agrotecnologia 33: 1991-1998.
- Costa, F. V. 2017. Influência de fatores ambientais na produção de metabólitos secundários de *Calea pinnatifida* (R. Br.) Less. (Asteraceae). Dissertação 130p., Universidade Do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/handle/1/5147>. Acessado em 28.02.2023.
- Dalpisol, M., Serrat, B. M., Motta, A. C. V., Poggere, G. C., Bittencourt, S. & Barbosa, J. Z. 2017. Zinc, copper and manganese availability in soils treated with alkaline sewage sludge from Paraná state (Brazil). Ciência e Agrotecnologia 41(1): 81-93.
- Demétrio, M. F., Silvestre, R., Souza, P. R. & Aoki, C. 2017. Inventário da fauna de formigas (Hymenoptera, Formicidae) no Mato Grosso do Sul, Brasil. Iheringia 107: 1-12.
- Gonçalves, F. A. R., Xavier, F. O., Silva, R. R., Aquino, L. A., Carvalho, A. M. X. & Novais, R. F. 2018. Influência da saturação por bases do solo sobre a disponibilidade e absorção de zinco. Cultura Agrônômica 27(2): 262-272. Disponível em: <https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/download/2446-8355.2018v27n2p262-272/1895>. Acessado em 28.02.2023.
- Huang, X., Jia, Z., Guo, J., Li, T., Sun, D., Meng, H., Yu, G., He, X., Ran, W., Zhang, S., Hong, J. & Shen, Q. 2019. Ten-year long-term organic fertilization enhances carbon sequestration and calcium-mediated stabilization of aggregate-associated organic carbon in a reclaimed Cambisol. Geoderma 355: 113880.
- Kaiser, D. K., Malavasi, M. M., Malavasi, C. C., Dranski, J. A. L., Freitas, L. C. N., Kosmann, C. R. & Andrioli, K. K. 2016. Physiological maturity of seeds and colorimetry of the fruits of *Allophylus edulis* [(A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Hieron. ex Niederl.] Journal of Seed Science 38(2): 92-100.
- Kareem, I., Jawando, O. B., Eifediyi, E. K., Bello, W. B. & Oladosu, Y. 2017. Improvement of growth and yield of maize (*Zea mays* L.)

- by poultry manure, maize variety and plant population. *Cercetari Agronomice in Moldova* 50(4): 51-64.
- Kumar, A., Choudhary, A., Pooniya, V., Suri, V. K. & Singh, U. 2016. Soil factors associated with micronutrient acquisition in crops-biofortification perspective. In: *Biofortification of Food Crops*. (Ummed *et al.* (org.)) New Delhi: Springer India, p. 159-176.
- Lakshmi, C. S. & Sekhar C. C. 2018. Importance of medicinal and aromatic plants and their response to organic sources: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 7(2): 3296-3301.
- Lopes, A. S. & Guimarães Guilherme, L. R. 2016. A career perspective on soil management in the cerrado region of Brazil. *Advances in Agronomy*. Elsevier Inc. 137: 1-72.
- Lorenzi, H., Sartori, S., Bacher, L. B. & Lacerda, M. 2006. *Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)*. Instituto Plantarum, 672 p.
- Malavolta, E. 1984. Efeitos do manganês sobre o desenvolvimento e a composição mineral de quatro leguminosas forrageiras tropicais. *Anais da E. S. A.*, "Luiz de Queiroz" 41: 725-758.
- Malavolta, E. 2006. Manual de nutrição mineral de plantas. *Ceres*, 638 p.
- Nascimento, J. S., Vieira, M. C., Zárate, N. A. H., Goelzer, A., Silva, O. B., Santos, C. C. 2019. Intercropping with *Tropaeolum majus* and fertilization with chicken manure on yield of *Allophylus edulis*. *Revista Ceres* 66(5): 351-362.
- Nikolic, M., Nikolic, N., Kostic, L., Pavlovic, J., Bosnic, P., Stevic, N., Savic, J. & Hristov, N. 2016. The assessment of soil availability and wheat grain status of zinc and iron in Serbia: Implications for human nutrition. *Science of The Total Environment* 553: 141-148.
- Paris, J. O., Gontijo, I., Partelli, F. L. & Facco, A. G. 2020. Variability and spatial correlation of soil micronutrients and organic matter with macadamia nut production. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 24(1): 31-36.
- Pegoraro, R. F., Silva, I. R., Novais, R. F., Mendonça, E. S., Gebrim, F. O. & Moreira, F. F. 2006. Fluxo difusivo e biodisponibilidade de zinco, cobre, ferro e manganês no solo: Influência da calagem, textura do solo e resíduos vegetais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 30(5): 859-868.
- Pinto, F. A. & Ferracciú Alleoni, L. R. 2018. Extractors for barium, cadmium, copper, nickel, and zinc in tropical soils. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 49(19): 478-2495.
- Ribeiro, F. P., Bussinguer, A. P., Hodecker, B. E. R. & Gatto, A. 2017. Conteúdo de nutrientes na serapilheira em três fisionomias do Cerrado do Distrito Federal. *Pesquisa Florestal Brasileira* 37(92): 465-473.
- Rolim, M. V., Novais, R. F., Nunes, F. N. & Alvarez V. H. V. 2008. Efeito da moagem do solo no teor de fósforo disponível por mehlich-1, resina em esferas e em lâmina. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 32(3): 1181-1190.
- Rosa, S. D., Silva, C. A. & Maluf, H. J. G. M. 2018. Humic acid-phosphate fertilizer interaction and extractable phosphorus in soils of contrasting texture. *Revista Ciência Agronômica* 49(1): 32-42.
- Rosset, J. S., Alberto, J. S., Marra, L. M., Pierri, S. C., Matheus, J., Ozório, B., Lima, P. R., Borsoi, A. & Souza, C. 2019. Carbono total e mineralizável do solo adubado com diferentes fontes de fertilizantes e resíduos orgânicos. *Global Science And Technology* 12(2): 87-104.
- Disponível em: <https://rv.ifgoiano.edu.br/periodicos/index.php/gst/article/view/1115>. Acessado em 28.02.2023.
- Silva, F. C. 2009. Manual de análises químicas do solo, plantas e fertilizantes. 2. ed. rev. ampliada-Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 627 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/330496>. Acessado em 28.02.2023.
- Silva, R. F., Grolli, A. L., Welter, P. D., Ros, C. O. & Scheid, D. L. 2019. Poultry Litter for the Production and Quality of *Enterolobium contortisiliquum* Vell. Seedlings. *Floresta e Ambiente* 26(30): 1-10.
- Soeparjono, S. 2016. The effect of media composition and organic fertilizer concentration on the growth and yield of red ginger rhizome (*Zingiber officinale* Rosc.). *Agriculture and Agricultural Science Procedia* 9(1): 450-455.
- Souza, L. R. & Peres, F. S. B. 2016. Uso de biofertilizantes à base de aminoácidos na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii*. *Pesquisa Florestal Brasileira* 36(87): 211-218.
- Teixeira, D. A. 2017. Produção de biomassa e teor de cumarina em duas espécies de guaco (*Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip ex Baker) em função da adubação orgânica. Dissertação, 60 f., Universidade Estadual Paulista (Júlio de Mesquita Filho), São Paulo. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/150435>. Acessado em 28.02.2023.
- Teixeira, G. C. S., Stone, L. F. & Heinemann, A. B. 2015. Eficiência do uso da radiação solar e índices morfofisiológicos em cultivares de feijoeiro. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 45(1): 9-17.
- Tezza Neto, D. P. M., Faria, A. J. G. Ribeiro, E. A., Ribeiro, F. S., Leite, R. C. & Silva, R. R. 2019. Óxidos e óxi-sulfatos como fontes de micronutrientes na construção da fertilidade de solo de cerrado. *Journal of Bioenergy and Food Science* 6(4): 109-118.
- Tirloni, C. A. S., Macorini, L. F. B., Santos, U. P., Rocha, P. S., Barros, S. V., Melo, A. M. M. F., Vieira, M. C., Souza, K. P. & Santos, E. L. 2015. Evaluation of the antioxidant activity, antimicrobial effect and acute toxicity from leaves of *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. Cambess.) Hieron. ex Niederl. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* 9(11): 353-362.
- Trevizan, L. N. F., Nascimento, K. F., Santos, J. A., Kassuya, C. A. L., Cardoso, C. A. L., Vieira, M. C., Moreira, F. M. F., Croda, J. & Formaggio, A. S. N. 2016. Anti-inflammatory, antioxidant and anti-Mycobacterium tuberculosis activity of viridiflorol: The major constituent of *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., A. Juss. & Cambess.) Radlk. *Journal of Ethnopharmacology* 192(1): 510-515.
- Umeo, S. H., Ito, T. M., Yokota, M. E., Romagnolo, M. B. & Junior, A. L. 2011. Avaliação das propriedades antioxidantes, anticolinesterásicas e citotóxicas dos frutos de *Allophylus edulis* (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk. (Sapindaceae). *Arquivo Ciência da Saúde UNIPAR* 15(2): 167-171. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/235580673.pdf>. Acessado em 28.02.2023.
- Vieira, M. C., Ramos, M. B. M., Heredia Zárate, N. A., Luciano, A. T., Gonçalves, W. V., Rodrigues, W. B., Tabaldi, L. A., Carvalho, T. M., Soares, L. F. & Siqueira, J. M. 2015. Adubação fosfatada associada à cama de frango e sua influência na produtividade e no teor de flavonoides da marcela (*Achyrocline satureioides* (Lam.) DC.) em duas épocas de colheita. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais* 17(2): 246-253.