



Fenóis e flavonoides totais em feijão bravo (*Capparis flexuosa*) e mororó (*Bauhinia cheilantha*) em Planossolos Háplicos do semiárido alagoano ⁽¹⁾.

Jakson Cavalcante da Costa Júnior ⁽²⁾; Paul Lineker Amaral de Melo ⁽³⁾; Kelly Barbosa da Silva ⁽⁴⁾; José Dailson Silva de Oliveira ⁽²⁾; Tâmara Cláudia de Araújo Gomes ⁽⁵⁾; João Gomes da Costa ⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq/FAPEAL.

⁽²⁾ Estudante, Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias/Universidade Federal de Alagoas - UFAL; ⁽³⁾ Graduado, Agrônomo, Bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL, Maceió, AL; ⁽⁴⁾ Graduada, Licenciatura em Química, Bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas – FAPEAL; ⁽⁵⁾ Pesquisador, Unidade de Execução de Pesquisa de Rio Largo/Embrapa Tabuleiros Costeiros.
jakson_cavalcante@outlook.com

RESUMO: O aumento da disponibilidade de informações sobre os múltiplos usos de materiais genéticos oriundos do semiárido será essencial para o enfrentamento das mudanças climáticas globais. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi compreender a influência de características físicas e químicas de Planossolos Háplicos da Caatinga da região semiárida de Alagoas, sobre os teores de fenóis totais e flavonoides em folhas de feijão bravo (*Capparis flexuosa*) e mororó (*Bauhinia cheilantha*). Em três áreas de caatinga sob o domínio de Planossolos Háplicos, em Olho d'Água do Casado AL, realizaram-se, coletas de amostras de solo e de tecido vegetal. Os dados foram analisados mediante estudos de correlação (análise de trilha) entre as variáveis principais, teores de fenóis totais e flavonoides totais, e as variáveis explicativas, representadas pelas características do solo. No mororó, os maiores teores de fenóis totais e flavonoides são obtidos nos Planossolos Háplicos mais arenosos, com maiores teores de cálcio ou magnésio e menores teores de fósforo e saturação por alumínio. Já no feijão bravo, a granulometria não afeta diretamente os teores de fenóis e flavonoides estando mais relacionados aos teores de sódio, alumínio, fósforo, potássio e alumínio. Estes dois últimos influenciaram de forma distinta os teores de fenóis e flavonoides totais.

Termos de indexação: antioxidantes, semiárido, Alagoas.

INTRODUÇÃO

Diante da expectativa do alto impacto das mudanças climáticas sobre o semiárido nordestino, o alerta da FAO (2015) quanto à necessidade de se concentrarem esforços no estudo de recursos genéticos capazes de se adaptar e produzir sob um clima em mutação, se mostra extremamente

pertinente. A disponibilidade de informações sobre possíveis múltiplos usos de materiais genéticos oriundos da região semiárida e que hoje não são tradicionalmente utilizados, será essencial para o enfrentamento das novas condições climáticas.

Na busca por fontes naturais de antioxidantes, plantas que apresentem ampla adaptabilidade ao semiárido poderão representar uma alternativa de renda para as comunidades da região. Tais substâncias de interesse da indústria farmacêutica, neutralizam espécies radicalares responsáveis pelo envelhecimento da pele, câncer, problemas cardiovasculares e aterosclerose.

O potencial forrageiro da espécie feijão bravo (*Capparis flexuosa* L.) é relativamente conhecido, pouco se sabendo a respeito de outros possíveis usos desta espécie. Desenvolve-se em muitas áreas da região semiárida brasileira, mantendo-se verde durante todo o ano (Almeida Neto et al., 2011). Já mais conhecida por seu potencial medicinal e como fonte de flavonoides (compostos que apresentam diversas funções biológicas e atividades farmacológicas reconhecidas) o mororó (*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steudel) é uma espécie nativa da Caatinga e também forrageira. Ambas são facilmente encontradas em solos da classe dos Planossolos Háplicos, os quais ocupam cerca de 15,53% do território alagoano, predominantemente no contexto do semiárido. As maiores limitações ao seu uso agrícola estão relacionadas com: drenagem restrita; profundidade efetiva limitada; pedregosidade e/ou rochosidade; presença de horizontes cimentados; sodicidade e salinidade; suscetibilidade à erosão; além das restrições de fertilidade natural e do déficit hídrico regional (Embrapa, 2012). Seu potencial de uso agrícola é considerado restrito, sendo utilizado com cultivos de subsistência e pastagens.

Uma vez que fatores ambientais podem interferir na síntese destes compostos, o objetivo deste trabalho foi compreender a influência de



características físicas e químicas de Planossolos Háplicos de áreas de Caatinga da região semiárida do Estado de Alagoas, sobre os teores de fenóis e flavonoides totais em folhas de feijão bravo (*Capparis flexuosa*) e mororó (*Bauhinia cheilantha*).

MATERIAL E MÉTODOS

Selecionaram-se três áreas sob o domínio de Planossolos Háplicos, no município Olho d'Água do Casado, na região semiárida de Alagoas e realizaram-se, paralelamente, as coletas de amostras de solo (até a altura do surgimento do B Plânico) e de tecido vegetal. Em cada área de amostragem (**Tabela 1**), folhas de três plantas de feijão bravo (*Capparis flexuosa*) e de mororó (*Bauhinia cheilantha*) foram coletadas. As amostras foram trazidas para laboratório, secas em estufa (50° C) e trituradas em moinho tipo Willey e submetidas à determinação dos teores de flavonoides totais e fenóis totais. Extratos etanólicos brutos foram adquiridos através da extração assistida por micro-ondas. O material adquirido foi filtrado e submetido a um evaporador rotativo a 40°C para obtenção do extrato bruto. O teor de compostos fenólicos nas amostras foi determinado através do teste de Folin-Ciocalteu. A leitura da absorbância em espectrofotômetro UV – VIS a 740 nm foi realizada e convertida para o conteúdo de compostos fenólicos de acordo com uma curva de calibração feita com ácido gálico com concentrações de 0,1-0,005 mg/mL. Os resultados foram expressos em mg EAG/g extrato seco. A quantificação dos flavonoides foi realizada a partir da leitura da absorbância a 420 nm e convertida de acordo com uma curva de calibração feita com quercetina a partir de uma solução estoque a 1 mg/mL com concentrações de 0,03-0,00125 mg/mL. Os resultados foram expressos em mg EQ/g extrato seco.

Tabela 1 – Localização geográfica das áreas de amostragem de solo e material vegetal (Olho d'Água do Casado, AL – setembro de 2014).

Locais de coleta	Latitude (S)	Longitude (W)	Altitude (m)
Área 1	09° 24' 44,4"	37° 50' 37"	244
Área 2	09° 21' 44,5"	37° 49' 08,7"	264
Área 3	09° 20' 26,5"	37° 44' 52,8"	303

O solo sob as plantas amostradas foi coletado até os 40 cm de profundidade. A granulometria, pH em água, condutividade elétrica (CE), bases trocáveis (Ca³⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺), fósforo (P) disponível, alumínio (Al³⁺), acidez potencial

(H⁺+Al³⁺), foram determinados conforme Embrapa (1997). Com base nos resultados analíticos calcularam-se a soma de bases, a capacidade de troca de cátions, a saturação por bases, a saturação por alumínio e a saturação por sódio.

Os dados foram analisados com base em estudos de correlação (análise de trilha) entre as variáveis dependentes (teores de fenóis totais e flavonoides totais) e as variáveis independentes ou explicativas (características do solo). Para tanto, utilizou-se o programa GENES (VS 2013.5.1), da Universidade Federal de Viçosa, UFV. Consideraram-se grupos de variáveis selecionadas sob níveis de colinearidade fraca. Para a interpretação dos resultados, utilizaram-se critérios postulados por Singh & Chaudhary (1979).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do solo mostrou que as áreas amostradas apresentam acidez praticamente neutra (pH entre 6,2 e 7,3), teores altos de P (35 a 406 mg kg⁻¹), potássio médio a alto (0,23 a 0,85 cmol_c dm⁻³), altos teores de Ca e Mg (6,2 a 12,7 cmol_c dm⁻³), baixos teores de Al e baixa acidez potencial, CTC variando entre 7,3 e 15,6 cmol_c dm⁻³, saturação por sódio inferior a 4,0 (confirmando o caráter háplico) e baixo teor de matéria orgânica. A granulometria variou entre areia franca a franco-arenosa (**Tabela 2**).

A análise do tecido foliar das espécies em estudo revelaram, em média, teores de fenóis totais três vezes mais concentrados no mororó que no feijão bravo. O mesmo foi observado quanto aos teores de flavonoides totais, os quais, no feijão bravo, representaram cerca de metade daqueles do mororó (**Tabela 3**).

Tabela 3 – Concentrações de fenóis totais e flavonoides em folhas de mororó (*Bauhinia cheilantha*) e feijão bravo (*Capparis flexuosa*), coletados em Planossolos Háplicos do semiárido Alagoano (Olho d'Água do Casado, AL – setembro de 2014). Médias de três repetições.

Locais de coleta	Fenóis (mg EAG/g da am.)		Flavonoides (mg EQ/g da am.)	
	Mororó	Feijão bravo	Mororó	Feijão bravo
Área 1	1226.46 a	595.47 b	125.69 a	61.31 b
Área 2	2089.18 a	590.33 b	112.16 a	50.20 b
Área 3	2230.15 a	618.64 b	121.64 a	85.65 b

Os efeitos diretos e indiretos das características físicas e químicas do solo selecionadas sobre os



teores de fenóis totais e flavonoides totais nas amostras de tecido foliar do mororó e feijão bravo, encontram-se na Tabela 4. Os efeitos diretos (coeficientes de trilha) são apresentados na diagonal, em negrito e, os indiretos, na horizontal. Os altos coeficientes de determinação (R^2) obtidos indicam que os conjuntos de variáveis selecionadas explicam a maior parte do comportamento produtivo das espécies estudadas quanto às concentrações foliares de fenóis e flavonoides. Em conjunto, as variáveis independentes selecionadas explicam pelo menos 97,54 % e 94,91% dos teores de fenóis totais e 96,57% e 100% dos teores de flavonoides, respectivamente, no mororó e no feijão bravo.

Os resultados obtidos a partir da análise de trilha indicam que os maiores teores de fenóis e flavonoides no mororó ocorreram naquelas plantas coletadas onde a textura nos Planossolos Háplicos era mais arenosa, os teores de Ca ou Mg eram mais pronunciados e os de P e a saturação por alumínio eram menores. No contexto dos solos em estudo, há que se considerar que os altos teores de cálcio, magnésio e fósforo observados podem resultar em desordens nutricionais, que associados à textura arenosa, poderão resultar na maior atividade desses elementos e, no conseqüente estresse para as plantas. Por outro lado, a textura arenosa também pode refletir o maior estresse hídrico aos quais as plantas estariam submetidas. (Godoi et al., 2008) ressaltam que, geralmente, os compostos fenólicos são produzidos em situações de estresse da planta, o que desvia o metabolismo para os compostos secundários e gera maior necessidade da planta por compostos com atividade antioxidante.

Por sua vez, a granulometria dos Planossolos Háplicos considerados não parece ter efeito direto sobre os teores de fenóis e flavonoides no feijão bravo (sinais opostos entre o coeficiente de trilha e o coeficiente de correlação). Já o fósforo no solo, tal qual para o mororó, apresentou uma relação inversa com os teores de fenóis e flavonoides totais, tendo, no entanto um efeito direto maior sobre estes últimos. Dentre as características do solo consideradas na análise de trilha dos fenóis totais no feijão bravo, o sódio foi aquele apresentou maior efeito direto, em uma relação inversa com aqueles compostos. Já o alumínio e o potássio influenciaram de forma distinta as variáveis principais consideradas: os maiores teores de fenóis totais estiveram associados à áreas de Planossolo Háplico com teores mais elevados de potássio e alumínio trocável, enquanto maiores teores de flavonoides foram obtidos em plantas obtidas justamente onde os teores de potássio e alumínio eram menores.

CONCLUSÕES

Maiores teores de fenóis totais e flavonoides em mororó são obtidos nos Planossolos Háplicos mais arenosos, com maiores teores de Ca ou Mg e menores teores de P e saturação por alumínio.

A granulometria dos Planossolos Háplicos não afeta diretamente os teores de fenóis e flavonoides no feijão bravo, os quais se mostraram mais relacionados a características químicas do solo (sódio, alumínio, potássio, fósforo e alumínio).

No feijão bravo, o potássio e alumínio dos Planossolos Háplicos, influenciaram de forma distinta os teores de fenóis e flavonoides totais.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA NETO, J. X.; ANDRADE, A. P.; LACERDA, A. V.; FÉLIX, L. P.; SILVA, D. S. Crescimento e bromatologia do feijão-bravo (*Capparis flexuosa* L.) em área de Caatinga no Curimataú paraibano, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.2, p.488-494, 2011.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1997. 212p.
- EMBRAPA. **Zoneamento Agroecológico de Alagoas: levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Alagoas**. Recife: Embrapa Solos. 2012. 238p. (Relatório Técnico).
- FAO. 2015. **Coping with climate change – the roles of genetic resources for food and agriculture**. Rome. 2015. 110p.
- GODOI, F.F.F.; FORTES, G.A.C.; ALVARENGA, L.D.; FERREIRA, G.A.; NAVES, R.V.; FERRI, P.H.; SANTOS, S.C. Influência do Solo nos Teores de Fenóis em Folhas do Pequiizeiro. 31a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química. Águas de Lindóia – SP, 2008.
- SINGH, R. K., & CHAUDHARY, B. D. **Biometrical methods in quantitative genetic analysis**. Rajinder Nagar: Kalyani Publishers, 1979.



Tabela 2 – Características químicas e físicas dos Planossolos Háplicos das áreas de coleta (Olho d'Água do Casado – setembro de 2014). Médias de seis repetições.

Local de coleta	Prof., cm	Composição granulométrica da terra fina, g/kg								pH em água (1:2,5)	CE, $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$
		Areia muito grossa	Areia grossa	Areia média	Areia fina	Areia muito fina	Areia Total	Silte	Argila		
Área 1	0-20	71	105	138	147	68	529	322	148	7.31	112.87
	20-40	60	110	139	163	78	551	299	150	7.06	124.14
Área 2	0-20	116	217	184	172	74	765	122	113	6.22	64.00
	20-40	111	184	186	168	79	727	159	113	6.38	74.74
Área 3	0-20	96	170	180	210	100	755	163	82	7.06	84.56
	20-40	110	202	188	169	84	753	159	88	6.53	62.63

Local de coleta	Prof., cm	Complexo Sortivo, cmol_c/kg					Sat. por Al, %	PST, %	V (sat. por bases), %	P, $\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$
		$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$	K^+	Na^+	$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$	CTC				
Área 1	0-20	12.70	0.85	0.15	1.92	15.62	0.04	0.88	88.86	315.07
	20-40	9.47	0.52	0.30	2.13	12.41	0.01	2.34	84.28	203.41
Área 2	0-20	7.53	0.28	0.08	2.92	10.82	4.82	0.76	70.13	384.59
	20-40	7.40	0.23	0.19	1.39	9.21	1.36	1.91	83.61	406.68
Área 3	0-20	6.96	0.38	0.08	2.05	9.47	3.47	0.94	76.70	232.67
	20-40	6.25	0.23	0.28	0.56	7.32	1.97	3.73	90.92	18.65

Tabela 4 – Desdobramento das Correlações Lineares em efeitos diretos e indiretos^{1/} de características físicas e químicas de Planossolos Háplicos do semiárido alagoano (0-20 cm de profundidade) sobre os teores de fenóis e flavonoides totais em folhas de mororó (*Bauhinia cheilantha*) e feijão bravo (*Capparis flexuosa*).

Fenóis Totais – Mororó						
Variáveis	Areia Total	Ca	P	Sat. por Al	Total ^{2/}	R ² = 0,9754
Areia Total	1,644	-0,557	-0,072	-0,289	0,7259*	
Ca	-1,485	0,616	0,056	0,256	-0,5563	$p\epsilon = 0,1567$
P	0,497	-0,146	-0,237	-0,226	-0,1122	
Sat. por Al	0,789	-0,263	-0,089	-0,601	-0,1635	

Flavonóides Totais – Mororó						
Variáveis	Areia Fina	Mg	Sat. por Al	Total ^{2/}	R ² = 0,9657	
Areia Fina	0,7149	0,1083	0,0492	0,8724**		
Mg	0,2548	0,3040	0,0958	0,6546°	$p\epsilon = 0,1852$	
Sat. por Al	-0,1254	-0,1038	-0,2804	-0,5097		

Fenóis Totais – Feijão bravo						
Variáveis	Areia Média	Al	P	K	Na	Total ^{2/}
Areia Média	-0,6246	0,2982	0,1020	-0,1975	0,8280	0,4060
Al	-0,3545	0,5255	0,0752	-0,1575	0,4162	0,5049
P	0,1790	-0,1109	-0,3559	-0,0046	-0,3573	-0,6498°
K	0,4097	-0,2748	0,0055	0,3011	-0,3446	0,09691
Na	0,5300	-0,2242	-0,1303	0,1064	-0,9757	-0,6938*

Flavonóides Totais – Feijão bravo						
Variáveis	Areia Média	Al	P	K	Total ^{2/}	R ² = 1,0000
Areia Média	-0,3712	-0,3876	0,2829	0,5476	0,0718	
Al	-0,2107	-0,6829	0,2085	0,4366	-0,2485	$p\epsilon = 0,0000$
P	0,1064	0,1442	-0,9873	0,0129	-0,7238*	
K	0,2435	0,3572	0,0152	-0,8349	-0,2190	

** = 1%, * = 5% e ° = 10% de significância.

1/ Leitura dos efeitos diretos na diagonal, em negrito, e dos efeitos indiretos na horizontal. Os valores numéricos dos efeitos diretos são chamados coef. de trilha. 2/ Coeficiente de correlação de Pearson.