



APLICAÇÃO DE ELICITORES EM CULTIVARES DE ALFACE INFLUENCIA A TOLERÂNCIA AO ESTRESSE SALINO

Jussira Sonally Jácome Cavalcante¹, Miguel Ferreira Neto², Francisco Vanies da Silva Sá³, Tayd Dayvison Custódio Peixoto⁴, Antônio Sávio dos Santos⁵, Ricardo André Rodrigues Filho⁶

RESUMO: A produtividade da alface pode ser limitada pela concentração de sais da água e no solo, que reduz e limita seu crescimento. Assim, objetivou-se avaliar a influência dos elicitores de tolerância ao estresse salino nas trocas gasosas de cultivares de alface. Para a irrigação do experimento, foi utilizada água de rejeito salino com a CE em torno de $9,0 \text{ dS m}^{-1}$ misturada com água de abastecimento, obtendo, assim, CE de 4 dS m^{-1} . O experimento foi conduzido em delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial 3×5 , com cinco repetições. O primeiro fator corresponde a três cultivares de alface crespa: SVR 2005, Simpson e Grand Rapids. No segundo fator, as cultivares de alface foram submetidas a cinco combinações de tratamentos: controle ($0,53 \text{ dS m}^{-1}$); estresse salino ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$); estresse salino + ácido ascórbico (ASC) ($50 \mu\text{M L}^{-1}$); estresse salino + ácido giberélico ($50 \mu\text{M L}^{-1}$); e estresse salino + ácido salicílico (AS) ($50 \mu\text{M L}^{-1}$). Para a aplicação dos elicitores, foi utilizado um borrifador via foliar. A cultivar Grand Rapids é tolerante à salinidade da água de $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ e salinidade do solo de $5,0\text{-}6,1 \text{ dS m}^{-1}$. A taxa de assimilação de CO_2 (AN) das cultivares SVR 2005, Simpson e Grand Rapids foi reduzida sob estresse salino, variando, em média entre 19,47%, 11% e 18,47% % em relação ao controle. Na SVR-2005, a aplicação exógena de ASC e de AS incrementaram a AN em 25,94% e 25,02% em relação ao estresse salino. O ácido salicílico mitigou o estresse salino na cultivar SRV 2005.

PALAVRAS-CHAVE: *Lactuca sativa* L., salinidade, trocas gasosas foliares.

¹ Engenheira Agrônoma, Pesquisadora FAPERN/SEDRAF-RN, Doutora em Manejo de Solo e Água, UFERSA

² Prof. Doutor, Departamento de Ciências Agrônômicas e Florestais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, UFERSA, Mossoró, RN. Fone: (84) 99989-8631. E-mail: miguel@ufersa.edu.br

³ Prof. Doutor, Departamento de Ciências Agrárias e Exatas, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Catolé do Rocha, PB

⁴ Bolsita de Pós-Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água, UFERSA, Mossoró, RN

⁵ Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Manejo de Solo e Água, UFERSA, Mossoró, RN

⁶ Engenheiro Agrícola e Ambiental, Doutorando em Manejo de Solo e Água, UFERSA, Mossoró, RN

APPLICATION OF ELICITORS IN LETTUCE CULTIVARS INFLUENCES TOLERANCE TO SALINE STRESS

ABSTRACT: Lettuce productivity can be limited by the concentration of water and soil salts, which reduces and limits its growth. Thus, it was aimed to evaluate the influence of the elicitors of tolerance to saline stress on growth, production, and leaf gas exchanges of lettuce cultivars. For irrigation of the experiment, saline tailings with the EC was used around 9 dS m^{-1} mixed with supply water thus obtaining a CE of 4 dS m^{-1} . The experiment was conducted in experimental design in randomized blocks, in a 3×5 factorial scheme, with five repetitions. The first factor corresponds to three curly lettuce cultivars: SVR 2005, Simpson and Grand Rapids. In the second factor, lettuce cultivars were subjected to five treatments combinations being: control (0.53 dS m^{-1}); saline stress (4.0 dS m^{-1}); saline stress + ascorbic acid (ASC) ($50 \mu\text{m L}^{-1}$); saline stress + gibberelic acid ($50 \mu\text{m L}^{-1}$); and saline + salicylic acid (SA) ($50 \mu\text{m L}^{-1}$) stress for the application of the elicitors a spray was used via leaf. Cultivar Grand Rapids is tolerant water salinity of 4.0 dS m^{-1} and soil salinity of $5.0\text{-}6.1 \text{ dS m}^{-1}$. The CO_2 assimilation rate (AN) of the cultivars SVR 2005, Simpson and Grand Rapids was reduced under salt stress, varying on average between 19.47%, 11% and 18.47% relative to the control. In SVR-2005, exogenous application of ASC and AS increased the AN by 25.94% and 25.02% compared to salt stress. Salicylic acid mitigated salt stress in cultivar SRV 2005.

KEYWORDS: *Lactuta sativa* L., salinity, leaf gas exchange.

INTRODUÇÃO

A necessidade de atender ao aumento da demanda alimentar e à crescente degradação do abastecimento de água promovendo a escassez dos recursos hídricos é um problema que afeta todo o mundo. A limitação de água pode estar relacionada a diversos fatores ambientais ou antrópicos, como secas, uso inadequado dos recursos naturais ou poluição (MICELI et al., 2020). Dessa maneira, quando manejada adequadamente, permite o uso racional da água.

Na região do Polo Agrícola Mossoró/Açu, no estado do Rio Grande do Norte, a maior demanda por água para irrigação tem forçado a utilização de águas com níveis mais elevados de salinidade. Fazendas dessa região demandam quantidade substancial de água, o que tem impulsionado o uso de água salinas entre $2\text{-}6 \text{ dS m}^{-1}$ (PRAXEDES et al., 2022). No entanto, o estresse salino promove efeitos adversos na morfofisiologia, nas atividades metabólicas e

respiratória das espécies vegetais. O estresse salino ocasiona dificuldade na absorção de água do solo pela planta, que tende a reduzir a perda de água mediante fechamento dos estômatos e redução da transpiração (ANDRADE et al., 2018; SÁ et al., 2018).

Os elicitores exógenos mais conhecidos para mitigar o efeito da salinidade em alface são o ácido giberélico (AG3) e o ácido salicílico (AS). O ácido giberélico tem o objetivo de melhorar o crescimento e o rendimento das plantas, além de aumentar a tolerância aos estresses abióticos (MONCADA et al., 2020).

A hipótese da pesquisa foi que os elicitores de tolerância ao estresse salino podem mitigar o efeito de sais em cultivares de alface, sendo a resposta aos elicitores de tolerância ao estresse salino variável dentro da espécie. Assim, objetivou-se avaliar elicitores de tolerância ao estresse salino no crescimento, produção e trocas gasosas de cultivares de alface.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), em Mossoró-RN, no período de dezembro de 2019 a março de 2020.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 5, com cinco repetições e cada repetição foi composta por duas plantas. O primeiro fator corresponde a três cultivares de alface crespa: SVR 2005, Simpson e Grand Rapids. As cultivares de alface foram submetidas ao segundo fator, cinco combinações de tratamentos: E1 - irrigação com água de baixa salinidade ($0,53 \text{ dS m}^{-1}$, controle); E2 – irrigação com água de alta salinidade ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$, estresse salino); E3 - estresse salino + aplicação exógena de ácido ascórbico ($50 \mu\text{M L}^{-1}$); E4 - estresse salino + aplicação exógena de ácido giberélico ($50 \mu\text{M L}^{-1}$); e E5 - estresse salino + aplicação exógena de ácido salicílico ($50 \mu\text{M L}^{-1}$).

As aplicações dos ácidos orgânicos ocorreram no 2º, 10º e 20º DAT, usando borrifador manual via foliar, e os volumes de 2,5, 5,0 e 5,0 ml por planta, respectivamente, totalizando 12,5 ml por planta.

As mudas foram transplantadas em vasos preenchidos com solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico argissólico (EMBRAPA, 2018), coletado na profundidade de 0-30 cm proveniente da Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no distrito de Lagoinha, zona rural do município de Mossoró-RN. O solo foi coletado, seco, destorroado, peneirado em

malha de 2,0 mm e amostrado para análises físicas e químicas (TEIXEIRA et al., 2017), conforme Tabela 1. Cada repetição foi composta por três lisímetros adaptados ao vaso de plástico preenchido com 12 dm³ de solo. Cada vaso teve sua base perfurada, tendo sido adicionada uma camada de 1 dm³ brita nº 1 e tela de nylon de 2 mm. Antes do transplântio da cultura, realizou-se a calagem 5,814 g de hidróxido de cálcio (Ca(OH)₂) por vaso, com 54% de cálcio, visando a uma saturação por base de 90%.

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo utilizado no experimento.

pH	MO g kg ⁻¹	P ----(mg dm ⁻³)---	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	CTC	V	PST ----%---
5,4	2,13	2,0	61,1	16,7	1,6	1,10	0,20	0,33	2,90	3,10	3,23	63	1,0
CEes (dSm ⁻¹)	Densidade (kg dm ⁻³)	Areia			Silte			Argila					
0,58	1,60	820			30			150					

MO – Matéria orgânica: Digestão úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M pH 7,0; Al³⁺ e (H⁺ + Al³⁺) extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CEes – condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; Ds - Densidade do solo.

A adubação foi realizada de acordo com as recomendações de Novais et al. (1991), para vasos em cultivo protegido, sendo aplicados 300 mg de P₂O₅-, 150 mg de K₂O, e 100 mg de N por dm³ de solo, por meio da fertirrigação, utilizados como fonte de ureia (45% de N), cloreto de potássio (KCl = 60% de K₂O) e monoamônico fosfato (MAP = 12% de N e 50% de P₂O₅-). A adubação foi dividida em três parcelas iguais, a primeira foi aplicada em fundação, a segunda e a terceira foram aplicadas via fertirrigação aos 10 e 20 dias, respectivamente, após o transplântio (DAT). A adubação com micronutrientes foi realizada aos 15 DAT via foliar com o fertilizante Liqui-Plex Fruit®, na proporção de 3 ml L⁻¹ de calda, seguindo a recomendação do fabricante.

A água de baixa salinidade (CEa = 0,53 dS m⁻¹) foi obtida do abastecimento local. A água salina (CEa = 4,0 dS m⁻¹) foi obtida a partir da diluição do rejeito salino obtido em dessalinizadores de osmose reversa em água de abastecimento.

Aos 30 dias após o transplântio, as plantas de alface foram avaliadas quanto a trocas gasosas, no período das 7h00 às 9h00. As avaliações foram feitas nas folhas totalmente expandidas situadas no terço superior de cada planta, com analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), modelo LCPro+ Portable Photosynthesis System® (ADC Bio Scientific Limited, UK) LCPro+ com controle de temperatura a 25°C, irradiação de 1200 µmol fótons m⁻² s⁻¹ e fluxo de ar de 200 mL min⁻¹, de modo que se obteve a fotossíntese líquida (AN) em µmol m⁻² s⁻¹, transpiração (E) em mmol de H₂O m⁻² s⁻¹, condutância estomática (gs) em mol de H₂O m⁻² s⁻¹ a concentração interna de CO₂ (Ci) em µmol m⁻² s⁻¹, além da temperatura foliar (TI) em °C. De posse desses dados, foi quantificada a eficiência no uso da água (EUA) (AN/E)

em $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}/\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$, e a eficiência de carboxilação (AN/Ci) em decimal (SÁ et al., 2019).

Os dados obtidos de cada experimento foram submetidos à análise de variância e teste 'F', ao nível de 5% de significância. Nos casos de significância, o efeito isolado de tratamento e a interação entre tratamentos foram comparados pelo teste de médias Tukey, ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as variáveis de trocas gasosas apresentaram efeito significativo para a interação entre cultivares de alface e aplicação de elicitores que induz a tolerância ao estresse salino ($p < 0,001$) (Tabela 2). O estresse salino ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$) diminuiu a condutância estomática das cultivares de alface em 27%, 35,6% e 32,6% para SVR-2005, Simpson e Grand Rapids, respectivamente, quando comparada ao controle ($0,53 \text{ dS m}^{-1}$) (Tabela 2).

Para a Grand Rapids, todos os elicitores que induzem a tolerância ao estresse salino melhoram a condutância estomática em relação ao estresse salino, sendo verificados incrementos de 17,24%, 10,34% e 27,59%, respectivamente (Tabela 2). Em condições de estresse salino, as menores gs são verificadas na cultivar SVR-2005 e as maiores gs são verificadas em Grand Rapids, exceto a aplicação exógena com AG3 (Tabela 2).

A taxa de transpiração (E) foi reduzida em 20%, 26% e 27% no tratamento com estresse salino ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$) para SVR-2005, Simpson e Grand Rapids, respectivamente, quando comparada ao controle ($0,53 \text{ dS m}^{-1}$) (Tabela 2). Na SVR-2005, a aplicação exógena de ASC e de AS incrementou a E em 18,92% e 27% em relação ao estresse salino. Na Simpson, a aplicação exógena de ASC, AG3 e AS incrementou a transpiração em 11,34%, 9,62% e 13,4% em relação ao estresse salino.

O estresse salino reduziu a concentração interna de CO_2 (Ci) nas cultivares Simpson e Grand Rapids, em relação ao controle ($0,53 \text{ dS m}^{-1}$), com reduções que variaram entre 13,43% e 5%, respectivamente (Tabela 2). Para a cultivar Simpson, todos os elicitores de tolerância (ASC, AG3 e AS) incrementaram a Ci em 16%, 6,47% e 9,05% em relação ao estresse salino, respectivamente (Tabela 2). A cultivar SVR 2005 e a Grand Rapids não apresentaram influência dos elicitores de tolerância (Tabela 2).

A taxa de assimilação de CO_2 (AN) das cultivares SVR 2005, Simpson e Grand Rapids foi reduzida sob estresse salino ($4,0 \text{ dS m}^{-1}$), variando, em média, entre 19,47%, 11% e 18,47%

% em relação ao controle (0,53 dS m⁻¹). Na SVR-2005, a aplicação exógena de ASC e de AS incrementaram a AN em 25,94% e 25,02% em relação ao estresse salino. Na Simpson, a aplicação dos elicitores que induzem a tolerância ao estresse salino não influenciou a taxa de assimilação de CO₂ (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo do teste F e teste de médias para condutância estomática (*g_s*, em mol (H₂O) m⁻² s⁻¹), transpiração (*E*, em mmol (H₂O) m⁻² s⁻¹), concentração interna de CO₂ (*C_i*, em μmol (CO₂) mol⁻¹), taxa de assimilação de CO₂ (*A_N*, em μmol (CO₂) m⁻² s⁻¹), eficiência instantânea do uso da água (*EiUA*, em μmol (CO₂) m⁻² s⁻¹/mmol (H₂O) m⁻² s⁻¹), eficiência instantânea de carboxilação (*EiCi*, em μmol (CO₂) m⁻² s⁻¹/μmol (CO₂) mol⁻¹) de cultivares de alface irrigada com água salina submetidas à aplicação exógena de elicitores que induzem a tolerância ao estresse salino, aos 30 dias após a semeadura.

Teste F							
Fontes de Variação		<i>g_s</i>	<i>E</i>	<i>C_i</i>	<i>A_N</i>	<i>EiUA</i>	<i>EiCi</i>
Bloco		0,0016**	0,0010**	0,9741 ^{NS}	0,1274 ^{NS}	0,9260 ^{NS}	0,5593 ^{NS}
Tratamento (T)		0,0000***	0,0000***	0,0000***	0,0000***	0,0000***	0,0028**
Cultivares (C)		0,0000***	0,0000***	0,0000***	0,0000***	0,0000***	0,0000***
T x C		0,0000***	0,0000***	0,0000***	0,0000***	0,0000***	0,0000***
CV (%)		3,36	1,96	2,87	4,22	4,57	6,65
Teste de Tukey							
VAR	TRAT	<i>g_s</i>	<i>E</i>	<i>C_i</i>	<i>A_N</i>	<i>EiUA</i>	<i>EiCi</i>
SVR-2005	E1	0,30 aB	3,24 aC	258 aA	16,23 aB	5,01 aAB	0,063 aB
	E2	0,22 cB	2,59 cC	262 aA	13,07 bC	5,05 aC	0,050 bC
	E3	0,27 bC	3,08 bC	240 bB	16,46 aB	5,34 aA	0,069 aB
	E4	0,22 cC	2,42 dC	264 aA	12,18 bB	5,03 aC	0,046 bC
	E5	0,29 abB	3,29 aB	253 aA	16,34 aB	4,99 aB	0,066 aB
Simpson	E1	0,45 aA	3,91 aA	268 aA	21,35 aA	5,46 cA	0,080 aA
	E2	0,29 dA	2,91 cA	232 cC	18,98 bA	6,52 aA	0,082 aA
	E3	0,32 cB	3,24 bB	269 aA	15,34 cC	4,74 dB	0,057 bC
	E4	0,37 bA	3,19 bA	247 bB	19,15 bA	6,00 bB	0,078 aB
	E5	0,29 dB	3,30 bB	253 bA	15,54 cB	4,71 dB	0,061 bB
Grand Rapids	E1	0,43 aA	3,81 aB	261 aA	20,47 aA	5,37 cAB	0,078 aA
	E2	0,29 eA	2,81 cB	248abB	16,71 bB	5,94 bB	0,067 bB
	E3	0,34 cA	3,56 bA	235 cB	19,92 aA	5,60 bcA	0,085 aA
	E4	0,32 dB	2,90 cB	230 cC	19,65 aA	6,78 aA	0,085 aA
	E5	0,37 bA	3,62 aB	241bcB	20,33 aA	5,62 bcA	0,084 aA
DMS (T)		0,02	0,11	12,81	1,31	0,44	0,01
DMS (V)		0,01	0,09	10,94	1,12	0,38	0,01

CV = coeficiente de variação; DMS = diferença mínima significativa. Médias seguidas de letras iguais minúsculas na coluna não diferem interação elicitores dentro de cultivar pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. Médias seguidas de letras iguais maiúsculas na coluna não diferem para interação cultivar dentro dos elicitores pelo teste de Tukey a 0,05 de probabilidade. E1 - irrigação com água de baixa salinidade (0,53 dS m⁻¹, controle); E2 - irrigação com água de alta salinidade (4,0 dS m⁻¹, estresse salino); E3 - estresse salino + aplicação exógena de ácido ascórbico (50 μM L⁻¹); E4 - estresse salino + aplicação exógena de ácido giberélico (50 μM L⁻¹); e E5 - estresse salino + aplicação exógena de ácido salicílico (50 μM L⁻¹). ***, **, * Significativo a 0,1%, 1% e 5% de probabilidade, respectivamente; NS Não significativo a 5% de probabilidade.

Apesar da condutância estomática ter sido menor, assim como a transpiração e a taxa de assimilação de CO₂, isso significa que a perda de água foi reduzida, esse resultado demonstra que a eficiência instantânea do uso da água (*EiUA*) foi aumentada. Percebe-se, portanto, que a

abertura e fechamento estomático estão diretamente relacionados ao processo de transpiração. Quando o estômato se fecha, ocorre a diminuição da perda de água pelas folhas, entretanto, ao se fechar, o estômato impede a entrada do gás carbônico, provocando a redução da eficiência instantânea de carboxilação (LEMOS NETO et al., 2017).

Na cultivar de alface SVR 2005, a aplicação exógena dos elicitores que induzem a tolerância ao estresse salino ASC e AS incrementou cerca de 38% e 32%, respectivamente. Para a Grand Rapids, todos os elicitores melhoram a eficiência instantânea de carboxilação em relação ao estresse salino, sendo verificados incrementos de 26,87%, 26,87% e 25,37%, respectivamente (Tabela 2). Em condições de estresse salino, as menores EiCi são verificadas na cultivar SVR-2005 e as maiores EiCi são verificadas em Grand Rapids (Tabela 2).

CONCLUSÕES

A taxa de assimilação de CO₂ (AN) das cultivares SVR 2005, Simpson e Grand Rapids foi reduzida sob estresse salino, variando, em média entre 19,47%, 11% e 18,47% em relação ao controle.

Na cultivar SVR-2005, a aplicação exógena de ASC e de AS incrementaram a AN em 25,94% e 25,02% em relação ao estresse salino. O ácido salicílico mitigou o estresse salino na cultivar SRV 2005.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão de Bolsas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J. R.; MAIA JÚNIOR, S. O.; SILVA, R. F. B.; BARBOSA, J. W. S.; NASCIMENTO, R.; ALENCAR, A. E. V. Trocas gasosas em genótipos de feijão-caupi

irrigados com água salina. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 12, n. 3, p. 2653-2660, 2018.

EMBRAPA. Empresa de Pesquisa Agropecuária Brasileira. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF, 2018. 355p.

LEMONS NETO, H. S.; GUIMARÃES, M. A.; TELLO, J. P. J.; MESQUITA, R. O.; VALE, J. C.; AND LIMA NETO, B. P. Productive and physiological performance of lettuce cultivars at different planting densities in the Brazilian Semi-arid region. **African Journal of Agricultural Research**, v. 12, n. 10, p. 771-779, 2017.

MICELI, C.; MONCADA, A.; VETRANO, F.; IAPICHINO, G.; D'ANNA, F.; MICELI, A. Effect of agronomic practices on yield and quality of borage at harvest and during storage as minimally processed produce. **Agronomy**, v. 10, n. 242, p. 1-21, 2020.

MONCADA, A.; VETRANO, F.; ESPOSITO, A.; MICELI, A. Fertigation management and growth-promoting treatments affect tomato transplant production and plant growth after transplant. **Agronomy**, v. 10, n. 1504, p 1-24, 2020.

PRAXEDES, S. S. C. et al. Photosynthetic responses, growth, production, and tolerance of traditional varieties of cowpea under salt stress. **Plants**, v. 11, n. 1863, p. 1-18, 2022.

SÁ, F. V. S.; FERREIRA NETO, M.; LIMA, Y. B.; PAIVA, E. P.; PRATA, R. C.; LACERDA, C. F.; BRITO, M. E. B. Growth, gas exchange and photochemical efficiency of the cowpea bean under salt stress and phosphorus fertilization. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 9, n. 4, p. 668-679, 2018.

SÁ, F.V.S.; GUEYI, H. R.; LIMA, G. S.; PAIVA, E. P.; SILVA, L. A.; MOREIRA, R. C. L.; FERNANDES, P. D.; DIAS, A. S. Ecophysiology of West Indian cherry irrigated with saline water under phosphorus and nitrogen doses. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 35, n. 1, p. 211-221, jan./fev. 2019.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análises de solo**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2017.