

Crescimento inicial de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) sob variação de temperatura ambiente e condutividade elétrica da água

Patrícia da Silva Costa¹, Francisco de Assis da Silva¹, Robson Fábio Alves de Souza¹, Gleyka Nóbrega Vasconcelos¹, Ronaldo do Nascimento*¹, Deise Maria Farias Lima²

¹Universidade Federal de Campina Grande, patriciagroambiental@gmail.com, agrofdsilva@gmail.com, rfabiosouza@yahoo.com.br, gleykanobrega@live.com, ronaldon453@gmail.com; ²Universidade Estadual da Paraíba, deise_farias19@hotmail.com.

RESUMO: As mudanças climáticas promovem alterações na temperatura do ambiente e no regime de chuvas, refletindo-se em estresses térmico e hídrico, além de provocar instabilidade no rendimento das culturas. Objetivou-se avaliar a influência de temperatura e níveis de condutividade elétrica da água no crescimento inicial de feijão-caupi. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições de 25 sementes crioulas, variedade corujinha. Os fatores consistiram de duas condições de temperatura (25 e 35 °C) e cinco níveis de condutividade elétrica da água de umedecimento do substrato de germinação (0,4, 1,9, 3,4, 4,9 e 6,4 dS m⁻¹). As avaliações consistiram na quantificação de variáveis de comprimento médio inicial e final da parte aérea, bem como a taxa de crescimento relativo. O aumento da temperatura do ambiente e da condutividade elétrica da água de umedecimento do substrato promoveu redução no crescimento das plântulas de feijão-caupi. Recomenda-se que a semeadura do feijão-caupi seja realizada em ambiente com temperatura de 25 °C e umedecimento do substrato com água de boa qualidade com condutividade elétrica inferior a 1,5 dS m⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: Sementes crioulas; Estresse térmico; Salinidade.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas promovem alterações na temperatura do ambiente e no regime de chuvas, refletindo-se em estresses térmico e hídrico, além de provocar instabilidade no rendimento das culturas (TANG, 2019). Dentre as culturas com adaptação às regiões áridas e semiáridas, as leguminosas consistem em fonte importante de nutrientes essenciais em vários países em desenvolvimento. Dentro da família Leguminosae, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma cultura que consiste em grande importância para o setor alimentício, notadamente por possuir alto valor nutritivo e constituir-se em alternativa viável para cultivo em regiões com baixa disponibilidade hídrica. De fato, a cultura possui bons teores de vitaminas, fibras, minerais e compostos fenólicos importantes para o metabolismo humano, prevenção e tratamento de doenças (PÉREZ-RODRÍGUEZ et al., 2019).

É importante ressaltar que, embora o feijão-caupi seja considerado tolerante a temperaturas elevadas e déficit hídrico, em regiões semiáridas, e.g. no Nordeste brasileiro, sua produção ainda é considerada baixa (MELO et al., 2018). Nesta perspectiva, Araújo et al. (2018) reportam que estudos relacionados aos estresses na fase de germinação podem contribuir para identificação de genótipos tolerantes, o que, de fato, é ratificado por Carvalho et al. (2019) ao identificarem, na fase de germinação, genótipos adaptados ao déficit hídrico com perspectiva de aumento de produtividade sob cultivo em condições adversas.

Os principais estresses que podem ocorrer em regiões semiáridas consistem em altas temperaturas e salinização dos solos. Altas temperaturas podem influenciar na disponibilidade de CO₂, de modo a reduzir a biomassa das plantas devido à inibição da assimilação do carbono e aumento da taxa de fotorrespiração (PALACIOS et al., 2019). A salinidade do solo provoca estresses oxidativos, afeta os sistemas radiculares, a fisiologia e a morfologia externa do sistema vegetal, limita a produção agrícola, afetando a produtividade das plantas ao gerar espécies reativas de oxigênio que funcionam como um sinal de estresse (GUPTA et al., 2020). Neste sentido, objetivou-se avaliar a influência de temperatura e níveis de condutividade elétrica da água no crescimento inicial de feijão-caupi.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no mês de setembro de 2018, no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA), no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (CTRN) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no município de Campina Grande, PB, nas coordenadas 7°12'51.4"S 35°54'25.6"W.

Foram utilizadas sementes crioulas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), variedade corujinha, obtidas no banco de sementes de mulheres em São José da Mata, distrito de Campina Grande, PB. Inicialmente, as sementes passaram pelo processo de assepsia com hipoclorito de sódio a 1%, por 3 min (CARVALHO; CARVALHO, 2009).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5, com quatro repetições de 25 sementes (NUNES et al., 2017). Os fatores consistiram de duas condições de temperatura (25 e 35 °C)

e cinco níveis de condutividade elétrica da água de umedecimento do substrato de germinação (0,4, 1,9, 3,4, 4,9 e 6,4 dS m⁻¹).

Para aplicação dos tratamentos, as sementes foram semeadas em rolo de papel toalha (tipo germitest[®]), previamente humedecido com as soluções salinas correspondentes aos níveis de condutividade elétrica na quantidade equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes para manutenção da humidade do substrato e mantidos em germinadores (tipo B.O.D.) regulados para as temperaturas de 25 e 35 °C, respectivamente.

As avaliações consistiram na quantificação de variáveis de comprimento médio inicial da parte aérea (CIA, em cm), comprimento médio final da parte aérea (CFA, em cm) e taxa de crescimento relativo da parte aérea (TCRA, em cm cm⁻¹ dia⁻¹) (FERRAZ et al., 2017). Transcorridos sete e quatorze dias de implantação do experimento, foram selecionadas três plântulas uniformes por parcela, nas quais foram realizadas medições para determinação do comprimento médio inicial da parte aérea (CIA), aos sete dias e comprimento médio final da parte aérea, aos 14 dias, utilizando-se de régua graduada em mm para as realizações das medições (FERRAZ et al., 2017).

Foi realizada a determinação da taxa de crescimento relativo da parte aérea (TCRA), sendo essa variável obtida por meio da relação: $TCRA = \frac{\ln W_2 - \ln W_1}{t_2 - t_1}$, em que: TCRA= taxa de crescimento relativo; ln = logaritmo neperiano; W₁ = comprimento inicial; W₂ = comprimento final; t₁ = tempo inicial e t₂ = tempo final (ECHER et al., 2010; FERRAZ et al., 2017).

Os dados das variáveis foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965; PIMENTEL-GOMES, 2000) e posteriormente, atendidos os pressupostos de normalidade, submetidos às análises de variância pelo teste F com 95% de confiança, regressão polinomial e teste de médias (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015). Para realização das análises foi utilizado o *software* Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no resumo das análises de variância, verificou-se que a temperatura promoveu mudanças significativas (p < 0,01) no comprimento médio final da parte aérea e na taxa de crescimento relativo da parte aérea, enquanto que o comprimento médio inicial da parte aérea não foi influenciado pela temperatura. A condutividade elétrica da água de umedecimento do substrato promoveu variações no comprimento inicial e final da parte aérea e não teve influência sobre a taxa de crescimento relativo da parte aérea. Foi constatada interação significativa entre temperatura e condutividade elétrica no comprimento inicial e taxa de crescimento relativo da parte aérea (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo das análises de variância do comprimento médio inicial da parte aérea (CIA), comprimento médio final da parte aérea (CFA) e taxa de crescimento relativo da parte Aérea (TCRA). Campina Grande, PB, 2019.

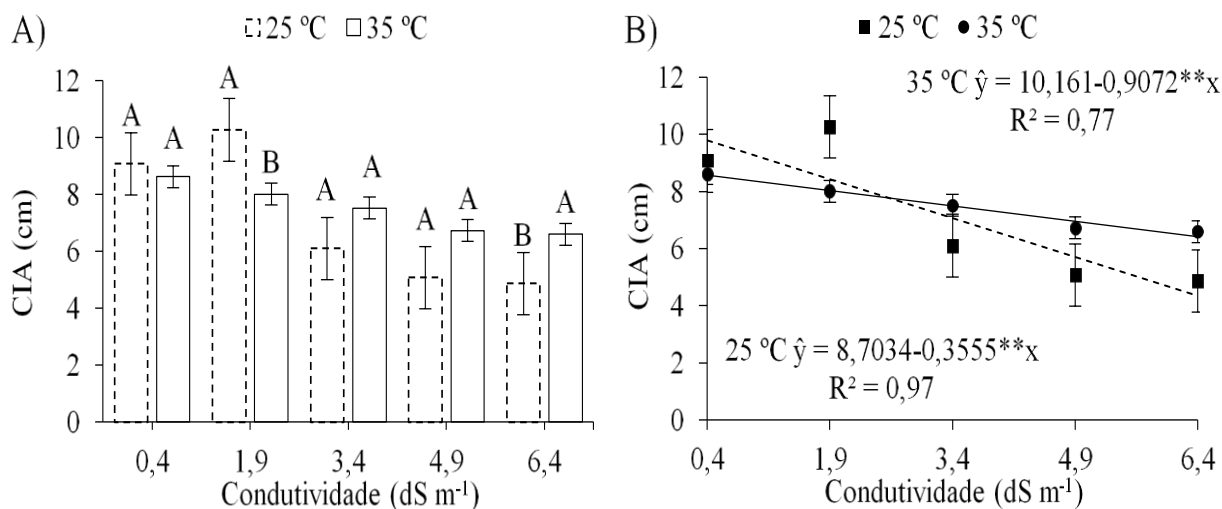
Fontes de Variação	GL	Quadrados médios		
		CIA	CFA	TCRA
Temperatura (T)	1	1,75 ^{ns}	228,58 ^{**}	0,30 ^{**}
Condutividade (CEa)	(4)	20,88 ^{**}	38,55 ^{**}	4E-3 ^{ns}
Regressão Linear	1	71,82 ^{**}	93,14 ^{**}	0,01 [*]
Regressão Quadrática	1	0,15 ^{ns}	1,68 ^{ns}	1E-3 ^{ns}
Desvio da Regressão	2	5,77 [*]	29,70 ^{**}	2E-3 ^{ns}
Interação T x CEa	4	6,08 ^{**}	3,15 ^{ns}	0,02 ^{**}
Resíduo	30	1,31	2,68	2E-3
CV (%)		15,72	14,07	33,08

** , * e ^{ns}: significativo a 1%, 5% e não significativo pelo teste F. FV: fontes de variação, GL: graus de liberdade, CV: coeficiente de variação.

Plântulas de feijão-caupi oriundas de sementes germinadas em substrato umedecido com água de 1,9 dS m⁻¹ tiveram maior comprimento médio inicial (10 cm) em ambiente com temperatura de 25 °C, diferindo do comprimento de 8 cm registrado nas plântulas conduzidas sob 35 °C; no entanto, quando o substrato foi umedecido com água de 6,4 dS m⁻¹, maior comprimento (7 cm) foi observado no ambiente com temperatura de 35 °C, diferindo dos 5 cm registrados nas plântulas conduzidas sob 25 °C (Figura 1A).

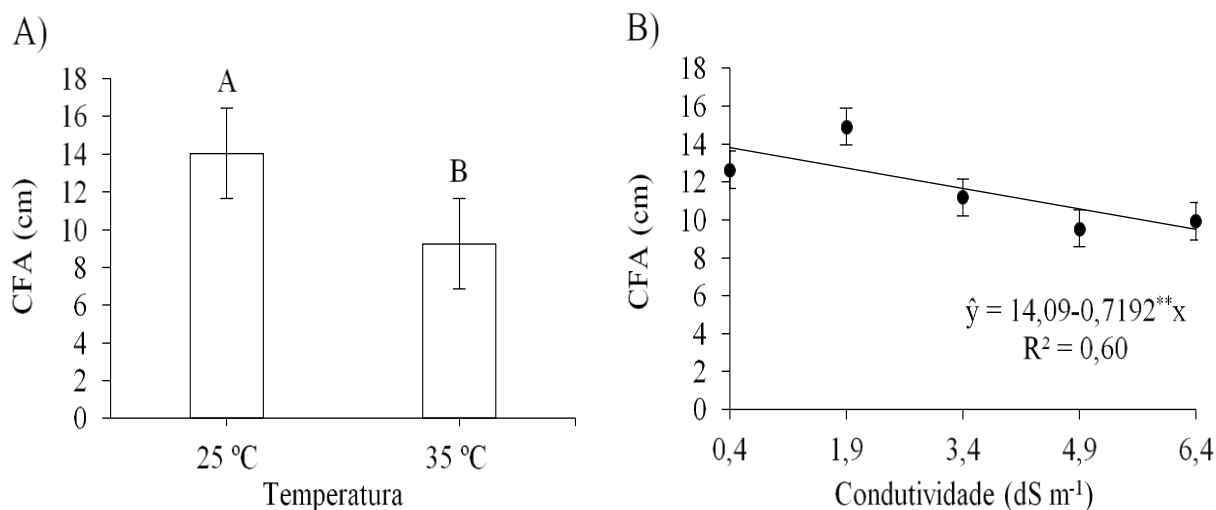
Independente da temperatura, o incremento da condutividade elétrica da água promoveu redução expressiva no comprimento médio inicial da parte aérea, sendo que no ambiente com 25 °C as plântulas conduzidas em substrato umedecido com água de 0,4 dS m⁻¹ tiveram comprimento de 8,6 cm o qual foi reduzido para 6,4 cm quando a condutividade foi aumentada para 6,4 dS m⁻¹; enquanto que em ambiente com temperatura de 35 °C o comprimento obtido com 0,4 dS m⁻¹ foi de 9,8 cm sendo reduzido para 4,4 cm quando a condutividade foi aumentada para 6,4 dS m⁻¹ (Figura 1B).

Figura 1. Comprimento inicial da parte aérea em função do desdobramento de temperatura dentro de condutividade (A) e condutividade dentro de temperatura (B). Campina Grande, PB, 2019.



Independente da condutividade elétrica da água de umedecimento do substrato, o aumento de temperatura de 25 °C para 35 °C promoveu redução de 35,7% no comprimento final da parte aérea quando foram comparados os 14 cm obtidos na menor temperatura com os 9 cm obtidos na maior temperatura (Figura 2A). Independente da temperatura do ambiente, houve expressiva redução de comprimento final da parte aérea em função do incremento da condutividade elétrica, sendo registrados 13,8 cm em substrato umedecido com 0,4 dS m⁻¹ e 9,5 cm sob condutividade de 6,4 dS m⁻¹, permitindo calcular diferença percentual de 31,2% (Figura 2B).

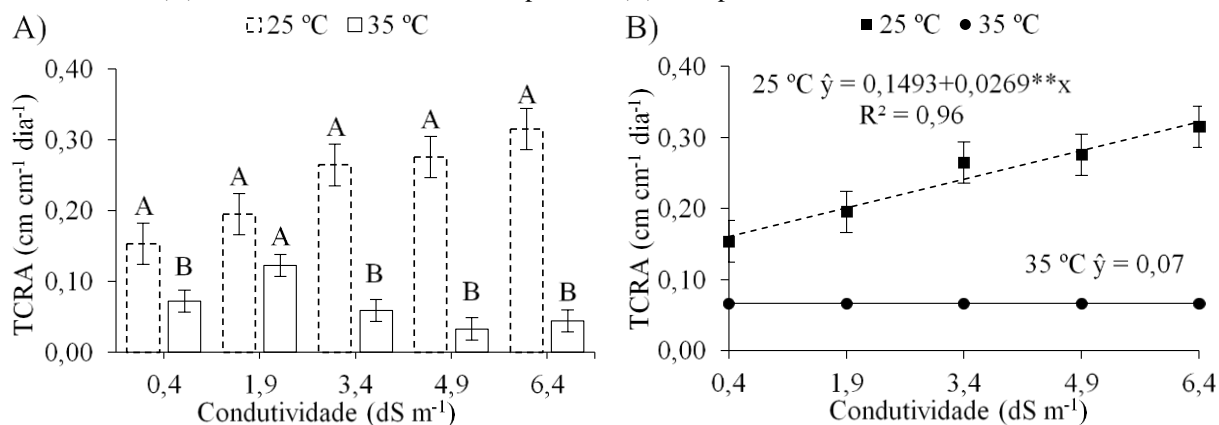
Figura 2. Comprimento final da parte aérea em função da temperatura (A) e condutividade (B). Campina Grande, PB, 2019.



O aumento de temperatura de 25 °C para 35 °C promoveu redução na taxa de crescimento relativo da parte aérea da plântulas de feijão-caupi em todas as condutividades testadas, exceto quando o substrato foi umedecido com 1,9 dS m⁻¹. Quando o umedecimento foi com água de 0,4 dS m⁻¹ a TCRA na temperatura de 25 °C foi de 0,15 cm cm⁻¹ dia⁻¹, diferindo dos 0,07 cm cm⁻¹ dia⁻¹ obtidos na temperatura de 35 °C; nas condutividades de 3,4, 4,9 e 6,4 dS m⁻¹ a temperatura de 25 °C proporcionou TCRA de 0,26, 0,28 e 0,31 cm cm⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, diferindo dos respectivos 0,06, 0,03 e 0,04 cm cm⁻¹ dia⁻¹ obtidos na temperatura de 35 °C (Figura 3A).

Em ambiente com temperatura de 25 °C, o incremento da condutividade elétrica da água proporcionou acréscimo de 100% quando foram comparados os 0,16 cm cm⁻¹ dia⁻¹ obtidos nas plântulas conduzidas em substrato com condutividade de 0,4 dS m⁻¹ com os 0,32 cm cm⁻¹ dia⁻¹ registrados nas plântulas conduzidas em substrato umedecido com água de condutividade 6,4 dS m⁻¹; enquanto que não foi verificada influência da condutividade elétrica da água na TCRA em ambiente com temperatura de 35 °C, sendo registrado valor médio de 0,07 cm cm⁻¹ dia⁻¹ (Figura 3B).

Figura 3. Taxa de comprimento relativo da parte aérea em função do desdobramento de temperatura dentro de condutividade (A) e condutividade dentro de temperatura (B). Campina Grande, PB, 2019.



É possível que a redução do crescimento das plântulas de feijão-caupi ocorrida neste trabalho em função do aumento de temperatura se deva ao fato dessa cultura ser considerada sensível às variações térmicas, isso porque altas temperaturas podem afetar diferentes processos metabólicos, incluindo fotossíntese, respiração, relações hídricas, fluidez e estabilidade dos sistemas de membranas (TAIZ et al., 2017). Estes pesquisadores ainda destacam que apesar de o feijão-caupi possuir características adaptativas, o aumento da temperatura prejudica o crescimento provocando redução da taxa de fotossíntese e da concentração da enzima ribulose-1,5-bisfosfato carboxilase oxigenase (RuBisCo), bem como redução da concentração de clorofila.

Em relação à salinidade, pode-se inferir que a redução do crescimento do feijão-caupi tenha ocorrido devido à redução do potencial osmótico do substrato umedecido com água salina ou pela toxicidade de íons específicos e pela interferência dos sais em processos fisiológicos. O efeito do excesso de sais sobre as plântulas pode ter ocorrido desde o seu processo de germinação, causando estresse osmótico e toxicidade às sementes, sendo este último ocasionado principalmente pelo acúmulo em excesso de íons Na⁺ e Cl⁻ (COELHO et al., 2017).

CONCLUSÕES

O aumento da temperatura do ambiente e da condutividade elétrica da água de umedecimento do substrato promoveu redução no crescimento das plântulas de feijão-caupi.

Recomenda-se que a semeadura do feijão-caupi seja realizada em ambiente com temperatura de 25 °C e umedecimento do substrato com água de boa qualidade com condutividade elétrica inferior a 1,5 dS m⁻¹.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. D.; MELO, A. S.; ROCHA, M. S.; CARNEIRO, R. F.; ROCHA, M. M. Germination and initial growth of cowpea cultivars under osmotic stress and salicylic acid. *Revista Caatinga*, Mossoró, v.31, n.1, p.80-89, 2018.

BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. *Experimentação Agrônômica & AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaios Agrônômicos*. Funep, 2015.

CARVALHO, D. B.; CARVALHO, R. I. N. Qualidade fisiológica de sementes de guanxuma em influência do envelhecimento acelerado e da luz. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v.31, n.3, p.489-494, 2009.

CARVALHO, M.; MATOS, M.; CASTRO, I.; MONTEIRO, E.; ROSA, E.; LINO-NETO, T.; CARNIDE, V. Screening of worldwide cowpea collection to drought tolerant at a germination stage. *Scientia Horticulturae*, Amsterdã, v.247, p.107-115, 2019.

COELHO, D. S.; SILVA, J. A. B.; NASCIMENTO, R. L.; COSTA, J. D. S.; SEABRA, T. X. Germinação e crescimento inicial de variedades de feijão caupi submetidas a diferentes concentrações salinas. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Pombal, v.12, n.2, p.261-266, 2017.

ECHER, F. R.; CUSTÓDIO, C. C.; HOSSOME, S. C.; DOMINATO, J. C.; MACHADO NETO, N. B. Estresse hídrico induzido por manitol em cultivares de algodão. *Revista Ciência Agrônômica*, Fortaleza, v.41, n.4, p.638-645, 2010.

COSTA, P. S. et al. Crescimento inicial de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) sob variação de temperatura ambiente e condutividade elétrica da água. In: II Congresso Paraibano de Agroecologia & IV Exposição Tecnológica, 2019. Anais... Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 9, n.7, e-7061, 2019.

FERRAZ, R. L. S.; BARBOSA, M. A.; MAGALHÃES, I. D.; MELO, A. S.; ROCHA, M. S.; COSTA, P. S. Atributos qualitativos de sementes de algodoeiro hidrocondicionadas em soluções de silício. Científica, Jaboticabal, v.45, n.1, p.85-94, 2017.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v.38, n.2, p.109-112, 2014.

GUPTA, A.; SINGH, S. K.; SINGH, M. K.; SINGH, V. K.; MODI, A.; SINGH, P. K.; KUMAR, A. Plant growth-promoting rhizobacteria and their functional role in salinity stress management. In: SINGH, P.; KUMAR, A.; BORTHAKUR, A. (eds.). Abatement of Environmental Pollutants: Trends and Strategies. Amsterdã: Elsevier, 2020. cap.7, p.151-160.

MELO, A. S.; SILVA, A. R. F.; DUTRA, A. F.; DUTRA, W. F.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V., S. Photosynthetic efficiency and production of cowpea cultivars under deficit irrigation. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v.13, n.5, e2133, 2018.

NUNES, R. T. C.; SOUZA, U. O.; ARAUJO NETO, A. C.; MORAIS, O. M.; FOGAÇA, J. J. N. L.; SANTOS, J. L.; CARDOSO, A. D.; JOSÉ, A. R. S. Produção e qualidade de sementes de feijão-caupi em função de doses de molibdênio e da população de plantas. Revista de Ciências Agrárias, Lisboa, v.40, n.3, p.533-542, 2017.

PALACIOS, C. J.; GRANDIS, A.; CARVALHO, V. J.; SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. S. Isolated and combined effects of elevated CO₂ and high temperature on the whole-plant biomass and the chemical composition of soybean seeds. Food Chemistry, Londres, v.275, p.610-617, 2019.

PÉREZ-RODRÍGUEZ, M.; GAIAD, J. E.; HIDALGO, M. J.; AVANZA, M. V.; PELLERANO, R. G. Classification of cowpea beans using multielemental fingerprinting combined with supervised learning. Food Control, Guildford, v.95, p.232-241, 2019.

PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 14.ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, 2000. 477p.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An Analysis of Variance Test for Normality (Complete Samples). Biometrika Trust, Londres, v. 52, p. 591-609, 1965.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 858p.

TANG, K. H. D. Climate change in Malaysia: Trends, contributors, impacts, mitigation and adaptations. Science of The Total Environment, Amsterdã, v.650, p.1858-1871, 2019.

AGRADECIMENTOS

Apoio financeiro: Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba - FAPESQ.