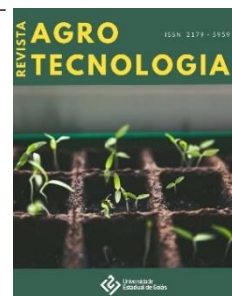


**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DE *Capsicum frutescens* CULTIVADAS
SOB DIFERENTES DOSES DE KINETINA**
**GROWTH AND PRODUCTIVITY OF *Capsicum frutescens* CULTIVATED
UNDER DIFFERENT DOSES OF KINETIN**

Istenio Martins de Oliveira¹, Elissa Gonçalves Souza¹, Valter Vaz¹, Victor Alves Amorim², Larissa Pacheco Borges³, Fábio Santos Matos⁴



Resumo: O objetivo do estudo foi identificar o efeito de diferentes concentrações de cinetina no crescimento e produtividade de frutos de *Capsicum frutescens*. O experimento foi conduzido seguindo o delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos, seis repetições e a parcela composta por duas plantas úteis em campo. O experimento foi conduzido na estação chuvosa sem irrigação e delineamento em blocos casualizados com cinco concentrações de cinetina: 0 (controle), 20 mg L⁻¹, 40 mg L⁻¹, 80 mg L⁻¹ e 160 mg L⁻¹ com aplicações de 5 em 5 dias, totalizando 8 aplicações, em volume de 10 ml/planta quando as plantas tinham 20 dias de idade. Aos 10 dias após a última aplicação de cinetina as plantas foram analisadas. A aplicação de cinetina em *Capsicum frutescens* promoveu mudanças morfofisiológicas nas plantas com maior particionamento de assimilados para o sistema radicular em relação a parte aérea, porém não influenciou de forma significativa na produtividade destas plantas; sendo necessário estudos posteriores com variadas concentrações de cinetina para obtenção da curva dose-resposta.

PALAVRAS-CHAVE: Desenvolvimento, pimenta malagueta, regulador vegetal.

Abstract: The aim of the study was to identify the effect of different concentrations of kinetin on the growth and productivity of *Capsicum frutescens* fruits.

The experiment was carried out following a randomized block design with five treatments, six replications and the plot consisting of two useful plants in the field. The experiment was conducted in the rainy season without irrigation and randomized block design with five concentrations of kinetin: 0 (control), 20 mg L⁻¹, 40 mg L⁻¹, 80 mg L⁻¹ and 160 mg L⁻¹ with applications every 5 in 5 days, totaling 8 applications, in a volume of 10 ml/plant when the plants were 20 days old. At 10 days after the last kinetin application, the plants were analyzed. The application of kinetin in *Capsicum frutescens* promoted morphophysiological changes in plants with greater partitioning of assimilates for the root system in relation to the aerial part, but did not significantly influence the productivity of these plants; further studies with varying concentrations of kinetin are necessary to obtain the dose-response curve.

KEYWORDS: Development, chili, vegetable regulator.

¹Estudante de graduação em agronomia UEG/Ipameri – GO;

²Mestrando em produção vegetal UEG/Ipameri – GO;

³Bolsista de pós-doutorado UEG/Ipameri – GO; larissa.pb@hotmail.com, rodovia GO 330, Km 241, anel viário, Ipameri, GO;

⁴Docente da UEG/Ipameri – GO.

INTRODUÇÃO

O agronegócio das pimentas vem ganhando espaço cada vez maior no mercado em razão da grande variedade de produtos e subprodutos que vai da alimentação até a indústria de perfumaria (RIBEIRO et al., 2020). A grande demanda pelas pimentas tem provocado a expansão da área cultivada em vários estados brasileiros, principalmente em iniciativas de agricultura familiar, atuando na fixação de pequenos produtores rurais e suas famílias no campo (DO RÊGO et al., 2016).

A popular pimenta malagueta, espécie *Capsicum frutescens*, da família solanácea é originária da Bacia Amazônica, cultivada em várias regiões do mundo e amplamente consumida em Portugal, Angola e Moçambique (FAYOS et al., 2017). No Brasil a pimenta malagueta é cultivada principalmente nos estados de Minas Gerais, Bahia e Goiás e ocupa lugar de destaque entre as espécies condimentares mais utilizadas, superada apenas pelo alho e cebola (FILGUEIRA, 2003). Em 2015, a área explorada com pimenta no Brasil era de aproximadamente 5000 ha, com produção total de 75.000 toneladas (AMARO et al., 2018).

O cultivo da *Capsicum frutescens* é de grande importância pelas suas características de rentabilidade, principalmente quando se agrega valor ao

produto através do processamento na forma de molho, geleias, temperos e conservas, o que dá a ela grande potencial como matéria-prima nas agroindústrias, constituindo produtos processados de alto valor agregado (BAENAS et al., 2019). A pimenta possui significativa importância socioeconômica, pois requer grande quantidade de mão-de-obra, especialmente durante a colheita (MOHAMMED et al., 2016).

Devido à importância social e econômica da pimenta malagueta e aos seus benefícios promovidos, práticas promissoras precisam ser adotadas para maximizar o rendimento e obter rentabilidade satisfatória. Os reguladores de crescimento de plantas tem sido amplamente utilizados em culturas agrícolas para aumentar a produtividade e diversos autores relatam que os órgãos vegetais podem ser influenciados por reguladores vegetais, de maneira que a morfologia das plantas pode ser alterada (BORGES et al., 2014; DOS SANTOS et al., 2018).

Os reguladores de crescimento são substâncias naturais ou sintéticas que, quando aplicadas às plantas, apresentam ações semelhantes aos hormônios naturais. Entre os vários compostos, as citocininas, especialmente a cinetina, é conhecido por regular o crescimento e aumentar a

produtividade de plantas (AMARO et al., 2018; DA SILVEIRA et al., 2019). A cinetina pertence a classe das citocininas e apresentam efeitos em vários processos de desenvolvimento fisiológico, incluindo senescência foliar, mobilização de nutrientes, dominância apical, formação e atividade de meristemas (MATOS et al., 2019).

A aplicação de citocinina tem se mostrado eficiente no retardamento da senescência e amarelecimento de folhas de diversas espécies vegetais, como em antúrio (DE MOURA et al., 2018). Em outras espécies, como o pinhão-mansão e a árvore-do-sebo-chinês, o regulador incrementa a atividade do meristema de inflorescência, promove a iniciação floral e a feminização de flores (SILVA et al., 2012; NI et al., 2018). Na cultura da soja, a benziladenina exógena está relacionada com a diminuição do abortamento de flores e vagens (BORGES et al., 2014). Os reguladores de crescimento não costumam ser utilizados comercialmente como prática de manejo para intensificar o crescimento e o rendimento de espécies do gênero *Capsicum*. Existem poucos trabalhos envolvendo a aplicação de reguladores de crescimento em *Capsicum frutescens* (AMARO et al., 2018). Com isso, pouco se sabe sobre a concentração de cinetina a ser utilizada e o estágio fenológico em que seu

uso poderia proporcionar maiores produtividades de *Capsicum frutescens*.

Com o intuito de desenvolver novas práticas de manejo para maximizar a produtividade da pimenta, o objetivo do estudo foi identificar o efeito de diferentes concentrações de cinetina no crescimento e produtividade de frutos de *Capsicum frutescens*.

MATERIAL E MÉTODOS

Informações Gerais

O estudo foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual de Goiás, Campus Ipameri (17°67'90" S, 48°19'59" W e altitude de 773 m) em plantas de *Capsicum frutescens*. O solo da área experimental é classificado como Latossolo vermelho-amarelo (DOS SANTOS et al., 2013). Foi realizada análise do solo, correção do pH e adubação de acordo com recomendações técnicas para a cultura (EMBRAPA, 2007). A região possui clima tropical com inverno seco e verão úmido (Aw) de acordo com a classificação de Köppen, com duas estações bem definidas: a chuvosa que vai de outubro a março e a seca que vai de abril a setembro (ALVARES et al., 2014). As variações de temperaturas mínima e máxima e precipitação durante a condução do experimento estão apresentadas na Figuras 1.

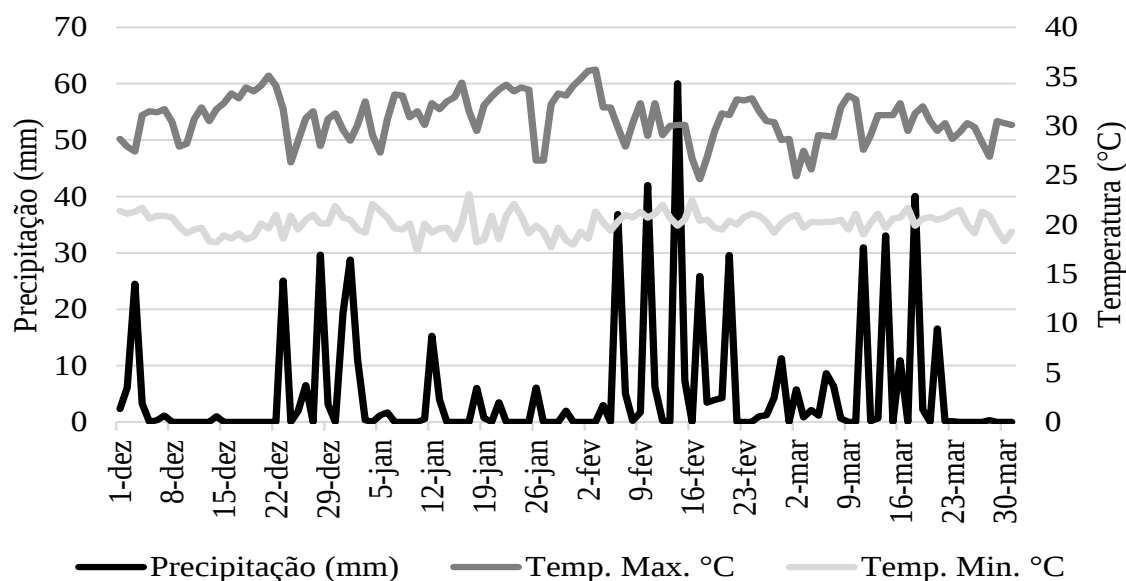


Figura 1. Dados semanais de precipitação, temperatura mínima e máxima durante o experimento com plantas de pimenta malagueta submetidas a diferentes concentrações de cinetina. (Fonte: INMET, 2019).

Inicialmente foi preparada uma solução estoque de cinetina ($C_{10}H_9N_5O$) pesando-se 1 g e dissolvendo em 20 ml de NaOH e completando com 980 ml de água destilada. A partir da diluição da solução, foram obtidas as concentrações dos tratamentos. O experimento foi conduzido na estação chuvosa, entre os meses de dezembro a março do ano de 2019, sem irrigação e delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos: 0 (controle), 20 mg L⁻¹, 40 mg L⁻¹, 80 mg L⁻¹ e 160 mg L⁻¹ de cinetina, seis repetições e a parcela composta por duas plantas úteis. As aplicações ocorreram de 5 em 5 dias, totalizando 8 aplicações, em volume de 10 ml/planta e foram iniciadas em 29/01/2019 quando as plantas tinham 20 dias de idade.

Aos 10 dias após a última aplicação de cinetina foram analisadas as seguintes variáveis: altura de planta, diâmetro de caule, número de folhas, área foliar específica, biomassa, razão de massa radicular (RMR), razão de massa caulinar (RMC), razão de massa foliar (RMF), biomassa total, concentrações foliares de carotenoides e clorofilas totais e produtividade.

Variáveis de crescimento

A altura de planta foi mensurada a partir da região de transição da raiz com o caule na base da planta rente ao solo (colete) até o ápice do caule utilizando régua milimétrica. O diâmetro do caule foi mensurado na altura do coleto com

paquímetro digital. O número de folhas foi obtido por contagem. As folhas, raízes e caules foram destacados e colocados para secar em estufa a 72 °C por 72 h até atingir massa seca constante e, em seguida, pesados separadamente. Com os dados de massa seca calculou-se a biomassa total somando-se as massas de todas as partes da planta e razões de massa foliar (RMF), caulinar (RMC) e radicular (RMR) dividindo-se a massa do órgão específico pela biomassa total.

Área foliar específica

A área foliar específica (AFE) foi realizada através da retirada de seis discos foliares de 12 mm de diâmetro de folhas totalmente expandidas que serão secos em estufa a 70°C por 72 h para determinação da massa seca e posteriormente feito o cálculo da AFE seguindo equação proposta por Radford (2013).

Pigmentos fotossintéticos

Para a determinação da concentração de clorofilas e carotenoides totais foram retirados dois discos foliares de 0,6 mm de diâmetro cada em folhas totalmente expandidas e colocados em vidros contendo 3 ml de dimetilsulfóxido (DMSO) saturado com carbonato de cálcio 50 g L⁻¹. Posteriormente, realizou-se a extração em banho-maria a 65 °C por uma hora. Retirou-

se alíquotas para leitura espectrofotométrica a 480, 646 e 663 nm. O conteúdo de clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b) e carotenoides totais (Car) foram determinados seguindo a equação proposta por Wellburn (1994).

Produtividade

Os frutos foram coletados à medida que amadureciam e o rendimento foi medido com os frutos frescos in natura da mesma maneira que são comercializados.

Procedimento Estatístico

As variáveis foram submetidas à análise de regressão utilizando o software SigmaPlot10 (SYSSTAT, 2006). A análise multivariada foi feita por meio da regressão múltipla utilizando a seleção do modelo *forwardstepwise* (SOKAL; ROLF, 1995) e o software STATISTICA (STATSOFT, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados meteorológicos referentes a precipitação, temperatura máxima e mínima são mostrados na figura 1. Verifica-se que a precipitação durante a condução do trabalho foi inconstante com chuvas irregulares e intensas, porém, não foi constatado déficit hídrico no presente estudo. As variações de temperatura mínima e máxima estão dentro do adequado para a cultura da pimenta malagueta,

pois segundo a EMBRAPA (2007), o melhor crescimento desta espécie é alcançado com temperaturas variando entre 26 °C e 30 °C, sendo a temperatura de 27 °C considerada como ideal para favorecer o desenvolvimento das plantas de pimenta.

O uso de cinetina promoveu alterações significativas no crescimento de plantas de pimenta malagueta com variações na altura de planta, diâmetro de caule, clorofilas totais, clorofila *b*, razão de massa radicular e razão da massa da parte aérea (Figura 2). Os presentes resultados demonstram que a cinetina inibiu acentuadamente o crescimento da parte aérea de plantas de pimenta malagueta, de forma que os dados que apontam para o alongamento de caule e expansão foliar decresceram à medida que as plantas foram submetidas a maiores concentrações de cinetina. Os dados não corroboram aos encontrados por Amaro et al. (2018) que utilizando doses de cinetina identificaram incremento do crescimento vegetativo e produtividade em plantas de pimenta malagueta. Segundo Shah 2007, a época de aplicação pode influenciar no desenvolvimento das plantas e geralmente aplicações no vegetativo proporcionam maior desenvolvimento, pois, a taxa de divisão celular e a expansão é a mais alta nos meristemas.

As reduções nas concentrações de clorofilas totais e clorofila *b* é indicativo que o

sistema de captação de luz tenha sido de alguma forma afetado especificamente pela redução na produção de pigmentos fotossintéticos, de forma, que a planta de pimenta sob concentrações crescentes de cinetina parece particionar recursos para o sistema radicular em detrimento do crescimento da parte aérea conforme demonstram os dados de razão de massa radicular.

Segundo Matos et al. (2019) a interação entre hormônios vegetais é complexa e em muitas ocasiões confusa, pois além das funções específicas de cada regulador vegetal, ainda exerce importância o balanço entre os diversos reguladores, de forma que ainda devemos considerar o feedback negativo em que um excesso intracelular de determinado hormônio pode resultar na paralisação da síntese interna. Sendo assim, sugere-se que a cinetina aplicada em plantas de pimenta malagueta tenha incrementado a sensibilidade do tecido radicular a auxina e este hormônio sim, tenha incrementado o crescimento do sistema radicular. Muitos trabalhos analisam o papel da citocinina com aplicações exógenas em várias espécies, mas nem sempre é claro sua contribuição morfofisiológica (KIEBER; SCHALLER, 2014). Entretanto a utilização deste hormônio deve ser mais estudada para maiores esclarecimentos no aprimoramento da produção da pimenta.

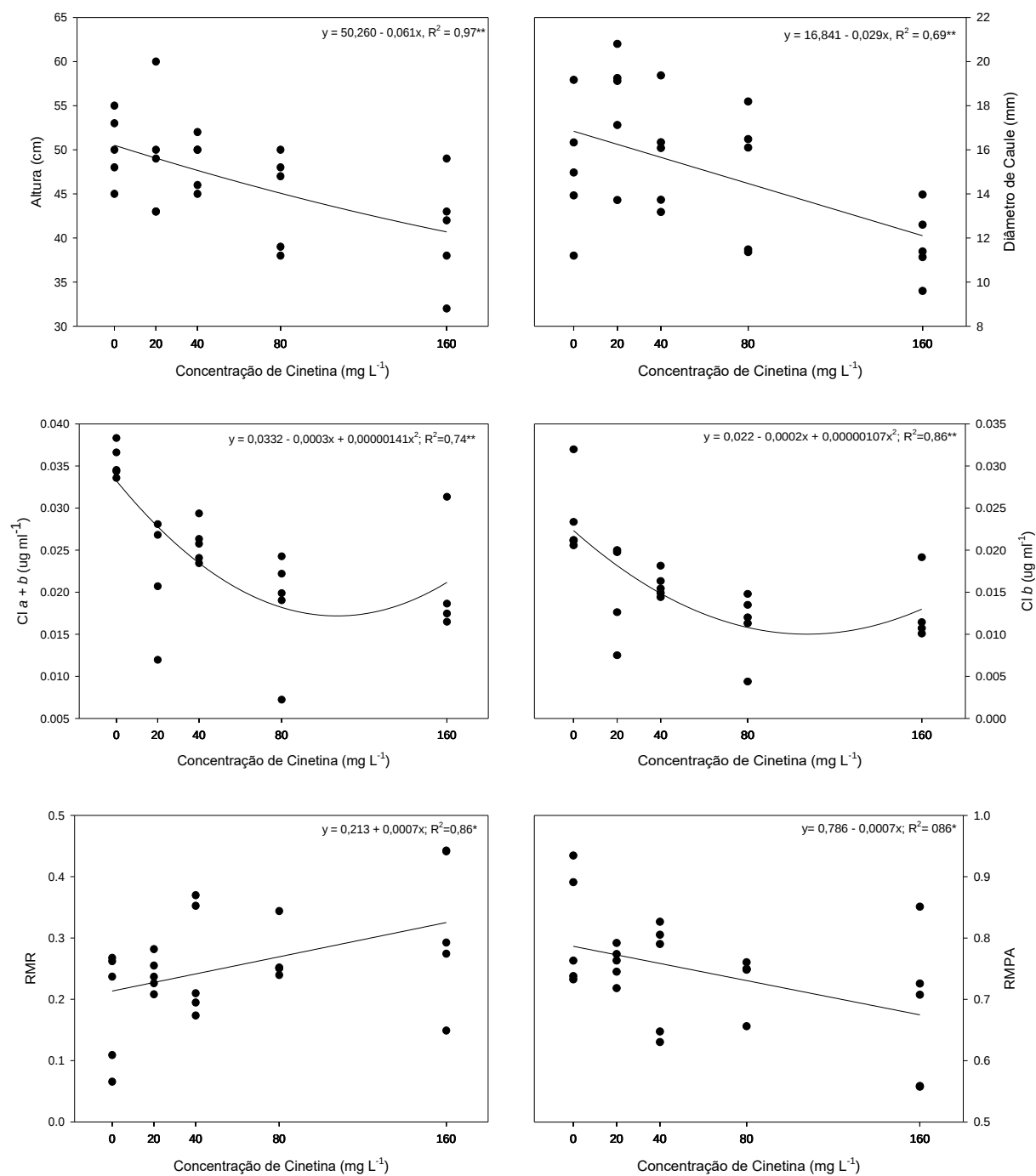


Figura 2. Análise de regressão para altura, diâmetro de caule, clorofilas totais (Cl a+b), clorofilab(Cl b), razão de massa radicular (RMR) e razão de massa da parte aérea (RMPA) em plantas de pimenta malagueta submetidas a concentrações de cinetina.** Significativo a 1%. * Significativo a 5%.

A análise de regressão múltipla na tabela 2 demonstra que a altura de planta foi a variável que mais interferiu na produtividade de plantas de pimenta malagueta, demonstrando que o

crescimento vegetativo vigoroso é condição *sine qua non* para acúmulo de reservas para em seguida, inicial o estágio reprodutivo.

Tabela 1. Análise de regressão múltipla das variáveis avaliadas em plantas de pimenta malagueta submetidas a doses de cinetina.

Produtividade	R ² = 0,49		F (04,20) =4,9		p<0,0059	
	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t (20)	p-level
Intercept			-5892.810	1846.502	-3.191	0.005
altura	0.594	0.170	105.636	30.150	3.504	0.002*
Nº folhas	0.266	0.164	1.125	0.694	1.622	0.120
RMF	0.210	0.161	4516.279	3461.037	1.305	0.207
Cl _a	-0.182	0.165	-50836.908	46252.882	-1.099	0.285

A análise de componentes principais mostrada na figura 3 representa 81% da variação dos dados e indica que as plantas submetidas a concentrações de cinetina apresentaram maior partição de biomassa para o sistema radicular conforme indicado na parte positiva ao eixo 2 e que as plantas sob altas concentrações de cinetina apresentaram baixa partição de assimilados para a parte aérea conforme demonstra a

porção negativa ao eixo 1. Estes resultados apontam que nas condições impostas no presente estudo, as plantas de pimenta malagueta apresentam intenso crescimento do sistema radicular em detrimento da parte aérea, no entanto, esta alteração morfofisiológica é desinteressante do ponto de vista econômico pelo fato do órgão de interesse estar na parte aérea.

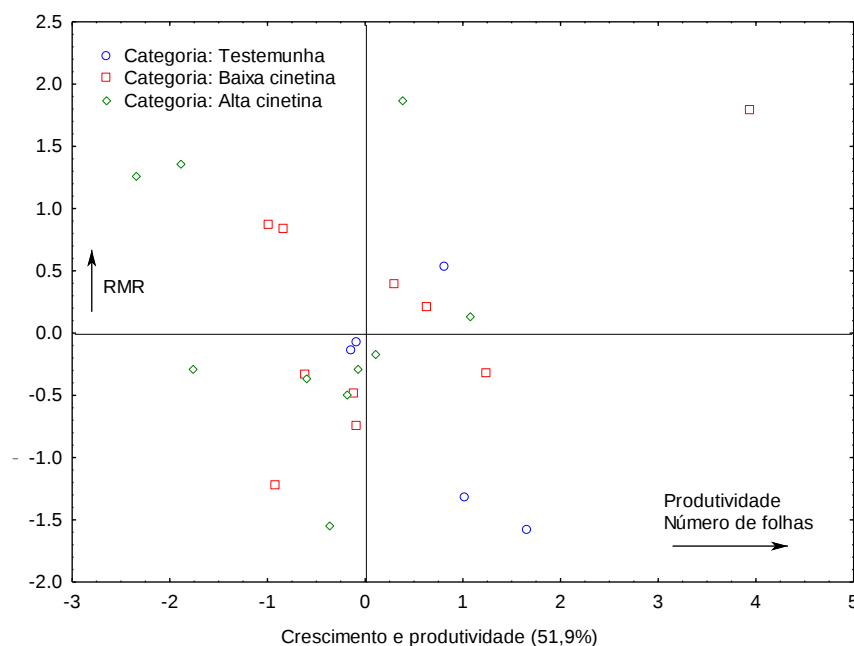


Figura 3. Análise de componentes principais das variáveis avaliadas em plantas de pimenta malagueta submetidas a doses de cinetina.

CONCLUSÕES

A aplicação de cinetina em *Capsicum frutescens* promove mudanças morfofisiológicas nas plantas com maior particionamento de assimilados para o sistema radicular.

A cinetina não influencia de forma significativa na produtividade destas plantas.

Porém é necessários estudos posteriores com variadas concentrações de cinetina para obtenção da curva dose-resposta.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAVOREK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728. 2014.
- AMARO, C. L.; DE OLIVEIRA, D. B.; DA SILVEIRA, P. S.; DA SILVA, L. M.; MATOS, F. S.; SILVA, F. DA C. M.; MONTEIRO, C. L.; DA SILVA, L. M.; CUSTÓDIO, J. P. C. Growth and yield of dry cultivated *Capsicum frutescens* plants under different doses of kinetin. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 2, p. 260-264, 2018.
- BAENAS, N.; BELOVIĆ, M.; ILIC, N.; MORENO, D. A.; GARCÍA-VIGUERA, C. Industrial use of pepper (*Capsicum annum* L.) derived products: Technological benefits and biological advantages. **Food Chemistry**, v. 274, p. 872–885, 2019.
- BORGES, L. P.; TORRES JUNIOR, H. D.; NEVES, T. G.; CRUVINEL, C. K. L.; SANTOS, P. G. F.; MATOS, F. S. Does Benzyladenine Application Increase Soybean Productivity. **African**

- Journal of Agricultural Research.** v. 9, n. 37, p. 2799-2804, 2014.
- DA SILVEIRA, P. S.; DA SILVA, L. M.; FELICIO, R.; NASCENTE, A. C. S.; SANTOS, P. G. F.; AMARO, C. L.; MATOS, F. S. Growth and yield of '*Jatropha curcas*' L. (Euphorbiaceae) plants cultivated in different spacing and treated with kinetin. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 7, p. 1061-1066, 2019.
- DE MOURA, F. B.; VIEIRA, M. R. D. S.; SIMOES, A. D. N.; FERREIRA-SILVA, S. L.; DE SOUZA, C. A.; DE SOUZA, E. S.; DA ROCHA, A. T.; F. DA SILVA, L. F.; JÚNIOR, M. A. Physiological effect of kinetin on the photosynthetic apparatus and antioxidant enzymes activities during production of Anthurium. **Horticultural Plant Journal**, v. 4, n. 5, p. 182-192, 2018.
- DO RÊGO, E. R.; DO RÊGO, M. M.; FINGER, F. L. Production and breeding of chilli peppers (*Capsicum spp.*). Springer. 2016.
- DOS SANTOS, D. G.; YAMASHITA, O. M.; DE CARVALHO, M. A. C.; DE OLIVEIRA, L. C. A.; RABELO, H. O.; MERA, L. P.; DA ROCHA, A. M. Germination and Early Development of Corn Seeds under the Influence of Plant Growth Regulator. **Journal of Agriculture and Ecology Research International**, v. 17, n. 1, p. 1-6, 2018.
- DOS SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3 ed. Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 2013 EMBRAPA SOLOS. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, Brasília-DF, 3 ed. 353p, 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA: EMBRAPA HORTALIÇAS. Pimenta (*Capsicum spp.*). Sistema de Produção, 2007. Acesso em: 10/02/2020. Disponível em: https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Pimenta/Pimenta_capsicum_spp/index.html.
- FAYOS, O.; DE AGUIAR, A. C.; JIMÉNEZ-CANTIZANO, A.; FERREIRO-GONZÁLEZ, M.; GARCÉS-CLAVER, A.; MARTÍNEZ, J.; MALLOR, C.; RUIZ-RODRÍGUEZ, A.; PALMA, M.; BARROSO, C. G.; BARBERO, G. F. Ontogenetic variation of individual and total capsaicinoids in Malagueta peppers (*Capsicum frutescens*) during fruit maturation. **Molecules**, v. 22, n. 5, p. 01-12, 2017.
- FILGUEIRA, F. A. R. Solanáceas: agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e jiló. Lavras: UFLA, 2003. 333p.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia: **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**: Cotação diária. 1v. s.n.t. Acesso em: 5 de fevereiro, 2019.
- KIEBER, J. J.; SCHALLER, G. E. **Cytokinins: The Arabidopsis Book**. 2014.
- MATOS, F. S.; BORGES, L. P.; AMARO, C. L.; DE OLIVEIRA, D. B.; DO CARMO, M. S.; TORRES JUNIOR, H. D. Folha Seca: Introdução à Fisiologia Vegetal. 1ª ed. Curitiba, PR: Appris, 2019. 189 p.
- MOHAMMED, B.; ABDULSALAM, Z.; AHMED, B. Profitability in chilli pepper production in Kaduna State, Nigeria. **British Journal of Applied Science & Technology**, v. 12, n. 3, p. 1-9, 2016.
- NI, J.; SHAH, F. A.; LIU, W.; WANG, Q.; WANG, D.; ZHAO, W.; LU, W.; HUANG, S.; FU, S.; WU, L. Comparative transcriptome analysis reveals the regulatory networks of cytokinin in promoting the floral feminization in the oil plant *Sapium sebiferum*. **BMC Plant Biology**, v. 18, n. 96, p. 01-16, 2018.
- RADFORD, P. J. Growth analysis formulae: their use and abuse. In:

- NAKAZONO, E. M.; COSTA, M. C.; FUTATSUGI, K.; PAULILO, M. T. S. Análise comparativa de crescimento entre genótipos de pimenta cultivados em casa de vegetação. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 1, p. 125-131, 2013.
- RIBEIRO, C.; REIFSCHNEIDER, F.; CARVALHO, S.; BIANCHETTI, L.; BUSO, G. Embrapa's *Capsicum* Breeding Program-looking back... into the future. **Crop Breeding, Genetics and Genomics**, v. 2, n. 1, p. 02-26, 2020.
- SHAH, S. H. Effect of kinetin spray on growth and productivity of black cumin plants. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 54, n. 5, p. 702–705, 2007.
- SILVA, A. T. V. C.; NEVES, T. G.; ZUCCHI, M. R.; ROCHA, E. C.; MATOS, F. S. Avaliação da senescência foliar de plantas de *Jatropha curcas* L. submetidas a doses de benzilaminopurina. **Revista Agrotecnologia**, v. 3, n. 1, p. 1-19, 2012.
- SOKAL, R. R.; ROLF, F. J. Biometry. Third edition. W. H. Freeman, New York, 1995.
- STATSOFT, INC. **Statistica** (data analysis software system). version 7. 2007. Disponível em: <
<http://www.statsoft.com/Products/STATISTICA-Features>> acesso em 17 jun. 2019
- SYSSTAT SOFTWARE, INC– SSI. **SigmaPlot for Windows**. version 10. 2006. Disponível em: <
<https://systatsoftware.com/products/sigmaplot/>> acesso em 17 jun. 2019
- WELLBURN, A. R. The spectral determination of chlorophylls a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolution. **Journal of Plant Physiology**, v. 144, n. 3, p. 307-313, 1994.