

RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE CAFEIEIRO EM CRESCIMENTO VEGETATIVO INICIAL A CLORETO DE MEPIQUAT E DISPONIBILIDADE HÍDRICA

Jefferson Luan Dias dos Santos¹, Sylvana Naomi Matsumoto², Carmem Lacerda Lemos Brito³,
Jerffson Lucas Santos⁴, Luan Santos de Oliveira⁵

(Recebido: 05 de fevereiro de 2015; aceito: 06 de julho de 2015)

RESUMO: Objetivou-se, neste estudo, avaliar os efeitos de doses de cloreto de mepiquat aplicado via foliar, na morfofisiologia de cafeeiros cultivar Catuaí Vermelho IAC 144, sob distintos regimes hídricos. Os ensaios foram realizados em casa de vegetação, na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *campus* de Vitória da Conquista, no período de janeiro de 2014 a abril de 2014. Foram realizados dois ensaios, caracterizados por disponibilidade e restrição hídrica, nos quais a capacidade de vaso foi mantida a cada dois e 15 dias, respectivamente. Para os dois experimentos, foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, representado por cinco concentrações de cloreto de mepiquat (0; 50; 100; 150 e 200 mg de e. a. L⁻¹) aplicadas via foliar, com cinco repetições. A relação entre as doses de cloreto de mepiquat e o crescimento dos cafeeiros apresenta tendências delineadas por modelos matemáticos, somente quando as plantas são conduzidas com disponibilidade hídrica constante. Nesta condição, foi possível constatar redução do crescimento da parte aérea e aumento do percentual de matéria seca das raízes em plantas de café, em relação às doses de cloreto de mepiquat. Sob condição de restrição hídrica prolongada, o efeito de doses até 200 mg de e. a. L⁻¹ de cloreto de mepiquat, aplicado via foliar, eleva o módulo do potencial hídrico foliar ante-manhã. Entretanto, há pequena relevância para o crescimento vegetativo inicial das plantas de café Arabica cv Catuaí Vermelho.

Termos para indexação: Regulador de crescimento, giberelina, estresse hídrico.

PHYSIOLOGICAL RESPONSES OF COFFEE PLANTS AT INITIAL VEGETATIVE GROWTH SUBMITTED TO MEPIQUAT CHLORIDE AND WATER AVAILABILITY

ABSTRACT: The aim of this work was to investigate growth alteration induced by foliar application of mepiquat chloride of coffee plants cv. Catuaí Vermelho 144 IAC under different water regimes. The trial was carried out in the experimental area of the State University of Southwest Bahia, Vitória da Conquista campus, from January 2014 to April 2014. Two assays characterized by availability and water restriction, were defined by ranging from two and 15 days consecutive periods after which the field capacity was reestablished. The experimental design was a randomized block, represented by five concentrations of mepiquat chloride (0; 50; 100; 150; 200 mg a. e. L⁻¹) applied by foliar sprinkling, with five replicates. Foliar sprinkling of mepiquat chloride provides morphological and physiological changes in coffee plants, reduced vegetative growth and increased the percentage of root dry matter. These alterations are dependent on the applied dose and the water regime. Under a longer period of water restriction doses up to 200 mg a. e. L⁻¹ of mepiquat chloride applied in coffee canopy raises the water potential modulus, but has little relevance to the initial vegetative growth of Arabica coffee plants cv. Catuaí Vermelho.

Index terms: Growth regulator; gibberellin, water stress.

1 INTRODUÇÃO

O café (*Coffea arabica* L.) é uma cultura de reconhecida importância socioeconômica para o Brasil, devido à sua representatividade como país produtor consumidor e exportador desta commodity. Em 2013, a produção brasileira foi estimada em 49,15 milhões de sacas beneficiadas e as exportações atingiram 32,01 milhões de sacas (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2014).

Segundo Bliska et al. (2009), no Brasil, a produção se concentra, atualmente, nos estados de Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Paraná, Bahia e Rondônia, regiões caracterizadas

por grande diversidade social, cultural e edafoclimática, resultando na diversificação de manejo e da produção de diferentes tipos de café.

Entretanto, a redução do volume e a irregularidade de precipitação pluviométrica aliados à escassez de recursos hídricos naturais que viabilizem a sustentabilidade da cafeicultura irrigada, tem tornado a atividade onerosa para o cafeicultor em todas as regiões do Brasil, ocasionando redução do potencial da competitividade. Alterações anatômicas foliares, como alterações na espessura do parênquima paliçádico e esponjoso, dimensões estomáticas e alterações fisiológicas relacionadas à redução da fotossíntese e transporte de fotoassimilados

^{1,2,3,4,5} Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/Uesb - Departamento de Fitotecnia e Zootecnia/DFZ - Cx. P. 95 - 45031-900 Vitória da Conquista - BA - jeffersonluan.santos@hotmail.com, sylvananaomi@yahoo.com.br, lemoscarmem@yahoo.com.br, je.lucas@hotmail.com, luanoliveirac@yahoo.com.br

e elevação da transpiração são considerados restritivos ao vigor dos cafeeiros Arábica (BATISTA et al., 2010).

O Brasil tem muitas fronteiras tecnológicas a serem transpostas, a partir do uso eficiente da água para a conquista de benefícios ambientais e redução de custos de produção (SILVA; RAO, 2005). A seleção de genótipos com tolerância à restrição hídrica e a adoção de novas tecnologias de manejo, como o uso de reguladores de crescimento são importantes estratégias a serem desenvolvidas.

A aplicação de reguladores vegetais, em campo, tem como vantagens os efeitos a curto e médio prazo e a possibilidade de modulação frente às constantes alterações climáticas. Embora a cultura do café seja caracterizada por um manejo refinado, o impacto da aplicação dos retardadores de crescimento, no crescimento vegetativo inicial, em condição de campo, ainda é incipiente.

O cloreto de mepiquat (cloreto N,N-dimetil piperdineo) é um inibidor inespecífico da biossíntese de giberelinas (GAs), do grupo onium, que diferencia-se dos demais compostos (que têm ação nas fases iniciais da biossíntese) por reduzir o nível das giberelinas endógenas (GA_3 e GA_4), por meio da inativação dos genes do metabolismo e da biossíntese. O cloreto de mepiquat atua também estimulando os reguladores negativos da transdução de sinais de GA, denominados de proteínas DELLA, inibindo as respostas induzidas por GA. Além destes, outros fatores relacionados ao transporte e ao acúmulo do cloreto de mepiquat estão envolvidos no controle da biossíntese e sinalização visando manutenção da homeostase das GAs (WANG et al., 2014).

O cloreto de mepiquat é absorvido por tecidos clorofilados e transportado pelo xilema e redirecionado pelo floema, com elevado potencial de restrição do alongamento celular, redução da área foliar e da altura (MALLIKARJUN et al., 2007).

Este regulador afeta a relação fonte-dreno, favorecendo o direcionamento dos fotoassimilados para o sistema radicular, que resulta na otimização dos processos de interceptação radicular, conferindo elevação da tolerância frente à condição de restrição hídrica (ALMEIDA; ROSOLEM, 2012). A menor relação entre partição de fotoassimilados da parte aérea, em relação ao sistema radicular, poderia elevar a rusticidade das plantas após o transplante, resultando em maior vigor durante o início do desenvolvimento, principalmente em condição de restrição hídrica.

Esta estratégia de manejo foi anteriormente postulada para algodoeiros, em estudos realizados por Ferreira et al. (2014). Esses autores relacionaram o maior crescimento proporcional do sistema radicular, em relação à copa das plantas ocasionada pela aplicação do cloreto de mepiquat. Este efeito se torna um fator de indução da menor sensibilidade das plantas ao estresse hídrico, devido à otimização do uso da água disponível nas camadas subsuperficiais do solo.

Estes fatos positivos foram verificados em plantas de trigo, nas quais os efeitos da restrição hídrica como o decréscimo de crescimento e componentes de produção foram atenuados pela aplicação foliar de cloreto de mepiquat (AHMED; AHMED; SHALABY, 2005). Daniel et al. (2010) observaram que, em condição de restrição hídrica, a aplicação de cloreto de clormequat, um inibidor de biossíntese de GAs do grupo onium, em cafeeiros robusta durante o crescimento vegetativo inicial manteve elevada a taxa de fotossíntese líquida, a eficiência de carboxilação e a eficiência de uso da água.

Em Vitória da Conquista, Bahia, Oliveira et al. (2013) verificaram que a pulverização de doses entre 0 a 200 ppm de cloreto de mepiquat reduziram o crescimento vegetativo inicial de cafeeiros cv. Catucaí 2SL. Entretanto, devido à plasticidade das plantas submetidas à aplicação de cloreto de mepiquat, frente à interação com fatores ambientais como temperatura, umidade do solo e nutrição mineral, a utilização deste regulador tem sido limitada pela falta de coerência dos resultados (AWATI et al., 2007).

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar como as diferentes doses de cloreto de mepiquat aplicado via foliar altera as características morfofisiológicas das plantas de café arábica cv Catucaí Vermelho IAC 144, sob distintos regimes hídricos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado durante o período de janeiro a abril de 2014, na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *campus* Vitória da Conquista – BA. O município localiza-se entre as coordenadas de 14° 30' e 15° 30' de latitude Sul e 40° 30' e 41° 10' de longitude e ocupa uma área de 3.743 km². Está inserido na mesorregião Centro Sul Baiano, caracterizada por baixa pluviometria e estação seca bem definida (MAIA, 2005).

O ensaio foi realizado em casa de vegetação revestida por telas sombreadoras com 50% de restrição luminosa, sendo utilizadas mudas de café obtidas em viveiro credenciado, localizado no município de Barra do Choça - Bahia.

Após 90 dias da emergência, mudas com 15 cm de altura e seis pares de folhas verdadeiras foram transplantadas para vasos de 20 dm³ contendo substrato, constituído da mistura de solo agrícola e húmus de minhoca, na proporção de 3:1 cuja análise química foi realizada de acordo com Rajj et al. (2001) (Tabela 1).

A adubação foi realizada conforme recomendação de Ribeiro et al. (1999), sendo aplicadas no plantio 1000 mg dm⁻³ de P₂O₅ (superfosfato simples), 500 mg/dm⁻³ de K₂O (cloreto de potássio) e 250 mg dm⁻³ de N (ureia). As adubações de cobertura foram realizadas a cada 30 dias, com o suprimento de 250 mg dm⁻³ de N.

Foram instalados dois ensaios, caracterizados por regimes hídricos distintos. Em um ensaio foi mantida a condição de máxima capacidade de retenção de água no solo, verificada a cada dois dias; para o segundo ensaio, cinco períodos consecutivos de 15 dias, sem suprimento hídrico, foram alternados com ressurgimento hídrico de capacidade de vaso. O volume de água aplicado nas datas de ressurgimento foi determinado pelo método gravimétrico. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, representado por cinco concentrações de soluções aquosas de cloreto de mepiquat (0; 50; 100; 150 e 200 mg de e. a. L⁻¹), com aplicação via foliar, em cinco repetições. A parcela experimental foi constituída por um vaso, contendo uma planta de café, totalizando 50 plantas.

Após 30 dias da data de transplantio foi realizada a pulverização de Pix®, contendo 5% de cloreto de mepiquat (cloreto N,N-dimetil piperdineo) (50 g L⁻¹), na copa das plantas. Foi aplicado o volume de 10 mL de solução por planta, por meio de um pulverizador costal, pressurizado (CO₂) com pressão constante de dois bares, munido com barra de aplicação, portando bicos tipo leque.

As avaliações foram realizadas 90 dias após a aplicação do regulador, quando as plantas atingiram 180 dias, após a emergência. O potencial

hídrico foliar antemanhã (Ψ_{wam}) foi determinado com auxílio de uma bomba de pressão (PMS 1000, PMS, Inglaterra), de acordo com Scholander et al. (1965), sendo as leituras expressas em MPa. No dia da leitura, a primeira folha totalmente expandida a partir do ápice do ramo, no sentido basípeto da haste principal foi coletada às cinco horas.

Nesta mesma folha foram realizadas as avaliações do teor relativo de água foliar (TRA foliar), de acordo com a metodologia proposta por Catsky (1960).

Nas avaliações morfológicas analisadas foram determinadas a altura da planta (da base do caule até o ápice da planta), diâmetro do caule (com o auxílio de um paquímetro digital modelo DC-6, 0,03m acima do solo), número de ramos laterais e área foliar total. Para a determinação da área foliar, foi empregado um medidor de área foliar (LI-3100, LI-COR, USA), sendo utilizadas todas as folhas da planta. A partir da massa de matéria fresca e seca foi determinado o percentual de massa de matéria seca de raiz (PMMSR) e percentual de massa de matéria seca da parte aérea (PMMSPA).

Após as raízes serem lavadas, estas foram pesadas em balança digital para se obter a massa de matéria fresca (MMF). Posteriormente, este material foi levado à estufa sob temperatura constante a 65°C durante 48 horas com posterior pesagem para se obter a massa de matéria seca (MMS). O PMMSR foi obtido, a partir da relação entre MMS da raiz e MMF da raiz x 100. Para a definição de PMMSPA, foi seguido procedimento semelhante ao realizado com as raízes.

Para a análise de variância, os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade de variância (testes de Cochran e Bartlett) e teste de normalidade (Lilliefors).

Para a definição dos modelos de regressão entre os parâmetros avaliados e as dosagens de cloreto de mepiquat aplicadas, foram considerados os valores do coeficiente de determinação ($R^2 \geq 50\%$), o significado biológico e a análise de variância da regressão, utilizando-se o procedimento modelos predefinidos, programa SAEG, v. 9.1.

TABELA 1 - Características químicas do solo da área experimental.

pH (H ₂ O)	mg/dm ³		cmol _c /dm ³ de solo							% g/dcm ³				
	P		K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	Na ⁺	S.B	T	T	V	m	PST
5,3	110	0,36		3,6	1,4	0,1	2,4	0,14	5,5	5,6	8,0	69	2	2

SB= soma de bases trocáveis; t = CTC efetiva; T= CTC a pH 7,0; V= índice por saturação de bases; P= fósforo assimilável; PST= porcentagem de saturação por sódio; m = saturação por alumínio.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as plantas mantidas sob maior disponibilidade hídrica, foi verificada alteração das características analisadas, em função das doses do regulador, exceto para o módulo do potencial hídrico foliar antemanhã (Ψ_{wam}) (Tabela 2). Para as plantas mantidas sob o regime de restrição hídrica, foi verificado efeito positivo das doses apenas para Ψ_{wam} , indicando que a aplicação do regulador restringiu o status hídrico da planta (Tabela 3). As variações do Ψ_{wam} podem estar associadas à elevações de teores de açúcares solúveis, em tecidos vegetais sob condição de restrição hídrica.

Santos et al. (2011) verificaram que para cafeeiros Arábica Iapar-59, a condição de restrição hídrica intensa induziu a elevação dos teores de estaquiose, tendo uma função de metabólito protetor contra as injúrias promovidas sobre esta forma de estresse. A aplicação pré plantio

de cloreto de mepiquat, em sementes de duas cultivares de trigo (*Triticum turgidum* var. durum (Desf.) Bowden foram relacionadas à elevações dos teores de açúcares solúveis totais e de prolina, quando estas plantas foram, posteriormente, submetidas à restrição hídrica, resultando em menor grau de danos às plantas (AL-TABBAL; AYAD; KAFWIN, 2005).

Em ensaio realizado por Fernandez, Cothren e Mcinnes (1992) foi verificado que, para plantas de algodoeiro, a pulverização foliar de cloreto de mepiquat não afetou o Ψ_{wam} de plantas, sob suprimento hídrico otimizado. Entretanto, de acordo com os referidos autores, a aplicação de cloreto de mepiquat em algodoeiros sob restrição hídrica promoveu valores maiores do Ψ_{wam} resultante da manutenção do potencial de turgor e menor decréscimo do potencial osmótico, em relação às plantas não submetidas ao regulador de crescimento.

TABELA 2 - Resumo da análise de variância a partir de graus de liberdade (GL) e quadrados médios das características altura (AL), diâmetro de caule (DC), potencial hídrico foliar ante-manhã (Ψ_{wam}), área foliar total (AFT), número de ramos laterais (N° RL), teor relativo de água foliar (TRA), percentual de massa de matéria seca de raiz (PMMSR) e percentual de massa de matéria seca da parte aérea (PMMSPA) das plantas mantidas sob regime hídrico na capacidade de vaso.

Causa da variação	GL	Quadrados Médios							
		Ψ_{wam}	TRA	AL	DC	AFTx10 ³	N°RL	PMMSR	PMMSPA
Bloco	4	0.68 ^{ns}	150.95*	10.26 ^{ns}	1.35 ^{ns}	234.79*	1.02 ^{ns}	21.03 ^{ns}	3.11 ^{ns}
Dose	4	0.68 ^{ns}	251.73*	50.32*	7.35*	2009.84**	3.43*	119.05*	76.58*
Resíduo	16	0.24	54.33	10.48	0.76	63.09	0.71	22.99	13.11
C.V.(%)		12.96	8.68	7.84	9.38	9.54	10.99	12.28	10.32

ns, * e **: não significativo, significativo a , 1% e 5% de probabilidade; pelo teste F, respectivamente.

TABELA 3 - Resumo da análise de variância das características altura (AL), diâmetro de caule (DC), potencial hídrico foliar antemanhã (Ψ_{wam}), área foliar total (AFT), número de ramos laterais (N° RL), teor relativo de água foliar, percentual de massa de matéria seca de raiz (PMMSR) e percentual de massa de matéria seca da parte aérea (PMMSPA) das plantas mantidas sob regime hídrico com restituição da capacidade de campo a cada 15 dias.

Causa da variação	GL	Quadrados Médios							
		Ψ_{wam}	TRA	AL	DC	AFTx10 ³	N°RL	PMMSR	PMMSPA
Bloco	4	0.31 ^{ns}	44.61 ^{ns}	20.05 ^{ns}	1.93 ^{ns}	118.78 ^{ns}	2.54 ^{ns}	16.54 ^{ns}	46.55 ^{ns}
Dose	4	0.58*	199.17 ^{ns}	17.69 ^{ns}	0.87 ^{ns}	65.22 ^{ns}	2.6 ^{ns}	26.36 ^{ns}	10.68 ^{ns}
Resíduo	16	0.13	72.19	12.28	0.43	84.42	1.49	15.78	46.32
C.V.(%)		4.4	14.00	12.31	13.24	26,88	10.29	44,22	25.64

ns, * e *: não significativo, significativo a , 5% de probabilidade, pelo teste F.

Para o presente estudo, embora as doses do cloreto de mepiquat tenham afetado Ψ_{wam} , a restrição de suprimento de água foi fator preponderante para o menor vigor de todas as características de crescimento dos cafeeiros avaliadas, restringindo o efeito do regulador.

Desta forma, foi caracterizada a alteração no crescimento dos cafeeiros submetidos à aplicação de cloreto de mepiquat somente sob condição hídrica favorável, ou seja, o efeito do cloreto de mepiquat para as características morfológicas foi verificado somente no ensaio mantido sob condição de constante capacidade de vaso.

A diferença da efetividade da aplicação do cloreto de mepiquat se deve ao fato da elevada capacidade de modulação entre o regulador de crescimento com os fatores ambientais, como a temperatura e a umidade do solo (CORDÃO SOBRINHO et al., 2007; ROSOLEM; OOSTHERIUS; SOUZA, 2013).

O conhecimento sobre a modulação entre a condição de disponibilidade hídrica e o cloreto de mepiquat ainda é incipiente. Mateus, Lima e Rosolem (2004) descrevem que a melhor expressão dos reguladores de crescimento em plantas coincide com o período de ótimo índice pluviométrico. Contrariando as todas as pressuposições anteriores, Ferreira et al. (2014) e Yeats, Constable e McCumstie (2005) verificaram que o efeito da inibição do crescimento vegetativo inicial promovido pela aplicação de cloreto de mepiquat, em sementes de algodoeiro foi maior sob condição de déficit hídrico, quando comparada ao adequado suprimento de água.

Para o ensaio conduzido sob períodos de restrição e disponibilidade hídrica, apesar de ser estabelecida uma tendência de redução de valores do Ψ_w em função das doses de cloreto de mepiquat, foi constatado apenas um pequeno decréscimo, não ultrapassando o valor de -1,5 MPa (Figura 1A). Este valor, segundo Brum et al. (2013) não limita processos fisiológicos de cafeeiros em desenvolvimento inicial de mudas, pois constataram para café arábica cv. Siriema, sobrevivência e recuperação das mudas mantidas sob potencial hídrico de até cerca de -3,0 MPa, após 24 dias sob condições de estresse hídrico.

Ao ser analisado o teor relativo de água foliar (TRA) das plantas com suprimento hídrico na capacidade de campo foi possível delinear um modelo quadrático de segunda ordem, caracterizado por acréscimos de TRA no intervalo de 0 a 146,25 mg de e. a. L⁻¹ do regulador, seguido de decréscimos até a dose de 200 mg de e. a. L⁻¹ (Figura 1B).

É importante ressaltar que, para estas plantas, embora tenha ocorrido a tendência de elevações de TRA, o potencial hídrico foliar antemanhã manteve-se constante. Em contraposição, plantas submetidas à restrição hídrica mantiveram o TRA das folhas constante, ocorrendo redução do Ψ_w com a elevação das doses de cloreto de mepiquat (Figura 1A).

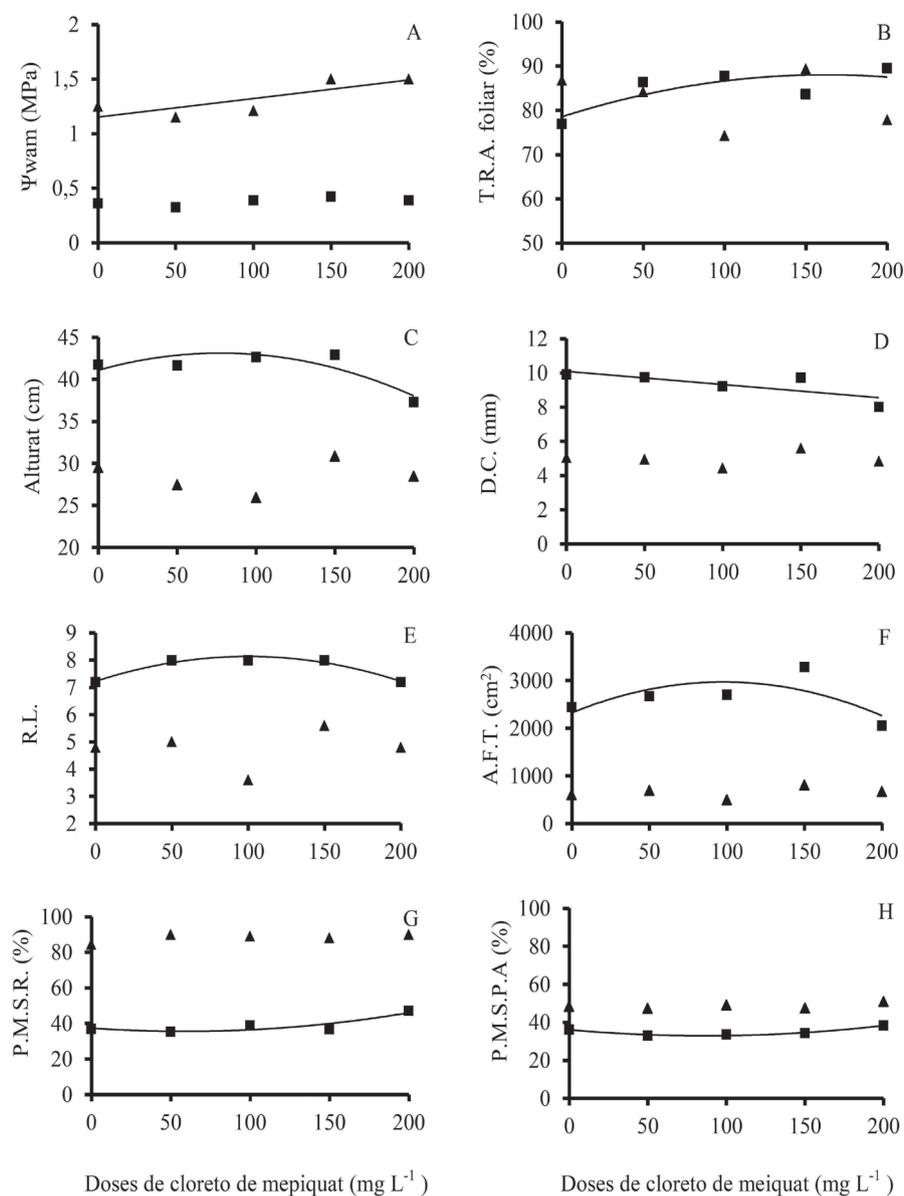
Fatores como a restrição da capacidade de alongamento celular induzida pelo cloreto de mepiquat podem elevar a concentração de partículas osmoticamente ativas, potencializando a elevação do módulo do potencial osmótico e hídrico foliar, conforme observado por Sridar et al. (2009) em plantas de pimentão.

Para altura das plantas com suprimento hídrico na capacidade de campo foi possível delinear um modelo quadrático de segunda ordem (Figura 1C). A curva foi caracterizada inicialmente por um aumento na altura das plantas, sendo atingido o valor máximo para a dose 101,67 mg de e. a. L⁻¹. Entretanto, a altura máxima atingida foi superior ao tratamento testemunha somente em 2,23 cm, sendo mais expressiva a redução da altura das plantas, em relação à testemunha, verificada a partir da dose 174,66 mg de e. a. L⁻¹. A partir desta dose, foram mantidos decréscimos sucessivos até a dose de 200 mg de e. a. L⁻¹, quando foi atingida a altura de 36,61cm (4,48cm inferior ao valor inicial de 41,09cm).

Awati et al. (2007) e Daniel et al. (2008) verificaram efetivas alterações na produção de cafeeiros Arabica e Robusta somente para doses de aplicação de cloreto de mepiquat de 1000 ppm.

Neste estudo, a menor magnitude das alterações morfológicas foi relacionada ao menor intervalo de doses avaliadas, devendo ser realizadas abordagens com níveis mais elevados deste regulador de crescimento, ao nível de campo. Ahmed, Ahmed e Shalaby (2005) verificaram que a otimização da aplicação de cloreto de mepiquat em amenizar os efeitos da restrição hídrica, no crescimento de plantas de trigo ocorreu somente quando foi aplicada a dose de 900 ppm, via foliar.

Foi verificada redução linear do diâmetro do caule, à medida que a dosagem do regulador foi elevada, para as plantas com suprimento hídrico na capacidade de campo (Figura 1D). De acordo com Rademacher (2000), esta redução ocorre devido à inibição da síntese de GA₁₂-aldeído pelo cloreto de mepiquat, pois, este composto é o precursor imediato de GAs ativas que ocorrem naturalmente nos vegetais superiores.



▲ = Plantas submetidas a estresse hídrico

■ = Plantas com suprimento hídrico na capacidade de campo

FIGURA 1 - Características morfofisiológicas de cafeeiros (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí IAC 144) mantidos sob diferentes doses de cloreto de meiquat e diferentes regimes hídricos aos 90 dias após transplante. (A) potencial hídrico foliar ante manhã ($|\Psi_{wam}|$): $\hat{Y}^* = -1,152 - 0,0017x$ ($r^2 = 0,6528$); (B) teor relativo de água foliar (TRA): $\hat{Y}^* = 78,571 + 0,117x - 0,0004x^2$ ($R^2 = 0,6350$); (C) Altura: $\hat{Y}^* = 41,085 + 0,0524x - 0,0003x^2$ ($R^2 = 0,7603$), (D) diâmetro do caule (DC): $\hat{Y}^* = 10,095 - 0,0077x$ ($r^2 = 0,6091$), (E) ramos laterais (RL): $\hat{Y}^* = 7,2229 + 0,0183x - 0,00009x^2$ ($R^2 = 0,9524$), (F) área foliar total plantas (AFT): $2325,2 + 13,236x - 0,0678x^2$ ($R^2 = 0,5031$), (G) percentual de massa de matéria seca de raiz (PMMSR): $\hat{Y}^* = 37,342 - 0,0612x + 0,0005x^2$ ($R^2 = 0,806$), (H) percentual de massa de matéria seca da parte aérea (PMMSPA): $\hat{Y}^* = 36,02 - 0,0725x + 0,0004x^2$ ($R^2 = 0,9666$).

*. $p < 0,05$, pelo teste F da análise de variância da regressão.

Para o número de ramificações nas plantas com suprimento hídrico, na capacidade de vaso, em função das doses de cloreto de mepiquat foi estabelecido o modelo polinomial de segunda ordem (Figura 1E). Inicialmente, a curva foi caracterizada por um incremento do número de ramos por planta, sendo o valor máximo atingido com aplicação de 101,67 mg de e. a. L⁻¹ do regulador. Todavia, quando comparada à testemunha com a maior dose, não foi verificada diferença entre o número de ramificações.

Para as doses intermediárias de cloreto de mepiquat, o acréscimo das ramificações foi relacionado à redução da dominância apical das plantas e estímulo da superação de dormência das gemas vegetativas laterais do caule, resultando no maior número de ramos por planta. Este fato foi verificado por Kappes et al. (2001), em plantas de crotalária.

Em relação à área foliar total das plantas, com suprimento hídrico na capacidade de vaso foi possível delinear um modelo quadrático de segunda ordem, caracterizado inicialmente pelo acréscimo da área foliar (Figura 1F). Entretanto, a partir da dose 195,22 mg de e. a. L⁻¹ foi observada redução da área foliar da copa para a comparação entre as plantas submetidas ao regulador, quando comparado à testemunha. A redução da área foliar da copa das plantas ocorreu devido à diminuição na expansão e do número de folhas, em virtude da inibição da biossíntese de GAs (COTHREN; OSTERHUIS, 2009).

Para PMMSR, foi estabelecido o modelo quadrático de segunda ordem, com decréscimo inicial até a dose 122,5 mg de e. a. L⁻¹ (Figura 1G), nas plantas mantidas em condição de capacidade de campo. Sob doses superiores, foi constatado um incremento de 21% no PPMSR, quando foi comparada à testemunha com a maior dose de aplicação de cloreto de mepiquat.

Ao se analisar o PMMSPA das plantas com suprimento hídrico na capacidade de vaso constante, foi possível delinear também um modelo quadrático com acréscimo dos percentuais de massa seca, a partir da dose 181,25 mg de e. a. L⁻¹ de cloreto de mepiquat (Figura 1H). O aumento constatado com a maior dose foi de 5,6% quando comparado à testemunha, valores proporcionalmente inferiores aos observados nas raízes. Fernandez, Cothren e McCinnes (1991), descrevem que a aplicação de cloreto de mepiquat altera a partição da biomassa favorecendo o acúmulo de massa seca das raízes e, desta forma, conferindo maior tolerância ao estresse hídrico.

Sob o regime de restrição hídrica e para o intervalo das doses de cloreto de mepiquat impostos neste estudo, a disponibilidade de água foi fator sobrepujante, quando comparado aos efeitos dos reguladores de crescimento. Embora tenham sido quantificadas alterações no crescimento vegetativo inicial de cafeeiros, a pequena magnitude destas suscita um estudo com maior amplitude de doses de cloreto de mepiquat.

Desta forma, haveria possibilidade de esclarecer as lacunas sobre o efeito do cloreto de mepiquat no crescimento vegetativo inicial de cafeeiros arábica e avançar o conhecimento, para estabelecer bases do manejo de aplicação dos reguladores vegetais para cafeeiros, em condição de campo.

4 CONCLUSÕES

A partir dos modelos matemáticos definidos, foi verificado que a aplicação de cloreto de mepiquat altera a morfofisiologia em plantas de café, quando mantida a disponibilidade hídrica.

Foram estabelecidos modelos polinomiais de segunda ordem para a altura, número de ramos laterais e área foliar da copa, sendo mantidos valores superiores à testemunha para o intervalo de 0 a 174,7 ppm.

Para o intervalo de doses analisadas, o cloreto de mepiquat induz à redução do diâmetro do caule das plantas de cafeeiros.

O cloreto de mepiquat promove aumento do percentual de massa de matéria seca das raízes e da parte aérea, em concentrações superiores a 122,4 e 181,3 ppm, respectivamente.

5 REFERÊNCIAS

- AHMED, M. A.; AHMED, M. K. A.; SHALABY, M. A. F. Alleviation of water stress effects on wheat by mepiquat chloride. **International Journal of Agriculture and Biology**, Faisalabad, v. 7, n. 3, p. 451-456, 2005.
- AL-TABBAL, J. A.; AYAD, J. Y.; KAFWIN, O. M. Effect of water deficit and plant growth regulators on leaf chlorophyll, proline and total soluble sugar content of two durum wheat cultivars (*Triticum turgidum* L. var. durum). **Agricultural Sciences**, v. 32, n. 2, p. 98-113, 2005.
- ALMEIDA, A. Q.; ROSOLEM, C. A. Cotton root and shoot growth as affected by application of mepiquat chloride to cotton seeds. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 34, n. 1, p. 61-65, Mar. 2012.

- AWATI, M. G. et al. Influence of foliar application of mepiquat chloride and ethephon on flowering and crop yield in Arabica coffee. **Journal of Coffee Research**, Balehonnur, v. 35, n. 1/2, p. 1-9, 2007.
- BATISTA, L. A. et al. Anatomia foliar e potencial hídrico na tolerância de cultivares de café ao estresse hídrico. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 3, p. 475-481, 2010.
- BLISKA, F. M. M. et al. Custo de produção do café nas principais regiões produtoras do país. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 39, n. 9, p. 5-20, 2009.
- BRUM, C. N. F. et al. Modifications in the metabolism of carbohydrates in (*Coffea arabica* L. cv. Siriema) seedlings under drought condition. **Coffee Science**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 140-147, 2013.
- CATSKY, J. Determination of water deficit in disks cut out from leaf blades. **Biologia Plantarum**, Copenhagen, v. 2, n. 1, p. 76-78, 1960.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: café**. Brasília, 2014. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 11 out. 2014.
- CORDÃO SOBRINHO, F. P. et al. Crescimento e rendimento do algodoeiro BRS-200 com aplicações de cloreto de mepiquat e lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 3, p. 284-292, 2007.
- COTHREN, J. T.; OOSTERHUIS, D. M. Use of growth regulators in cotton production. In: STEWART, J. M.; OOSTERHUIS, D. (Ed.). **Physiology of cotton**. New York: Springer, 2009. p. 289-303.
- DANIEL, G. et al. Effect of foliar application of *Lantana camara* leaf extract and chlormequat chloride (CCC) for drought tolerance in robusta coffee. **Journal of Coffee Research**, Balehonnur, v. 38, n. 1/2, p. 48-58, 2010.
- _____. Effect of foliar application of mepiquat chloride and ethephon on floral bud induction and crop yield in robusta coffee. **Journal of Coffee Research**, Balehonnur, v. 36, n. 1/2, p. 60-63, 2008.
- FERNANDEZ, C. J.; COTHREN, J. T.; MCINNES, K. J. Carbon and water economies of wellwatered and water deficient cotton plants treated with mepiquat chloride. **Crop Science**, Madison, v. 32, n. 1, p. 175-180, 1992.
- _____. Partitioning of biomass in well-watered and water-stressed cotton plants treated with mepiquat chloride. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 5, p. 1224-1228, 1991.
- FERREIRA, A. C. B. et al. Water deficit in cotton plant originated from seed treated with growth regulator. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 4, p. 417-423, abr. 2014.
- KAPPES, C. et al. Uso de reguladores de crescimento no desenvolvimento e produção de crotalária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 508-518, out./dez. 2011.
- MAIA, M. R. **Zoneamento geoambiental do município de Vitória da Conquista, BA: um subsídio ao planejamento**. 2005. 169 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.
- MALLIKARJUN, G. et al. Influence of foliar application of mepiquat chloride and ethephon on flowering and crop yield in arabica coffee. **Journal of Coffee Research**, Balehonnur, v. 35, n. 1, p. 1-9, 2007.
- MATEUS, G. P.; LIMA, E. do V.; ROSOLEM, C. A. Perdas de cloreto de mepiquat no algodoeiro por chuva simulada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 7, p. 631-636, jul. 2004.
- OLIVEIRA, L. S. et al. Crescimento inicial de cafeeiros sob restrição e pulverização com cloreto de mepiquat. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2013, Salvador. **Resumos Expandidos...** Brasília: EMBRAPA Café; MINASPLAN, 2013. v. 2. Disponível em: <http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/speb_anais/simpósio8/89.pdf>. Acesso em: 1 jan. 2015.
- RADEMACHER, W. Growth retardants: effects on gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 51, n. 1, p. 501-531, 2000.
- RAII, B. V. et al. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2001. 285 p.
- RIBEIRO, A. C. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

- ROSOLEM, C. A.; OOSTHERUIS, D. M.; SOUZA, F. S. Cotton response to mepiquat chloride and temperature. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 70, n. 2, p. 82-87, 2013.
- SANTOS, T. B. et al. Expression of three galactinol synthase isoforms in *Coffea arabica* L. and accumulation of raffinose and stachyose in response to abiotic stresses. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 49, n. 4, p. 441-448, 2011.
- SCHOLANDER, P. F. et al. Hydrostatic pressure and osmotic potentials in leaves of mangroves and some other plants. **Proceedings of the National Academy Science**, Washington, v. 51, p. 119-125, 1965.
- SILVA, B. B.; RAO, T. V. R. The CWSI variations of a cottoncrop in a semi-arid region of Northeast Brazil. **Journal of Arid Environments**, v. 62, n. 4, p. 649-659, 2005.
- SRIDHAR, G. et al. Effect of naphthalene acetic acid and mepiquat chloride on physiological components of yield in bell pepper (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Agricultural Research**, Lahore, v. 4, n. 1, p. 53-62, 2009.
- WANG, L. et al. The effect of mepiquat chloride on elongation of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) internode is associated with low concentration of gibberellic acid. **Plant Science**, Shannon, v. 225, p. 15-23, 2014.
- YEATS, S. J.; CONSTABLE, G. A.; MCCUMSTIE, T. Cotton growth and yield after seed treatment with mepiquat chloride in the tropical winter season. **Field Crops Research**, Maryland Heights, v. 93, n. 2/3, p. 122-131, 2005.