

## MANEJO DA SUPRESSÃO E ESTÍMULO À BIOSÍNTESE DE GIBERELINA EM CAFEIROS ARÁBICA<sup>1</sup>

Luanna Fernandes Pereira<sup>2</sup>; Sylvana Naomi Matsumoto<sup>3</sup>; Ueliton Soares de Oliveira<sup>4</sup>; Paula Acácia Silva Ramos<sup>5</sup>; Ednilson Carvalho Teixeira<sup>6</sup>; Aline Novais Santos Gonçalves<sup>7</sup>; Romana Mascarenhas Andrade Gugé<sup>8</sup>; Virgiane Amaral Silva<sup>9</sup>; Érica Santos do Vale<sup>10</sup>; Tâmara Moreira Silva<sup>11</sup>; Paula e Silva Matos<sup>12</sup>; Elói Meinen Júnior<sup>13</sup>; Rafael Leite Godoi<sup>14</sup>; Carla de Souza Almeida<sup>15</sup>

<sup>1</sup>Apoio financeiro: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB)

<sup>2</sup>Discente do curso de Engenharia Agrônômica, UESB, Vitória da Conquista - BA, luanna.gbi@hotmail

<sup>3</sup>Professora, DSc, Departamento de Fitotecnia, UESB, Estrada do Bem Querer, Km 04, Caixa Postal 95, 45083-900, Vitória da Conquista, BA snaomi@uesb.edu.br

<sup>4</sup>Discente do curso de Engenharia Agrônômica, UESB, Vitória da Conquista - BA, uelitonsoares0@gmail.com

<sup>5</sup>Professora colaboradora, DSc, programa de pós-graduação em agronomia, UESB, Vitória da Conquista – BA, paula\_agro\_ramos@yahoo.com.br

<sup>6</sup>Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), UESB, Vitória da Conquista - BA, ed.cezar@hotmail.com

<sup>7</sup>Discente do curso de Engenharia Agrônômica, UESB, Vitória da Conquista - BA, lineagrob@gmail.com

<sup>8</sup>Discente do curso de Engenharia Agrônômica, UESB, Vitória da Conquista - BA, romanamascarenhas@outlook.com

<sup>9</sup>UESB, Vitória da Conquista – BA, vigiane@yahoo.com.br

<sup>10</sup>Discente do curso de Engenharia Agrônômica, UESB, Vitória da Conquista - BA, erica.dovale@hotmail.com

<sup>11</sup>Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), UESB, Vitória da Conquista - BA, tammoreiras@gmail.com

<sup>12</sup>Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, UESB, Vitória da Conquista – BA, paula.eng.florestal@hotmail.com

<sup>13</sup>Discente do curso de Engenharia Agrônômica, UESB, Vitória da Conquista – BA, eloi-junior@uergs.edu.br

<sup>14</sup>Discente do curso de Engenharia Agrônômica, UESB, Vitória da Conquista - BA, rafaelgodoi70@gmail.com

<sup>15</sup>Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), UESB, Vitória da Conquista - BA, carla.bdo@hotmail.com

**RESUMO:** O objetivo desse trabalho foi avaliar se o estímulo à biossíntese de giberelinas induzido pelo sombreamento de cafeeiros arábica variedade Catuaí vermelho IAC 144, pode ser alterado pela restrição por meio de um inibidor de crescimento. O estudo foi conduzido durante o período de setembro de 2016 a janeiro de 2017 no campo agropecuário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), sendo composto por quatro ensaios constituídos por diferentes níveis de restrição luminosa (20%; 40%; 60% e 80%) e um área a pleno sol. Cada ensaio foi constituído por 20 plantas de café em vasos de 20 dm<sup>3</sup>, que foram submetidas a aplicação de PBZ via solo, nas concentrações 0; 50; 100; 150 e 200 mg L<sup>-1</sup> quinze dias após o transplântio. O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com parcela constituída de uma planta de café e quatro repetições. Aos 90 dias após a aplicação do PBZ foi avaliado a massa seca da parte aérea, raiz e relação parte aérea/raiz. Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta e análise de variância da regressão. A fitomassa seca da parte aérea e raiz foram afetados pela restrição de luz e concentrações de PBZ. Houve interação entre esses fatores para todas as características avaliadas, com exceção para a relação entre massa da parte aérea e raiz. A elevação da massa seca da parte aérea e raiz em níveis de restrição de luz entre 31 e 44% é um padrão alterado pela aplicação de inibidores da biossíntese de giberelinas. A redução da fitomassa seca da parte aérea e raiz dos cafeeiros resultante da redução da sensibilidade às giberelinas por meio de aplicações de paclobutrazol, é verificada em ambientes com restrição igual ou inferior a 60% de sombreamento. A redução da fitomassa seca da parte aérea e raiz resultante da menor sensibilidade às giberelinas, decorrente das aplicações de PBZ nos cafeeiros, é verificada em ambientes com restrição igual ou inferior a 60% de sombreamento. Para a relação parte aérea/raiz houve incremento em função da maior intensidade de restrição luminosa e concentração de paclobutrazol.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Coffea arabica* L., fitomassa, restrição luminosa.

## MANAGEMENT OF SUPPRESSION AND STIMULATION OF GIBERELINE BIOSYNTHESIS IN ARABIC COFFEE<sup>1</sup>

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate if the stimulus to gibberellin biosynthesis induced by shading of IAC 144 Catuaí red variety arabica coffee can be altered by restriction through a growth inhibitor. The study was conducted from September 2016 to January 2017 in the agricultural field of the State University of Southwest Bahia (UESB), consisting of four tests consisting of different light restriction levels (20%; 40%; 60% and 80%) and an area in full sun. Each assay consisted of 20 coffee plants in pots of 20 dm<sup>3</sup>, which were subjected to soil application of PBZ at concentrations 0; 50; 100; 150 and 200 mg L<sup>-1</sup> fifteen days after transplantation. The experimental design was completely randomized, with a plot consisting of a coffee plant and four replications. At 90 days after the application of PBZ was evaluated the dry mass of shoot, root and shoot / root ratio. Data were submitted to joint variance analysis and regression analysis of variance. Shoot and root dry biomass were affected by light restriction and PBZ concentrations. These factors interacted for all evaluated characteristics, except for the relationship between shoot and root mass. The increase in shoot and root dry mass at light restriction levels between 31 and 44% is a pattern altered by the application of gibberellin biosynthesis inhibitors. The reduction of the dry root and shoot phytomass of the coffee trees resulting from the reduced sensitivity to gibberellins through paclobutrazol applications is verified in environments with

restriction of 60% or less shading. The reduction in dry weight of shoot and root resulting from the lower sensitivity to gibberellins, resulting from PBZ applications in coffee trees, is verified in environments with restriction of 60% or less shading. For the shoot / root ratio, there was an increase due to the higher intensity of light restriction and paclobutrazol concentration.

**KEY WORDS:** *Coffea arabica* L., phytomass, light restriction.

## INTRODUÇÃO

O café arábica, pertencente à família Rubiaceae, é uma importante commodity agrícola, atingindo 99% da produção global no ranking da cafeicultura (DA MATTA et al., 2018). A espécie *Coffea arabica* é a mais cultivada no Brasil, ocupando 81% da área das lavouras de café, sendo estimada uma produtividade de 22,99 sacas por hectare (CONAB, 2017).

Os cafeeiros são oriundos dos altiplanos da Etiópia, com vegetação tipo sub-bosque, o que permite sua adaptação à sombra e a climas amenos (MANCUSO, SORATTO, PERDONÁ, 2013), entretanto, no Brasil é empregado o cultivo convencional a pleno sol.

Embora a plasticidade fenotípica relacionada à restrição de luz não tenha grande impacto em características fisiológicas, a morfologia das plantas está estreitamente vinculada às modificações estruturais e anatômicas, resultando em elevação da área foliar individual e espessura da folha, maior altura da planta (RICCI, COCHETO, ALMEIDA, 2013), redução do número de ramos, diâmetro do caule (MELLONI et al., 2018) e do número de folhas (ARAÚJO et al., 2015).

De modo geral, as principais alterações morfológicas de crescimento estão direta ou indiretamente relacionadas aos hormônios vegetais (YANG & LI, 2017), principalmente às auxinas (IGLESIAS et al., 2018) e giberelinas (KUREPIN et al., 2015) e a interação entre estes (YANG et al., 2018).

As alterações das características morfológicas induzidas pelo sombreamento nem sempre favorecem aspectos relativos ao vigor (estiolamento do caule), economia hídrica (desenvolvimento superficial do sistema radicular, maior superfície de transpiração foliar individual) e potencial de produção (menor número de ramos e redução do número de botões florais). Muitas destas alterações estão intimamente relacionadas à maior sensibilidade das plantas sombreadas à giberelinas (ASSIS et al., 2014). Uma forma de se avaliar a contribuição das giberelinas na plasticidade fenotípica induzida pelo sombreamento é a utilização de inibidores de síntese deste hormônio.

O paclobutrazol é um composto triazólico que inibe a biossíntese de giberelina (BINDU, UPRETI, SATHISHA, 2018), sendo empregado em diversos estudos envolvendo a restrição de crescimento (RAMOS & ACEDO JR, 2016).

O objetivo desse trabalho foi avaliar se o estímulo à biossíntese de giberelinas induzido pelo sombreamento de cafeeiros arábica variedade Catuaí vermelho IAC 144, pode ser alterado pela restrição de crescimento por meio de um regulador vegetal

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no período de setembro de 2017 a janeiro de 2018, no campo agropecuário da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campus de Vitória da Conquista, Bahia. O município localiza-se entre as coordenadas 14° 51' 58" S e 40° 50' 22" W, caracterizado por clima do tipo Cwa (tropical de altitude) conforme a classificação de Köppen-Geiger. A temperatura mínima e máxima são de 12,2°C e 26,8°C respectivamente, e precipitação pluviométrica 750mm.

Utilizou-se mudas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) da variedade Catuaí vermelho IAC 144, adquiridas do viveiro credenciado localizado no município de Barra do Choça – BA, as quais permaneceram setes dias em aclimação. O critério de seleção do material foi altura e número de folhas, priorizando um padrão. Mudanças com quatro pares de folhas verdadeiras foram transplantadas para vasos com capacidade de 20dm<sup>3</sup> (32,5 cm de altura x 34,5cm de diâmetro superior e 22cm de diâmetro inferior), cujo o substrato utilizado foi a mistura de solo do tipo LATOSSOLO AMARELO Distrófico e húmus na proporção 9:1.

O estudo foi composto por quatro ensaios constituído por diferentes níveis de restrição luminosa (20%; 40%; 60% e 80%) e uma área a pleno sol. As condições de restrição de luz foi conduzida em viveiro recoberto por telados de malha preta, com dimensões de 6,0 x 9,0 x 2,20 m. Cada ensaio foi composto por 20 plantas de café tratadas com paclobutrazol, aplicado via solo, quinze dias após o transplante nas concentrações 0; 50; 100; 150 e 200 mg L<sup>-1</sup> de ingrediente ativo. O delineamento adotado foi inteiramente casualizado para cada um dos ensaios, totalizando uma planta por parcela com quatro repetições.

Para avaliar os efeitos dos tratamentos no crescimento das plantas foram investigados alguns parâmetros aos 90 dias após a aplicação (DAA) do regulador de crescimento.

Para a avaliação da massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) as plantas foram separadas em parte aérea e raiz, e posteriormente levadas a estufa de circulação de ar forçada a 65°C até obter peso constante. Com essas variáveis foi estimada a relação parte aérea raiz (RPAR).

Os dados foram submetidos a testes de homogeneidade de variância (Cochran) e de normalidade (Lilliefors), e à análise de variância. Posteriormente foi realizada análise conjunta de experimentos, levando-se em consideração a menor diferença da relação quadrados médios de resíduo igual ou inferior 7. Logo após, verificou o grau de significância da análise conjunta, sendo esse ( $p < 0,05$ ), e em seguida realizou a análise de variância de regressão para as concentrações de paclobutrazol e restrição luminosa. Para a determinação dos modelos foram considerados os valores do coeficiente de determinação ( $R^2 \geq 60$ ), grau de significância ( $p < 0,05$ ) e valor biológico. Para todo o procedimento da análise estatística, foi utilizado o programa Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas, SAEG, versão 9.1.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O efeito da restrição luminosa (RL) e das concentrações de paclobutrazol (PBZ) foi efetivo nas alterações de acúmulo de massa dos cafeeiros. Houve interação entre os fatores (RL e PBZ) para as características avaliadas, exceto para a relação entre parte área/raiz (Tabela 1). Devido a magnitude da RL em estudo (0 a 80%), verifica-se, para as diversas culturas um elevado impacto deste fator (RIBEIRO, 2018; BINOTI et al., 2018). Entretanto, para a restrição da biossíntese de giberelinas, bem como para sua interação com a restrição de luz, é observada ampla variação de efeitos entre as culturas (UTAMI, DEVY, ARIANTO, 2016; HAMDANI et al., 2018).

Tabela 1. Resumo da análise de variância das variáveis: matéria seca parte aérea (MSPA), matéria seca raiz (MSR) e relação parte aérea raiz (RPAR) de café (*Coffea arabica* L.) cv. Catuaí vermelho IAC 144.

QUADRADOS MÉDIOS				
FV	GL	MSPA	MSR	PAR
Ambiente (A)	4	329,68**	29,84**	12,73**
Concentração (C)	4	115,57*	6,63**	2,43*
A X C	16	38,06**	3,51**	0,90 <sup>ns</sup>
Resíduo	75	12,64	1,03	0,76
CV (%)		25,16	30,92	18,89

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

Para o desdobramento da interação entre os fatores analisados, a relação entre as massas e RL, para todas as concentrações de PBZ (exceção feita à 200 mg L<sup>-1</sup>) foi definido o modelo quadrático, atingindo pontos máximo superiores à testemunha em RL entre 31 e 44% para MSPA e 29 a 41% para MSR (Figura 1 A, C).

As plantas que não receberam o tratamento com o inibidor da biossíntese de giberelina e as tratadas com a máxima concentração, teve a MSPA reduzida a partir de 35% e 31% RL, respectivamente, sendo inferior as plantas expostas a pleno sol nos níveis máximos de RL (80%) 30,69% e 106,9%, respectivamente (Figura 1 A). Fato semelhante foi observado para a MSR nas plantas quando submetidas à 0 mg<sup>-1</sup> e 50 mg<sup>-1</sup> de PBZ, com redução de 87,04% e 36,04%, respectivamente (Figura 1 C). Tais reduções da MSPA foram atribuídas aos menores valores observados em altura, número de ramos, folhas e área foliar, proporcionado pelos tratamentos mencionados anteriormente. Essas respostas estão associadas tanto a capacidade de modulação do PBZ em reduzir a extensibilidade da parede quando aplicados altas concentrações (NAVARRO, SANCHEZ, BAÑON, 2007), quanto a menor eficiência fotossintética das plantas controle. Os tratamentos com o regulador vegetal otimizam as taxas fotossintéticas (HUANG et al., 2019).

César et al. (2013) ao avaliar o desempenho de mudas de cafeeiros arábica em regime de sombreamento (0, 30, 50 e 70%) observaram incremento na MSPA e MSR em todos os níveis de RL, exceto no sombreamento excessivo de 70%. Os autores explicam a redução da MSR em 70% de RL a partir do menor fluxo descendente de auxinas provocado por altos níveis de sombreamento, resultando em menor crescimento radicular.

Por outro lado, em cafeeiros tratados com 50, 100 e 150 mg L<sup>-1</sup> de PBZ, apesar das tendências de decréscimo da MSPA a partir dos níveis de 42, 43 e 44% de RL, respectivamente, os valores permaneceram superiores a 0% de RL (Figura 1 A). Para MSR, efeitos similares foram observados para as concentrações de 100 e 150 mg L<sup>-1</sup> de PBZ, a partir de 40% de RL. Resultados semelhantes foram verificados para mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* var. *Stilbocarpa*) por Pagliarini et al. (2017) e para mudas de café conilon por Braun et al. (2007). Para os citados autores, a MSPA e MSR das espécies estudadas foram elevadas sob condição de nível de sombreamento de 50%.

Quando as plantas são submetidas à restrição luminosa há acúmulo e ativação de PIFs, resultando em elevada expressão de mediadores de crescimento (FRANKLIN, 2008), resultando em elevação do acúmulo de biomassa na planta.

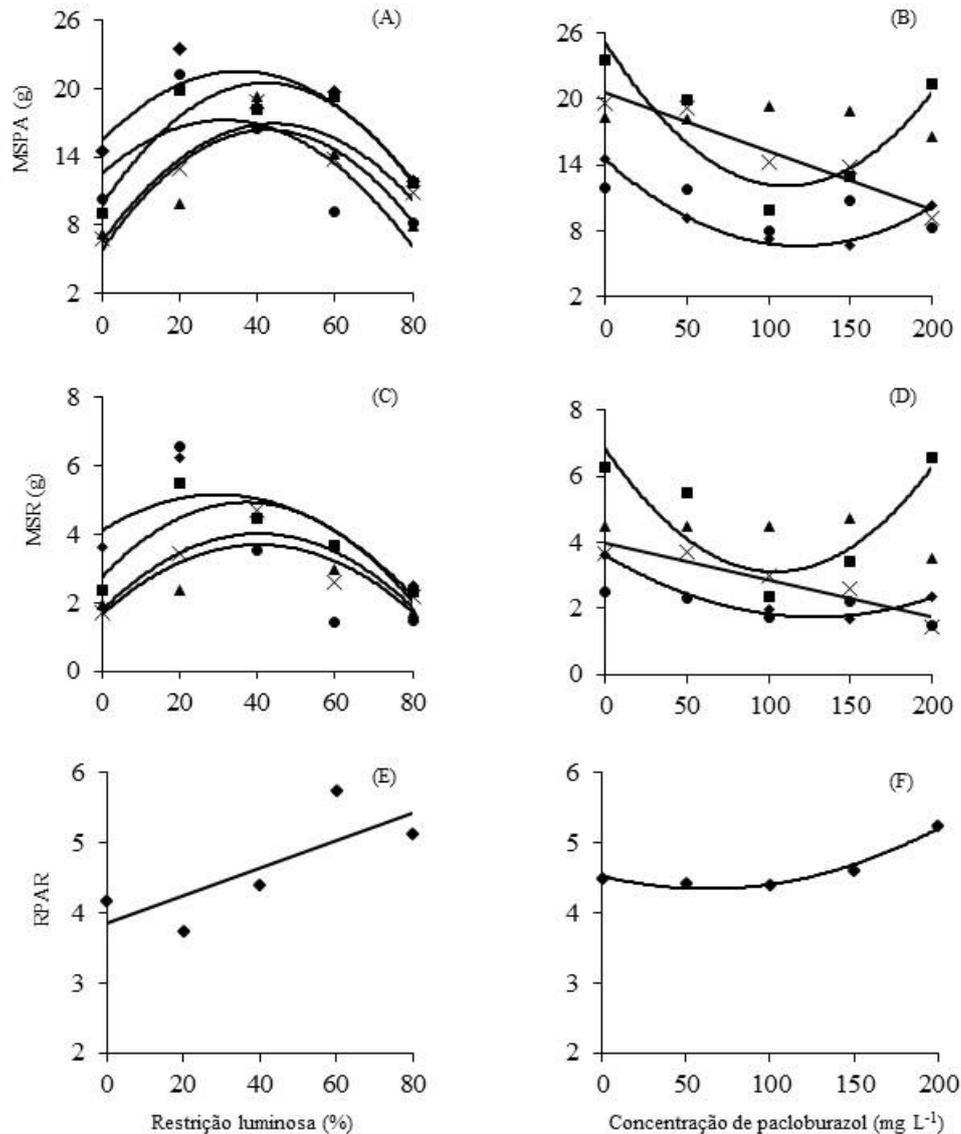


Figura 1. A: massa seca da parte área (MSPA) e C: massa seca da raiz (MSR) de cafeeiros arábica cv. Catuaí vermelho IAC 144 submetidos à diferentes concentrações de paclobutrazol (♦ 0; ■ 50; ▲ 100; X 150 e ● 200 mg L<sup>-1</sup>), em função da restrição luminosa; B: MSPA e D: MSR de cafeeiros submetidos a diferentes níveis de restrição luminosa (♦ 0; ■ 20; ▲ 40; X 60 e ● 80 %), em função das concentrações de paclobutrazol; E, F: relação parte área/raiz (RPAR) de plantas de café em resposta a diferentes níveis de restrição luminosa e concentrações de paclobutrazol.

Não foi possível delinear modelo de regressão para a relação MSPA, MSR e concentrações de PBZ nos ambientes de 40 e 80% de RL. Para 0 e 20% RL foi estabelecido modelo polinomial de segunda ordem (Figura 1 B, D).

Em condição de 0 e 20% de RL, foi verificado menor valor de MSPA (6,63g e 12,05g) para as concentrações de 119 mg L<sup>-1</sup> e 111 mg L<sup>-1</sup> de PBZ, respectivamente.

Para 60% RL, MSPA foi elevada com aumento das concentrações, sendo 51,33% inferior a testemunha no maior tratamento (Figura 1 B). Logo, restrição de luz superior a 20% restringe a definição da relação acúmulo de massa de cafeeiros e capacidade de biossíntese de giberelinas. Este fato foi associado à redução da atividade fotossintética em ambientes de baixa luminosidade, resultando em menor acúmulo de massa (PEREIRA et al. 2018).

Seleguini et al. (2016) observaram decréscimo na fitomassa seca da parte aérea de plantas de tomate com o aumento das concentrações de PBZ. Esse efeito está associado à redução da sensibilidade e biossíntese do ácido giberélico pelo PBZ. O PBZ inibe a atividade das enzimas mono-oxigenases dependente do fitocromo P450, bloqueando as reações de oxidação de ent-caureno a ácido ent-caurenoico (RADEMACHER, 2016).

A MSR apresentou comportamento similar ao da MSPA nos diferentes níveis de RL quando submetidos a concentração do inibidor da biossíntese de giberelina (Figura 1 D). D'Arêde et al. (2017) relaciona a redução da fitomassa seca da raiz ao fato do sistema radicular permanecer em contato direto com o PBZ, podendo reduzir o crescimento do órgão.

No que se refere a partição da biomassa foi delineado modelo linear crescente para a relação parte aérea/raiz em função dos níveis de RL. O incremento verificado para esta relação foi correlacionado ao maior acúmulo de massa na parte

aérea, em detrimento da raiz (Figura 2 E). Efeito similar foi observado em função das concentrações de PBZ (Figura 2 F).

Coro et al. (2014), ao avaliarem o efeito de diferentes reguladores vegetais em alface e aipo, observaram redução da biomassa radicular e parte aérea nas plantas cultivadas em bandejas de 200 células, diminuindo as razões raiz/parte aérea. Os referidos autores associaram essa resposta ao uso do PBZ reduzir o alongamento da raiz e retardar os efeitos da restrição física.

Os modelos de respostas da aplicação do inibidor da biossíntese de giberelinas, bem como dos diferentes níveis de RL nos cafeeiros foram descritos na tabela 2.

Tabela 2. Regressão e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) das variáveis: massa seca parte área (MSPA), massa seca raiz (MSR) e relação parte área/raiz (RPAR) de plantas de café arábica ‘Catuaí Vermelho IAC 144’ submetidas a diferentes níveis de restrição luminosa e concentrações de paclobutrazol, avaliados aos 90 dias após a aplicação do regulador via solo.

CARACTERÍSTICA		EQUAÇÕES	$R^2$
MSPA	Concentração de paclobutrazol	◆(pleno sol) $\hat{Y}^{**} = 14,445 - 0,1311x + 0,0005x^2$	0,9903
		■(20%RL) $\hat{Y}^{**} = 25,079 - 0,235x + 0,0011x^2$	0,8211
		×(60%RL) $\hat{Y}^{**} = 20,493 - 0,0528x$	0,9279
	Restrição luminosa	◆(testemunha) $\hat{Y}^{**} = 15,508 + 0,3401x - 0,0048x^2$	0,7322
		■(50 mg L <sup>-1</sup> ) $\hat{Y}^{**} = 9,861 + 0,5064x - 0,006x^2$	0,8793
		▲(100 mg L <sup>-1</sup> ) $\hat{Y}^{**} = 5,94 + 0,4894x - 0,0057x^2$	0,7684
MSR	Concentração de paclobutrazol	×(150 mg L <sup>-1</sup> ) $\hat{Y}^{**} = 6,6515 + 0,4633x - 0,0052x^2$	0,8862
		●(200mg L <sup>-1</sup> ) $\hat{Y}^{**} = 12,584 + 0,2955x - 0,0047x^2$	0,6048
		◆(pleno sol) $\hat{Y}^{**} = 3,6002 - 0,0291x + 0,0001x^2$	0,9856
	Restrição luminosa	■(20%RL) $\hat{Y}^{**} = 6,8061 - 0,0713x + 0,0003x^2$	0,7778
		×(60%RL) $\hat{Y}^{**} = 3,9743 - 0,0111x$	0,8928
		◆(testemunha) $\hat{Y}^{**} = 4,1205 + 0,0696x - 0,0012x^2$	0,6995
RPAR	Restrição luminosa	■(50mg L <sup>-1</sup> ) $\hat{Y}^{**} = 2,7778 + 0,1164x - 0,0016x^2$	0,7861
		▲(100 mg L <sup>-1</sup> ) $\hat{Y}^{**} = 1,6756 + 0,0999x - 0,0012x^2$	0,7134
		×(150 mg L <sup>-1</sup> ) $\hat{Y}^{**} = 1,7969 + 0,1101x - 0,0014x^2$	0,7477
	Concentração de paclobutrazol	◆ $\hat{Y}^{**} = 3,8456 + 0,0196x$	0,6051
		◆ $\hat{Y}^{**} = 4,5192 - 0,0058x + 5X10^5x^2$	0,9724

## CONCLUSÕES

1. A fitomassa seca da parte aérea e raiz são afetadas pela restrição de luz e concentrações de PBZ.
2. A elevação da massa seca da parte aérea e raiz em níveis de restrição de luz entre 31 e 44% é um padrão alterado pela aplicação de inibidores da biossíntese de giberelinas.
3. A redução da fitomassa seca da parte aérea e raiz dos cafeeiros resultante da redução da sensibilidade às giberelinas por meio de aplicações de paclobutrazol, é verificada em ambientes com restrição igual ou inferior a 60% de sombreamento.
4. Houve incremento para a relação parte aérea/raiz em função da maior intensidade de restrição luminosa e concentração de paclobutrazol.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, A. V.; PARTELLI, F. L.; OLIVEIRA, M. G.; PEZZOPANE, J. R. M.; FALQUETO, A. R.; CAVATTE, P. C. (2015). Microclima e crescimento vegetativo do café conilon consorciado com bananeiras. *Coffee Science* 10: 214-222.
- ASSIS, G. A.; SCALCO, M. S.; GUIMARÃES, R. J.; COLOMO, A.; DOMINGHETTI, A. W.; De MATOS, N. M. S. (2014). Drip irrigation in coffee crop under different planting densities: Growth and yield in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 18: 1116-1123.
- BINDU, G. V.; UPRETI, K. K. & SATHISHA, G. J. (2018). Effects of paclobutrazol on non-enzymatic and enzymatic antioxidants during floral bud development in mango (*Mangifera indica* L.) cv. Totapuri. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences* 7: 1608-1617.
- BINOTTI, E. D. C.; COSTA, E.; BINOTTI, F. F. S.; BATISTA, T. B. (2018). Chemical agents and shading levels for the production of pepper seedlings. *Engenharia Agrícola* 38:450-456.
- BRAUN, H.; ZONTA, J. H.; LIMA, J. S. de S.; Dos REIS, E. F. (2007). Produção de mudas de café ‘conilon’ propagadas vegetativamente em diferentes níveis de sombreamento. *IDESIA (Arica)* 25: 85-9185.
- CÉSAR, F. R. C. F.; MATSUMOTO, S. N.; VIANA, A. E. S.; BONFIM, J. A. (2013). Morphological plasticity of three coffee cultivars under light gradient. *Coffee Science* 8: 121-131.

- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17\\_09\\_21\\_17\\_00\\_05\\_cafe\\_setembro\\_2017.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_09_21_17_00_05_cafe_setembro_2017.pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2019.
- CORO, M.; ARAKI, A.; RATTIN, J.; MIRAVÉ, P.; DI BENEDETTO, A. (2014). Lettuce and celery responses to both BAP and PBZ related to the plug cell volume. *Journal of Experimental Agriculture International* 4:1103-1119.
- D'ARÊDE, L. O.; MATSUMOTO, S. N.; SANTOS, J. L.; VIANA, A. E. S.; RAMOS, P. A. S. (2017). Morfofisiológica do crescimento vegetativo inicial de cafeeiros arábica submetidos à aplicação via foliar de paclobutrazol. *Coffee Science* 12:451-462.
- DA MATTA, F. M.; AVILA, R. T.; CARDOSO, A. A.; MARTINS, S. C. V.; RAMALHO, J. C. (2018). Physiological and agronomic performance of the coffee crop in the context climat echange and global warming: A review. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 66: 5264-5274.
- FRANKLIN, K. A. (2008). Shade avoidance. *New Phytologist* 179:930-944.
- HAMDANI, J. S.; NURAINI, A.; MUBAROK, S. (2018) The use of paclobutrazol and shading net on growth and yield of potato 'Medians' tuber of G2 in medium land of indonesia. *Journal of Agronomy* 17:62-67.
- HUANG, S.; LUO, H.; ASHRAF, U.; ABRAR, M.; HE, L.; ZHENG, A.; WANG, Z.; ZHANG, T.; TANG, X. (2019). Seed treatment with paclobutrazol affects early growth, photosynthesis, chlorophyll fluorescence and physiology of rice. *Applied Ecology and Environmental Research* 17:999-1012.
- IGLESIAS, M. J.; TERRILE, M.C.; CORREA-ARAGUNDE, N.; COLMAN, S. L.; IZQUIERDO-ALVAREZ, A.; FIOL, D. F.; PARÍS, R.; SÁNCHEZ-LÓPEZ, N.; MARNA, A.; VILLALOBOS, L. I. A. C.; ESTELLE, M.; LAMATTINA, L.; MARTÍNEZ-RUIZ, A.; CASALONHUÉ, A. (2018). Regulation of SCFTIR1/AFBs E3 ligase assembly by S-nitrosylation of Arabidopsis SKP1-like1 impacts on auxin signaling. *Redox biology* 18: 200-210.
- KUREPIN, L. V.; PARK J. M.; LAZAROVITS, G.; HUNER, N. P. A. (2015). Involvement of plant stress hormones in Burkholderia phytofirmans-induced shoot and root growth promotion. *Plant growth Regulation* 77: 179-187.
- MANCUSO, M. A. C.; SORATTO, R. P. & PERDONÁ, M. J. (2013). Produção de café sombreado. *Colloquium Agrariae* 9: 31-44.
- MELLONI, R.; COSTA, N. R.; MELLONI, E. G. P.; LEMES, M. C. S.; ALVARENGA, M. I.; NUNES NETO, J. (2018). Sistemas agroflorestais cafeeiro-araucária e seu efeito na microbiota do solo e seus processos. *Ciência Florestal* 28: 84-795.
- NAVARRO, A.; SÁNCHEZ-BLANCO, M. J. & BAÑÓN, S. (2007). Influence of paclobutrazol on water consumption and plant performance of *Arbutus unedo* seedlings. *Scientia Horticulturae* 111:133- 139.
- PAGLIARINI, M. K.; MOREIRA, E. R.; NASSER, F. A. de C. M.; De MENDONÇA, V. Z.; De CASTILHO, R. M. M. (2017). Níveis de sombreamento no desenvolvimento de mudas de *Hymenaea courbaril* var. *Stilbocarpa*. *Cultura Agrônômica* 26: 330-346.
- PEREIRA, M. A. GONÇALVES, D. S.; SOUZA, P. A.; LUZENA, F. R.; SILVA, R. R.; BRONDANI, G. E. (2018) Luminosity levels affect the initial seedlings growth and nutrient accumulation in *Khaya senegalensis* A. Juss. *Cerne* 24:344-351.
- RADEMACHER, W. Chemical regulators of gibberellin status and their application in plant production. In: HEDDEN, P.; THOMAS, S. G. (Eds.). *The gibberellins*. Chichester: John Wiley & Sons, 2016. p. 359-404.
- RAMOS, A. D. & ACEDO JR A. L. (2016). Effect of paclobutrazol treatment on some leaf physiological and biochemical characteristics of rejuvenated coffee (*Coffea Arabica* L.) trees. *Annals of Tropical Research* 38: 74-82.
- RIBEIRO, A. F. F. Morfofisiologia de plantas jovens de café arábica submetidas a níveis de sombreamento artificial e doses de paclobutrazol. 2018. 104f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2018.
- RICCI, M. S. F.; COCHETO JR, D. G. & ALMEIDA, F. F. D. (2013). Condições microclimáticas, fenologia e morfologia externa de cafeeiros em sistemas arborizados e a pleno sol. *Coffee Science* 8: 379-388.
- SELEGUINI, A.; VENDRUSCOLO, E. P.; CAMPOS, L. F. C.; FARIA JUNIOR, M. J. de A. (2016). Efeito do paclobutrazol sobre o crescimento de plantas e produção de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) em ambiente protegido. *Scientia Agropecuaria* 7: 391-399.
- UTAMI, N.; DEVY, L.; & ARIANTO, A. (2016). Growth and Yield Response of Rodent Tuber (*Typhonium flagelliforme* (Lodd.) Blume) under Different Light Intensities and Concentrations of Paclobutrazol. *Jurnal Jamu Indonesia* 1(:29-35.
- YANG, C. & LI, L. (2017). Hormonal regulation in shade avoidance. *Frontiers in Plant Science* 8: 1527.
- YANG, X.; JANSEN, M. J.; ZHANG, Q.; SERGEEVA, L.; LIGTERINK, W.; MARIANI, C.; RIEU, I.; VISSER, J. W. (2018). A disturbed auxin signaling affects adventitious root outgrowth in *Solanum dulcamara* under complete submergence. *Journal of Plant Physiology* 224: 11-18.