

TROCAS GASOSAS EM PLANTAS DE FEIJOEIRO SUBMETIDAS A FITORREGULADORES, NPK E MICRONUTRIENTES

Danilo Nogueira dos Anjos¹, Ramon Correia de Vasconcelos², Hellenn Thallyta Alves e Mendes³, Anne Caroline Vieira Cangussu⁴

1. Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (danylodosanjos1@hotmail.com) Vitória da Conquista – Brasil
2. Professor Doutor da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
3. Doutoranda em Agronomia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
4. Graduanda em Agronomia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

RESUMO

O feijoeiro é considerado uma das culturas mais importantes no Brasil, sendo cultivado em praticamente todo território nacional. Estudos sobre a ação dos fitorreguladores associados a diferentes adubações e sua influência na fisiologia da planta são escassos, sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência dos fitorreguladores, NPK e micronutrientes nas trocas gasosas do feijoeiro da cultivar Pérola, no município de Vitória da Conquista - BA. O trabalho foi realizado no campus experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e teve o delineamento experimental em blocos casualizados arranjados em três fatores 2 x 2 x 4 sendo dois níveis de NPK (ausência e presença), dois níveis de micronutrientes (ausência e presença) e quatro níveis de fitorreguladores (ausência, Stimulate, Booster e Biozyme TF). As trocas gasosas e condutância estomática foram aferidas utilizando-se um sistema portátil aberto de análise de gases por infravermelho denominado IRGA. O NPK aumentou a eficiência de carboxilação do feijoeiro e os fitorreguladores e os micronutrientes não influenciaram nas trocas gasosas do feijoeiro.

PALAVRAS-CHAVE: concentração interna de CO₂, *Phaseolus vulgaris*, Reguladores Vegetais

GAS EXCHANGE IN THE BEAN PLANT SUBJECT TO GROWTH REGULATORS, NPK AND MICRONUTRIENTS

ABSTRACT

The bean plant is considered one of the most important crops in Brazil and has been grown in almost all the national territory. Studies on the action of growth regulators associated with different fertilization and its influence on the physiology of the plant are scarce, so the objective of this study was to evaluate the influence of growth regulators, NPK and micronutrients in gas exchange of the bean plant cultivar Pérola, in the city Vitória da Conquista - BA. The work was performed at the experimental campus of the Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia and had a randomized blocks arranged on three factors 2 x 2 x 4 with two levels of NPK (absence and presence), two levels of micronutrients (absence and presence) and growth regulators (absence, Stimulate, Booster and Biozyme TF). Gas exchange and

stomatal conductance were measured using a portable open gas analysis system by infra-red called IRGA. The NPK increased the carboxylation efficiency of the bean plant and micronutrients and growth regulators did not affect gas exchange of the bean plant.

KEYWORDS: plant growth regulators, internal CO₂ concentration, *Phaseolus vulgaris*

INTRODUÇÃO

No Brasil a produtividade média do feijoeiro é de 1032 Kg ha⁻¹. No estado da Bahia, a produtividade é menor que a metade da média nacional com 509 Kg ha⁻¹ (IBGE, 2014). O baixo rendimento da cultura deve-se principalmente às baixas precipitações que ocorrem durante o ano e ao baixo nível tecnológico empregado pela maioria dos produtores do estado (GANEM, 2013).

No nordeste, a má distribuição espacial e temporal de pluviosidade, pode acarretar em distúrbios morfofisiológicos às culturas (FERRAZ et al., 2011). Além das variações na temperatura, no índice de radiação solar e na concentração de CO₂ incidente sobre as plantas, podem influenciar na conformação física dos vegetais, refletindo no seu crescimento e produção (BELTRÃO & OLIVEIRA, 2008; FERRAZ et al., 2012).

A produtividade de uma comunidade vegetal é o resultado final de uma cadeia de eventos que entre outros fatores está relacionado à eficiência fotossintética. (EL-OTMANI et al., 2000). Praticamente toda matéria orgânica acumulada numa planta durante seu crescimento tem origem no processo fotossintético de fixação de carbono atmosférico, o qual representa ao redor de 95% de toda sua fitomassa seca (SYVERTSEN & LLOYD, 1994).

Estudos sobre trocas gasosas são de grande importância principalmente na determinação da adaptação e estabilidade de plantas a determinados ecossistemas. Isto porque a redução no crescimento e conseqüentemente na produtividade da cultura pode estar relacionada à redução na atividade fotossintética, limitada por fatores abióticos intrínsecos ao local de cultivo (PEIXOTO et al. 2002, PAIVA et al. 2005).

São escassos os estudos sobre a influência fisiológica dos fitorreguladores associados ou não com adubações no feijoeiro. Diante disso, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito dos fitorreguladores, NPK e micronutrientes nas trocas gasosas do feijoeiro.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido no campo Experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no município de Vitória da Conquista (14°51'58" de latitude sul, 40° 50' 22" de longitude oeste, 940 metros de altitude). O clima da região, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Cwa: tropical de altitude, caracterizado por apresentar baixa amplitude térmica, temperatura média de 17°C a 26°C, e quantidade de chuvas de 1.500 mm ao ano.

A caracterização química do solo da área experimental encontra-se na Tabela 1.

TABELA 1 -Análise química de amostras de solo, coletada na área experimental da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, na camada de 0 - 20 cm.

CARACTERÍSTICAS	VALOR E INTERPRETAÇÃO
pH (CaCl ₂)	4,4 AME
P (mg dm ⁻³)	43 MA
K (mmol _c .dm ⁻³)	2,1 B
Al (mmol _c .dm ⁻³)	0 B
Ca (mmol _c .dm ⁻³)	15 M
Mg (mmol _c .dm ⁻³)	3 B
H+Al (mmol _c .dm ⁻³)	22 B
CTC (mmol _c .dm ⁻³)	42,1 B
V (%)	48 M
B (mg dm ⁻³)	0,49 M
Cu (mg dm ⁻³)	1,4 B
Mn (mg dm ⁻³)	15,5 A
Zn (mg dm ⁻³)	1,10 M
Fe (mg dm ⁻³)	79 A

Interpretação de acordo com a Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. AME = acidez muito elevada; MA= teor muito alto; A = teor alto; M = teor médio; B = teor baixo; MB = teor muito baixo.

O experimento foi instalado no dia 12 de dezembro de 2013. O preparo do solo foi realizado com uma aração e uma gradagem (niveladora), seguida da abertura dos sulcos, com espaçamento de 50 cm entre linhas, utilizando um sulcador de haste a profundidade em torno de 10 cm.

As sementes foram, dispostas manualmente no sulco de semeadura, à uma profundidade de 5 cm, na densidade de 13 sementes por metro linear, sendo que 10 dias após a emergência foi realizado o desbaste deixando 8 plantas por metro linear obtendo uma população de 160.000 plantas por hectare de acordo com a recomendação de BARBOSA & GONZAGA (2012).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 2 x 2 x 4, sendo dois níveis de adubação de macronutrientes (400 Kg.ha⁻¹ do formulado 4-14-8 + 100 Kg.ha⁻¹ de uréia em cobertura utilizado quando a planta estava no estágio V3 e ausência), dois níveis de adubação de micronutrientes (30 Kg. ha⁻¹ de FTE e ausência) e quatro fitoreguladores (Stimulate, Booster, Biozime TF, ausência).

Cada parcela foi constituída de cinco linhas com 5 m de comprimento, espaçadas em 0,50 m entre si, totalizando 12,5 m². Carreadores de 1 m foram construídos no final das linhas de cultivo para evitar a sobreposição das parcelas e diminuir a deriva para aplicação dos fitoreguladores.

O Stimulate é um estimulante vegetal da Stoller Interprises Inc., contendo reguladores vegetais e traços de sais minerais quelatizados. Seus reguladores vegetais constituintes são ácido índolbutírico (auxina) 0,005%, cinetina (citocinina) 0,009% e ácido giberélico (giberelina) 0,005%. e molibdênio 4% (STOLLER DO BRASIL, 1998). O Booster® ZnMo é um formulado no estado líquido que contém 2,3 % de molibdênio, 3,0 % de cobre e 0,10 % de zinco, auxina e citocinina., fabricado pela empresa Agrichem. O produto Biozime TF é fabricado pela empresa Arysta LifeScience, é um fertilizante líquido para aplicação foliar que contém em sua formulação macro e micronutrientes (2,43 % de Zn; 1,73 % de N; 5 % de K₂O; 0,08

% de B; 0,49 % de Fe; 1 % de Mn; e 2,1 % de S) combinados com extratos vegetais hidrolizados obtido a partir de extratos naturais com ações similares aos principais hormônios promotores do crescimento vegetal (citocininas, auxinas e giberelinas), micronutrientes e outras moléculas biologicamente ativas.

As doses, número de aplicações e as fases em que foram realizadas as aplicações estão descritas abaixo:

1. Ausência
2. Duas aplicações de 200 mL ha⁻¹ cada, nas fases V4 e R5 de Stimulate.
3. Duas aplicações de 100 mL ha⁻¹ cada, nas fases V4 e R5 de Booster.
4. Duas aplicações de 200 mL ha⁻¹ cada, nas fases V4 e R5 de Byozime TF.

Os tratos culturais, como o controle de pragas e a irrigação foram realizados de acordo com a necessidade da cultura. A adubação nitrogenada de cobertura das parcelas tratadas com NPK ocorreu quando as plantas estavam no estágio V3.

A aplicação dos fitorreguladores Stimulate, Booster e Byozime nas parcelas que receberam estes tratamentos ocorreu aos 21 e aos 33 dias após a emergência (DAE), nas fases V4 e R5 respectivamente.. Para a aplicação dos fitorreguladores foi utilizado um pulverizador costal de precisão, pressurizado a CO₂, operando à pressão constante de 2,0 kgf cm⁻², equipado com barra de um bico do tipo leque 110 01, a uma altura de 30 cm das plantas, com vazão equivalente a 300 L ha⁻¹ de calda (ABRANTES et al., 2011). Para evitar a deriva foi colocado ao redor da parcela no momento da aplicação uma cortina plástica portátil, com 1,70 m de altura.

Aos 46 DAE, quando o feijoeiro estava na fase R6, foram realizadas, no campo, as avaliações referentes às trocas gasosas e condutância estomática utilizando-se um sistema portátil aberto de análise de gases por infravermelho (IRGA). Uma fonte artificial de luz dicróica foi acoplada a este sistema luz, projetando na superfície da folha a irradiância composta por comprimentos de onda do espectro relacionado à ativação fotossintética, com intensidade de 800 μmol fótons m⁻².s⁻¹. As avaliações foram realizadas em uma planta por parcela, entre oito e 11 horas. Foram avaliados os seguintes parâmetros: taxa fotossintética líquida (Aliq; μmol.m⁻².s⁻¹), condutância estomática (Gs; mmol H₂O m⁻².s⁻¹), transpiração (E; mmol H₂O m⁻².s⁻¹) e concentração interna de CO₂ (Ci; mmol H₂O m⁻².s⁻¹). A partir destas, foram estabelecidas relações compostas por relações entre dois parâmetros, obtendo valores de eficiência instantânea do uso da água (EUA, determinada pela razão entre A e E; mol CO₂ mol⁻¹ H₂O) e eficiência de carboxilação (A/Ci), obtida por meio da razão entre A e Ci (SIEBENEICHLER et al., 1998; FERRAZ et al., 2012).

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade (Lilliefors) e homogeneidade de variância (Bartlett). Posteriormente procedeu-se à análise de variância para detecção dos efeitos de NPK, micronutrientes e fitorreguladores. Para a comparação das médias foi utilizado o teste Tukey a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito significativo dos fatores para as características taxa fotossintética (A), condutância estomática (Gs), transpiração (E), concentração interna de CO₂ (Ci) e eficiência instantânea do uso da água (EUA). Observou-se efeito significativo de NPK para a característica eficiência de carboxilação (A/Ci).

As médias de (A/Ci) do feijoeiro com a presença e a ausência de NPK estão apresentadas na Tabela 2. Foi verificado que, na presença de NPK, o feijoeiro apresentou um incremento de eficiência de carboxilação (A/Ci) de 104% em relação ao tratamento sem NPK, indicando que, na presença de NPK, o CO₂ foi fixado mais rapidamente.

TABELA 2- Eficiência de Carboxilação (A/Ci, em $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) do feijoeiro Comum Cv. Pérola na presença e ausência do NPK.

NPK	Médias
Ausência	0,0041 b
Presença	0,0084 a

Médias seguidas de letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$).

A eficiência de carboxilação, segundo LARCHER (2006) e BARBOSA (2009), é definida como a velocidade com que o CO_2 fixado é processado. Essa velocidade de fixação depende, principalmente, da quantidade e atividade enzimática e pela disponibilidade de CO_2 , podendo ser influenciada ainda pela concentração do acceptor (rubisco), temperatura, grau de hidratação do protoplasma, suprimento de substâncias minerais (especialmente fósforo), grau de desenvolvimento e atividade da planta. A provável explicação para o aumento (A/Ci) nas plantas tratadas com NPK é em função da disponibilidade de ATP e NADPH e do substrato para a rubisco (FARQUHAR e SHARKEY, 1982), principalmente pela suplementação de fósforo que atua na síntese de RNA e DNA, que é elemento estrutural de nucleotídeos e fosfolipídios. Ele atua na transferência de energia por meio de ATP e NADPH (CUNHA et al., 2009) e na ausência de NPK existe uma menor produção de energia (FERNANDES et al., 2013).

Aumento nos teores da A/Ci foi verificado por SILVA et al. (2010) que, ao estudarem cafeeiros jovens, observaram que, com o dobro da dose recomendada de fósforo para o café, resultou no incremento médio de 35% no A/Ci, quando comparado ao tratamento com a dose recomendada. Segundo o autor, este incremento provavelmente, deve-se ao desempenho bioquímico, pois o fósforo afeta diretamente a ativação de algumas enzimas do ciclo de Calvin-Benson. MELO et al., (2009), estudando alterações das características fisiológicas da bananeira sob condições de fertirrigação, verificaram que a dose de 500 Kg de N conjuntamente com 290 Kg de K_2O indicou acréscimos de 23,79% em relação às parcelas com deficiência de nitrogênio.

CONCLUSÃO

Os fitorreguladores e os micronutrientes não influenciam nas trocas gasosas do feijoeiro. O NPK aumenta a eficiência de carboxilação do feijoeiro.

REFERÊNCIAS

ABRANTES, F. L.; SÁ, M. E.; SOUZA, L. C. D.; SILVA, M. P.; SIMIDU, H. M.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; VALÉRIO FILHO, W. V.; ARRUDA, N. Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno. **Pesquisa Agropecuária Tropical**. Goiânia, v.41, n.2, p.148-154, 2011.

BARBOSA G. M.; **Caracterização morfofisiológica de clones de mandioca em Cândido Sales-BA**. 2013. 104 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

BARBOSA, F.R.; GONZAGA, A.C.O. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2012. 247p.

BELTRÃO, N. E. de M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Oleaginosas e seus óleos: vantagens e desvantagens para produção de biodiesel.** Campina Grande: Embrapa Algodão, 2008. (Documentos, 201).

CUNHA, A. C. M.; PAIVA, H. N.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Papel da nutrição mineral na formação de raízes adventícias em plantas lenhosas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 58, 2009.

EL-OTMANI, M.; COGGINS, C.W. JR.; AGUSTÍ, M.; LOVATT, C.L. Plant growth regulators in citriculture: world current uses. **Critical Reviews in Plant Science**, Boca Raton, v. 5, p. 395-447, 2000.

FARQUHAR, G. D.; SHARKEY, T. D. Stomatal conductance and photosynthesis. **Annual Review of Plant Physiology**. Palo Alto, v.33, p.317-345, 1982.

FERNANDES, A. R.; MATOS, G. S. B.; CARVALHO, J. G. Deficiências nutricionais de macronutrientes e sódio em mudas de pupunheira. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1178-1189, 2013.

FERRAZ, R. L. de S. MELO, A. S. de; FERREIRA, R. de S.; DUTRA, A. F.; FIGUEIREDO, L. F. de. Aspectos morfofisiológicos, rendimento e eficiência no uso da água do meloeiro 'Gália' em ambiente protegido. **Revista Ciência Agronômica**. Jaboticabal, v. 42, n. 4, p. 957-964, 2011.

FERRAZ, R.L.S.; MELO, A.S.; SUASSUNA, J.F.; BRITO, M.E.B.; FERNANDES, P.D.; NUNES JÚNIOR, E.S. Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido. **Revista Pesquisa Tropical**. Goiânia, v.42, n.2, p.181-188, 2012.

GANEM, E. L. O.; **Caracterização dos sistemas de produção de milho no município de Vitória da Conquista-BA estudo de caso.** 2013. 104 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Produção Agropecuária 2013.** [online], 2013. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201301c_omentarios.pdf. Acesso em: 14 de fevereiro de 2014.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal.** São Carlos: RIMA Artes e Textos, 2006. 532p.

MELO, A. S. de; SILVA JUNIOR, C. D.; FERNANDES, P. D.; SOBRAL, L. F.; BRITO, M. E. B.; DANTAS, J. D. M. Alterações nas características fisiológicas da bananeira sob condições de fertirrigação. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.39, n.3, p. 733-741, 2009.

PAIVA, A. S.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J.D.; TURCO, J. E. P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Engenharia Agrícola**, Piracicaba, v. 25, n. 1, p. 161-169, 2005.

PEIXOTO, P. H. P.; MATTA, F. M. da; CAMBRAIA, J. Responses of the photosynthetic apparatus to aluminum stress in two sorghum cultivars. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 25, n. 4, p. 821-832, 2002.

SIEBENEICHLER, S. C.; SANT'ANNA, R.; MARTINEZ, C. A.; MOSQUIM P. R.; CAMBRAIA J. Alterações na fotossíntese, condutância estomática e eficiência fotoquímica induzida por baixa temperatura em feijoeiros. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v.10 n.1, p.37 – 44, 1998.

SILVA, L.; MACHIORI,CP. E. R.; MACIEL, C. P.; MACHADO, E. C.; RIBEIRO, R. V. Fotossíntese, relações hídricas e crescimento de cafeeiros jovens em relação à disponibilidade de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 9, p. 965-972, 2010.

STOLLER DO BRASIL. **Stimulate Mo em hortaliças**. Informativo Técnico, Stoller do Brasil, Divisão Arbore, 1998.

SYVERTSEN, J.D. Light acclimation in citrus II CO₂ efficiency and light, water and nitrogen efficiency. **Journal of American Society of Horticultural Science**, Palo Alto, v.109, n.6, p. 812-817, 1984.

ZUCARELI, C.; PRANDO, A. M.; RAMOS JUNIOR, E. U.; NACAGAWA, J. Fósforo na produtividade e qualidade de sementes de feijão carioca precoce cultivado no período das águas. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, p. 32-38, 2011.