



COMPONENTES DE RENDIMENTO EM SOJA CULTIVADA SOB LONGO PERÍODO DE ENRIQUECIMENTO COM ELEVADA CONCENTRAÇÃO DE CO₂

Milton E. Pereira-Flores¹; Flavio B. Justino²; Thales André R. de Souza³

1Eng. Agrônomo, Pós-doutorando Meteorologia Agrícola, Depto. Engenharia Agrícola e Ambiental DEA-UFV, Viçosa - MG. Fone (31) 3899 3466, milton.flores@ufv.br.

2 Prof. PhD. Meteorologia Agrícola DEA-UFV, Viçosa - MG.

3Acadêmico do Curso de Eng. Agrícola e Ambiental, DEA-UFV, Viçosa - MG.

Apresentado no XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 06 de Setembro de 2013 – Centro de Convenções e Eventos Benedito Silva Nunes, Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

RESUMO: Objetivou-se o estudo da alteração nos componentes de rendimento de plantas de soja no estágio R8, cultivadas sob enriquecimento com CO₂ até 750 ppm no interior de câmaras de topo aberto a partir do primeiro trifólio expandido até a seca química. Avaliaram-se a altura da planta, número de grãos por ramo lateral produtivo, nó produtivo e total de grãos produzidos por planta e distribuição espacial por região produtiva da planta da percentagem de grãos do total produzido. Os resultados mostram que somente a altura da planta foi influenciada significativamente pelo ambiente de cultivo não existindo diferenças no número de grãos produzidos nos ramos laterais e nós produtivos do caule principal da planta de soja e sua partição percentual. Conclui-se que o enriquecimento com CO₂ até 750 ppm e o aumento na temperatura até 2,3 °C do ambiente de crescimento da soja não afetaram o número de grãos produzidos pela planta, nem o número de grãos por ramo e nó produtivo, com relação a plantas crescidas e, condições de campo.

PALAVRAS-CHAVE: câmaras de topo aberto, enriquecimento com CO₂, longo prazo

YIELD COMPONENTS IN SOYBEANS GROWN UNDER LONG PERIODS OF ENRICHMENT WITH HIGH CONCENTRATION OF CO₂

ABSTRACT: The objective was to study the change in yield components in response to the growing soybean plants under CO₂ enrichment to 750 ppm within open-top chambers versus field conditions from the first trifoliolate expanded until dry chemical. It has been evaluated the height of plant, number of grains per lateral branch production, productive node and total grain produced per plant. The results show that only plant height was significantly affected, there are no differences in the number of grains produced at lateral branches and main stem nodes productive. It is concluded that the enrichment with CO₂ to 750 ppm and the temperature increase of 2 °C did not affect the number of grain produced by the plant or the number of grains per branch and node productive.

KEYWORDS: open-top chambers, CO₂ enrichment, long-term





INTRODUÇÃO

Existe evidência científica sobre os benefícios da elevação da concentração de CO₂ atmosférico no crescimento de plantas e na produção (Pritchard e Amthor, 2005) particularmente em plantas C3. Em soja, Heinemann et al. (2006), encontraram aumentos da biomassa em ambiente enriquecido com 700 ppm de CO₂ com a redução de regimes térmicos dia/noite (30/25°C, 25/20 e 20/15), e o aumento no peso das sementes em todos os regimes térmicos, verificando-se, que as elevadas concentrações de CO₂ podem mitigar os efeitos das elevadas temperaturas. Plantas de soja apresentam estímulo na fotossíntese entre 30 a 70% quando cultivadas em elevadas [CO₂] (Prior et al., 1991; Griffin e Luo, 1999; Costa, 2003). Entretanto, esse aumento pode ser 22,5% menor em longos períodos de exposição à alta [CO₂], devido ao fenômeno de aclimação (Bernacchi et al. 2005; Lee et al. 2011), apesar da soja ter disponibilidade de nitrogênio (N) via fixação biológica (Rogers et al., 2009) além da mineral via adubação. Longas exposições de plantas de soja a elevadas [CO₂], podem também alterar a relação fonte-dreno, a fotossíntese e o enchimento dos grãos (ISOPP et al., 2000; LEAKEY et al., 2009). Conseqüentemente, aumentos na produção de soja crescidas em elevadas [CO₂] podem vir do aumento no peso médios dos grãos, sem que isso signifique necessariamente maior produtividade (produção por área ou por biomassa total produzida). Assim, objetivou-se avaliar a existência de alterações nos componentes de rendimento sem considerar o peso médio do grão.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental de estresse de plantas no *campus* da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, entre novembro de 2012 a abril de 2013. As unidades experimentais foram lisímetros de seção de 1,0 m x 1,4 m e profundidade de 0,8 m, preenchidos com Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, de classe textural muito argilosa, com acidez corrigida e adubação conforme Ribeiro (1999). A cultivar de soja foi CG7484RR de ciclo curto, cultivada com adensamento de 400.000 plantas por hectare. Foram estabelecidos três tratamentos sendo T1= campo (condições ambientais de temperatura e concentração de CO₂ [380 ± 24 ppm CO₂]); T2= câmara de topo aberto CTA (condições ambientais de CO₂) e T3=câmara de topo aberto CTA+ 750 ± 43 ppm CO₂. As plantas submetidas a T3 (CTA+CO₂) tiveram exposição diária entre 6:30 às 18:00 h a partir da emissão do primeiro trifólio até a dessecação química a elevada [CO₂] via sistema de injeção e distribuição de CO₂ e módulos retangulares adicionados conforme o desenvolvimento das plantas. A [CO₂] foi monitorada a cada dois dias com medidor de [CO₂] Modelo 535 da Testo®. A temperatura no interior das câmaras com e sem enriquecimento de CO₂ foi monitorada por sondas ligadas a uma estação meteorológica portátil, modelo Vantage Pro da Davis® tendo sido registrada uma temperatura média de 2,3 ± 0,1 ° C acima da temperatura média do ambiente externo (campo) ao longo do ciclo da soja. As plantas foram irrigadas por gotejamento mantendo o solo próximo à capacidade de campo. Avaliaram-se altura de planta e componentes de rendimento como o número de unidades produtivas (ramos e racimos), número de vagens/unidade produtiva em dez plantas por tratamento e repetição. O delineamento experimental foi DIC, com quatro repetições e dez plantas por repetição. Os





dados das variáveis foram submetidos a análise de variância (Teste F com $p < 0,05\%$), teste de Tukey ($p < 0,05$) e boxplot com o software estatístico MiniTab 14.

RESULTADOS E DISSCUSSÃO

As alturas das plantas cultivadas no interior das câmaras de topo aberto com e sem enriquecimento não diferiram estatisticamente entre elas, e foram 24 e 28 cm maiores que as plantas crescidas em condições de campo (Figura 1). As alturas das plantas crescidas sob enriquecimento com CO_2 foram também mais homogêneas que as que se desenvolveram sem enriquecimento e nas condições de campo. O número de grãos por ramos laterais, nós produtivos do caule principal e total de grãos por planta, não diferiram estatisticamente entre os tratamentos (Figura 2). Entretanto, se observou tendência à diminuição no número de grãos nas plantas crescidas no interior das CTA. Pode constatar-se, também, que o número de grãos total por planta teve menor variabilidade no tratamento com CTA+700 ppm CO_2 que nas das CTA+380 ppm CO_2 e campo, respectivamente.

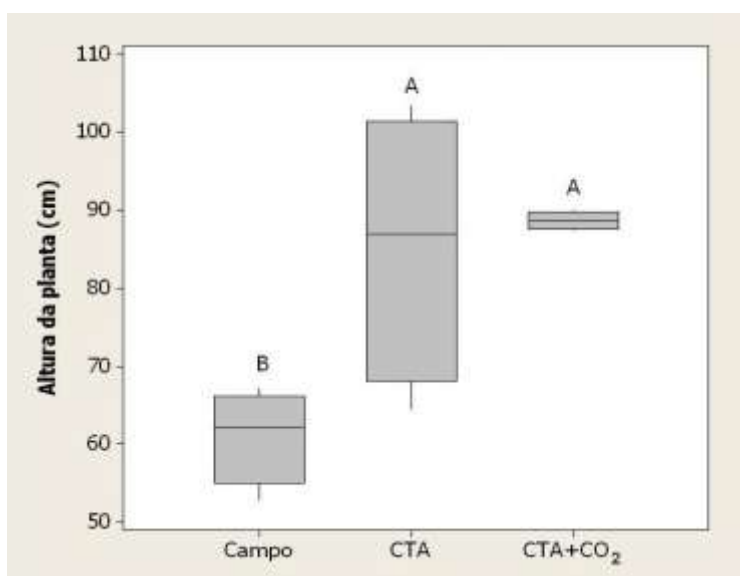


Figura 1. Altura de plantas de soja cultivadas em condições de Campo e em Câmaras de Topo Aberto sem (CTA) e com (CTA+ CO_2) enriquecimento de CO_2 . Letras maiúsculas iguais não diferem entre os tratamentos (Tukey $p < 0,05$). Linhas médias e comprimento das barras representam às medianas e a dispersão das médias das repetições. N=40.



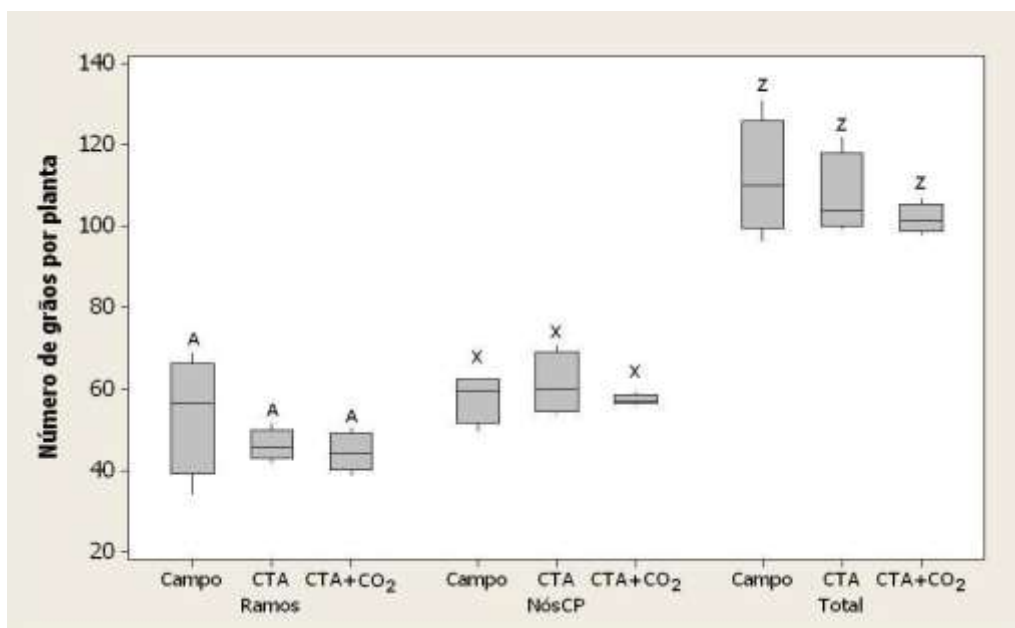


Figura 2 - Número de grãos dos ramos laterais (Ramos), número de grão dos nós produtivos do caule principal (NósCP) e número total de grãos por planta (Total) em soja cultivadas em condições de Campo e em Câmaras de Topo Aberto sem (CTA) e com (CTA+CO₂) enriquecimento de CO₂. Letras maiúsculas iguais não diferem entre os tratamentos (Tukey $p < 0,05$). Linhas médias e comprimento das barras representam às medianas e a dispersão das médias das repetições. N=40.

O maior crescimento das plantas no interior das CTA pode ser resultado da interação da radiação e temperatura, uma vez que a maior temperatura estimulou maiores taxas de crescimento (Figura 1), e subsequentemente, criou condições de competição por luz entre as plantas. A maior variabilidade de altura de plantas encontradas nas CTA sem enriquecimento confirma a condição de elevada competição entre plantas que este ambiente estimulou e que essa competição intraespecífica foi diminuída pelo maior acesso a CO₂ nas plantas crescidas no interior das CTA com enriquecimento de carbono. As plantas podem detectar a presença de vizinhos muito cedo bem antes de sombreamento mútuo ocorrer em função das alterações na composição espectral da radiação decorrentes da interação das folhas com a radiação. Após a detecção da proximidade de potenciais competidores as plantas podem responder com alterações morfológicas, sendo a mais notável o alongamento da haste (TAIZ E ZEIGER, 2006; BALLARÉ et al., 2006). A menor variabilidade na altura de plantas no interior da CTA+CO₂, pode ter sido influenciada pela maior disponibilidade desde os primeiros estádios de desenvolvimento de maiores [CO₂] e permitido um crescimento mais harmonioso com menos competição entre as plantas, decorrente das maiores taxas fotossintéticas e a diminuição dos efeitos da fotorespiração desde estádios iniciais do desenvolvimento. Plantas de soja crescendo em ambiente enriquecido com CO₂ têm expressão de 327 genes, alguns dos quais são responsáveis pelo aumento expressivos da quebra de carboidratos disponibilizando mais energia para o crescimento, expansão das folhas e também para a biossíntese (AINSWORTH et al., 2006). A ausência de amido a meia noite nas plantas de soja sob enriquecimento com CO₂, encontrada por Ainsworth et al., (2006), pode ser indicativo de



maiores taxas de utilização do carbono fixado na forma de amido para o crescimento e construção de tecido. Diferenças na produção e produtividades têm sido mais prováveis pelo aumento no peso médio das sementes, embora este fato não foi verificado por Thomas et al., (2003) na cultivar Bragg de soja crescida com duas vezes a mais a concentração de 350 ppm de CO₂ sob mesmo regime térmico D/N. Longas exposições de plantas de soja a elevadas [CO₂], podem também alterar a relação fonte-dreno, a fotossíntese (Lee et al., 2011) e o enchimento dos grãos (ISOPP ET AL., 2000; ROGERS E AINSWORTH, 2006). Consequentemente, aumentos na produção de soja crescidas em elevadas [CO₂] podem vir do aumento no peso médios dos grãos, sem que isso signifique necessariamente maior produtividade (produção por área utilizada ou por biomassa total produzida). Assim, objetivou-se avaliar a existência de alterações nos componentes de rendimento sem considerar o peso médio do grão.

CONCLUSÕES

O número de grãos por unidades produtivas não foi influenciado pelos ambientes de cultivo conferido-se a estabilidade ambiental deste componente de rendimento. Os ambientes no interior das câmaras de topo aberto propiciaram maior altura das plantas independentemente da concentração de CO₂, verificando-se a influencia da temperatura sobre esta característica. Condições de crescimento com elevada concentração de CO₂ ao longo do desenvolvimento condicionam menor variabilidade no número de grãos por planta decorrente das condições de maior concentração de CO₂ interação com a temperatura.

REFERÊNCIAS

- AINSWORTH, E. A.; ROGERS, A., VODKIN, L.O.; ACHIM, W.; SCHURR U. The Effects of Elevated CO₂ Concentration on Soybean Gene Expression. An Analysis of Growing and Mature Leaves. **Plant Physiology**, September 2006 vol. 142 no. 1 135-147.
- BALLARÉ, C. L.; SCOPEL, A.; CASAL, J. J.; SÁNCHEZ, R. A. Know Thy Neighbor through Phytoc. Essay 17.3. **Plant Physiology On Line**. Fifth edition. A Companion to Plant Physiology, Fifth Edition by Lincoln Taiz and Eduardo Zeiger. 2006. <http://5e.plantphys.net/index.php> (acesso em junho de 2013).
- BERNACCHI, C. J.; MORGAN, P. B.; ORT, D. R.; LONG, S. The growth of soybean under free air [CO₂] enrichment (FACE) stimulates photosynthesis while decreasing in vivo Rubisco capacity. **Planta**, v. 220, n. 3, p. 434-446, 2005.
- COSTA, A. C. Respostas fisiológicas de duas linhagens de soja à atmosfera enriquecida com CO₂ e à restrição hídrica. Viçosa, MG: UFV, 2003, 36f. **Dissertação** (Mestrado em Fisiologia Vegetal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.
- GRIFFIN, K. L.; LUO, Y. Sensitivity and acclimation of Glycine max (L.) Merr. Leaf gas exchange to CO₂ partial pressure. **Environmental Experimental Botany**, v. 42, p. 141-153, 1999.





XVIII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – XVIII CBA
2013 e VII Reunião Latino Americana de Agrometeorologia
Belém - PA, Brasil, 02 a 06 de Setembro 2013
Cenários de Mudanças Climáticas e a Sustentabilidade
Socioambiental e do Agronegócio na Amazônia



- HEINEMANN, A.B.; MAIA, A.D.; DOURADO-NETO, D.; INGRAM, K.T.; HOOGENBOOM, C. Soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) growth and development response to CO₂ enrichment under different temperature regimes. **European Journal of Agronomy**, 2006, 24, 52–61.
- ISOPP H.; FREHNER M, ALMEIDA JPF, BLUM H, DAEPP M, HARTWIG UA, LÜSCHER A, SUTER D, NÖSBERGER J. . Nitrogen plays a major role in leaves when source–sink relations change: C and N metabolism in *Lolium perenne* growing under free air CO₂ enrichment. **Australian Journal of Plant Physiology**, 2000;27:851-858.
- LEAKEY, A. D. B.; AINSWORTH, E.A.; BERNACCHI, C.J.; ROGERS, A.; STEPHEN P. LONG, S.P.; ORT, D.R. Elevated CO₂ effects on plant carbon, nitrogen, and water relations: six important lessons from FACE. **Journal of Experimental Botany**, Vol. 60, No. 10, pp. 2859–2876, 2009.
- LEE TD, BARROTT SH, REICH PB. Photosynthetic responses of 13 grassland species across 11 years of free-air CO₂ enrichment is modest, consistent and independent of N supply. **Global Change Biology**, 2011, 17, 2893–2904.
- PRIOR, S.A.; ROGERS, H.H.; SIONIT, N.; PATTERSON, R.P. Effects of elevated atmospheric CO₂ on water relations of soya bean. **Agric. Ecosys, Environ.** 1991. 35:13-25.
- PRITCHARD, S.G.; AMTHOR, J.S. **Crops and environmental change**. Binghamton: Food Products Press, 2005. 421p.
- RIBEIRO, A.C. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes 1999 em Minas Gerais - 5ª Aproximação. Editores, Viçosa, MG. 1999.
- ROGERS, A., AINSWORTH, E.A.; LEAKEY, A.D.B. Will elevated carbon dioxide concentration amplify the benefits of nitrogen fixation in legumes? **Plant Physiology** **151**: 1009-1016. 2009.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 3. ed. São Paulo: Artmed, 2006.
- THOMAS, J. M. G.; BOOTE, K. J. L. H. ALLEN, JR., GALLO-MEAGHER, M.; DAVIS, DAVIS, J.M. Elevated Temperature and Carbon Dioxide Effects on Soybean Seed Composition and Transcript Abundance. **Crop Sci.** 43:1548–1557 (2003).

