

## RESPOSTAS MORFOLÓGICAS DE PLANTAS C<sub>3</sub> E C<sub>4</sub> DO CERRADO AO INCREMENTO DE CO<sub>2</sub> ATMOSFÉRICO

Amanda Cristina Gonçalves de Oliveira<sup>1</sup>

Patrick Rios<sup>2</sup>

João Paulo de Souza<sup>3</sup>

### Recursos Naturais

### RESUMO

O aumento na [CO<sub>2</sub>] na atmosfera proveniente das mudanças climáticas pode gerar alterações na composição de comunidades e na estrutura e funcionamento de ecossistemas. Nesse contexto, a hipótese do nosso trabalho é que uma espécie C<sub>3</sub> típica de cerrado *stricto sensu*, presente em condições de elevada [CO<sub>2</sub>], mecanismos morfológicos eficientes na competição por recursos em relação a uma espécie C<sub>4</sub> exótica. Isso é esperado devido ao metabolismo de fixação de carbono das plantas C<sub>3</sub> ser mais estimulado com o aumento da [CO<sub>2</sub>] do que as plantas C<sub>4</sub>, que já estão saturadas na atual [CO<sub>2</sub>]. O objetivo do trabalho foi avaliar as respostas morfológicas através da análise de arquitetura de plantas e morfometria vegetativa de duas espécies ocorrentes no Cerrado, uma nativa C<sub>3</sub> (*Stylosanthes capitata* Vogel.) e uma invasora C<sub>4</sub> (*Melinis minutiflora*), crescendo sozinhas ou em competição, em condições de baixa (~500 ppm) e elevada (~1000 ppm) [CO<sub>2</sub>] ao longo de 270 dias. O experimento foi conduzido em CTA localizadas na UFV - Campus Florestal e como amostras para o experimento foram escolhidos cinco indivíduos de cada espécie (n=5) em cada tratamento. As plantas desenvolveram ajustamentos devido às condições de luz e [CO<sub>2</sub>] como: variação do número de folhas, arquitetura da copa e altura da planta. Alterações morfológicas e de crescimento como maior investimento em altura e mudanças no padrão de ramificação indicam que as plantas de *S. capitata* foram eficientes no desenvolvimento de estratégias para competir com *M. minutiflora* e no aproveitamento da maior disponibilidade de CO<sub>2</sub> atmosférico.

**Palavras-chave:** Mudanças climáticas; Comunidades; Ecossistemas; Herbáceas.

### INTRODUÇÃO

O Cerrado está entre os ecossistemas mais sensíveis às mudanças futuras do clima e do uso da terra (MURPHY et al., 2014). Alguns cenários de mudanças climáticas apontam uma diminuição da distribuição de muitas espécies arbóreas de Cerrado em mais de 50% (SIQUEIRA & PETERSON, 2003). As atividades humanas ao longo dos últimos 100 anos, particularmente a queima de combustíveis fósseis, têm causado um rápido aumento nas concentrações de dióxido de carbono e outros gases componentes do efeito estufa na atmosfera (HERGERL et al., 2007). Além de variações nos regimes pluviométricos e na

<sup>1</sup>Mestre em Manejo e Conservação de Ecossistemas Naturais e Agrários; Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal; Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Laboratório de Fisiologia Vegetal; amanda\_acgo@yahoo.com.br.

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo; Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal; Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Laboratório de Fisiologia Vegetal; patrickrios2010@hotmail.com.

<sup>3</sup>Prof. Dr. do curso de Ciências Biológicas; Universidade Federal de Viçosa - Campus Florestal; Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde, Laboratório de Fisiologia Vegetal; joaopaulobio@hotmail.com.

temperatura, também há previsões de aumento da [CO<sub>2</sub>] entre 730 e 1000 ppm para 2100 (MEEHL et al., 2007).

Os efeitos da mudança climática sobre as espécies vegetais são diversos (FAGUNDES, 2010) e precisam ser estudados em razão da velocidade dessas alterações no planeta. Fatores como intensidade luminosa e concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico influenciam nas respostas das espécies com metabolismo de fixação de carbono C<sub>3</sub> e C<sub>4</sub> (LONG et al., 1999). Estudos a cerca da resposta das plantas ao aumento da [CO<sub>2</sub>] nas comunidades de Cerrado são importantes considerando que esse complexo de biomas é um *hotspot* de biodiversidade (MYRES et al., 2000), e apresenta uma vegetação mista como a associação do estrato arbóreo/arbustivo ao estrato herbáceo (MISTRY, 2000) que é essencial para sua dinâmica.

Nesse contexto, a hipótese do nosso trabalho é que uma espécie C<sub>3</sub> típica de cerrado *stricto sensu*, presente em condições de elevada [CO<sub>2</sub>], mecanismos morfológicos eficientes na competição por recursos em relação a uma espécie C<sub>4</sub> exótica. Isso é esperado devido ao metabolismo de fixação de carbono das plantas C<sub>3</sub> ser mais estimulado com o aumento da [CO<sub>2</sub>] do que as plantas C<sub>4</sub>, que já estão saturadas na atual [CO<sub>2</sub>] (AINSWORTH & LONG, 2005). O trabalho objetivou avaliar as respostas morfológicas através da análise de arquitetura de plantas e morfometria vegetativa de duas espécies ocorrentes no Cerrado, uma herbácea leguminosa nativa C<sub>3</sub> (*Stylosanthescapitata* Vogel.) e uma herbácea invasora com metabolismo de carbono C<sub>4</sub> (*Melinis minutiflora*) crescendo sozinhas ou em competição, em condições de baixa e elevada [CO<sub>2</sub>] ao longo de 270 dias.

## **METODOLOGIA**

### **Área de Estudo e Material vegetal**

O experimento foi realizado em câmaras de topo aberto (CTA), localizadas no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais, setor de fruticultura da Universidade Federal de Viçosa - *Campus* Florestal, MG. A descrição da estrutura das CTA está disponível em Melo (2015).

Foram utilizadas as espécies *Stylosanthescapitata*, leguminosa, nativa de área de Cerrado (STACE & CAMERON, 1984) e perene, e *Melinis minutiflora*, herbácea, perene e invasora de áreas de Cerrado, que apresenta sementes pequenas e com alto poder de germinação (PIVELLO et al., 1999b). As sementes de ambas as espécies foram germinadas

em câmara de germinação tipo B.O.D. (modelo Thelga), e após quatro meses foram transferidas para as CTA.

### **Desenho experimental**

Foram dispostos 20 indivíduos de *M. minutiflora* e 20 indivíduos de *S. capitata* em cada CTA sob concentrações de ~500 ppm e ~1000 ppm, sendo duas CTA com as plantas crescendo sozinhas e duas CTA com as plantas crescendo em competição. Como amostras do experimento foram escolhidos cinco indivíduos de cada espécie (n=5) em cada tratamento. As plantas foram mantidas sob essas condições, durante 270 dias.

### **Arquitetura de plantas e morfometria vegetativa**

A arquitetura das plantas de *M. minutiflora* e *S. capitata* foi determinada aos 90, 150, 210 e 270 dias após o início do tratamento através da contagem de ramos e perfilhos primários (A1), secundários (A2) e terciários (A3). No período de outubro de 2015 a julho de 2016, foi realizado o acompanhamento semanal do número de folhas, comprimento (cm) e diâmetro do caule (cm) de *S. capitata* e *M. minutiflora*.

### **Análises estatísticas**

O delineamento experimental utilizado no trabalho foi em blocos casualizados, com dois tipos de crescimento (sozinhas ou em competição). Os dados foram submetidos à análise de componentes principais (PCA), conduzidos pelo programa MVSP, versão 3.1 (Kovach Computing Services, Ilha de Anglesey, Reino Unido) para identificar as principais variáveis que contribuem para a diferença entre os tratamentos e também foi realizada a análise de variância (ANOVA) e teste de média (Tukey a 5%) para verificar as diferenças entre os tratamentos, utilizando o programa estatístico SAEG 9.1.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As plantas de *S. capitata* apresentaram maior ( $p < 0,05$ ) número de ramos A1, A2, A3 e número de nós quando cresceram sozinhas e em baixa  $[CO_2]$  do que quando cresceram em competição com *M. minutiflora* e em elevada  $[CO_2]$  (Figura 1). As plantas de *M. minutiflora* apresentaram aumento do número de ramos A1, A2 e A3, número de nós, número de perfilhos na touceira e número de raízes adventícias ao longo do tempo (Figura 1).

A altura das plantas de *S. capitata* foi maior ( $p < 0,05$ ) quando as mesmas cresceram sozinhas e em baixa  $[CO_2]$ , porém quando cresceram em competição com *M. minutiflora* a maior altura foi encontrada nas plantas de *S. capitata* que cresceram sob elevada  $[CO_2]$  (Figura 1). Os indivíduos de *S. capitata* que cresceram sozinhos apresentaram maior ( $p < 0,05$ ) número

de folhas independente da  $[CO_2]$ , porém, quando em competição com *M. minutiflora*, as plantas de *S. capitata* apresentaram maior número de folhas sob elevada  $[CO_2]$  do que em baixa  $[CO_2]$  (Figura 1). Houve aumento da altura do perfilho principal, número de folhas no perfilho principal e número de perfilhos por touceira ao longo do tempo nas plantas de *M. minutiflora*.

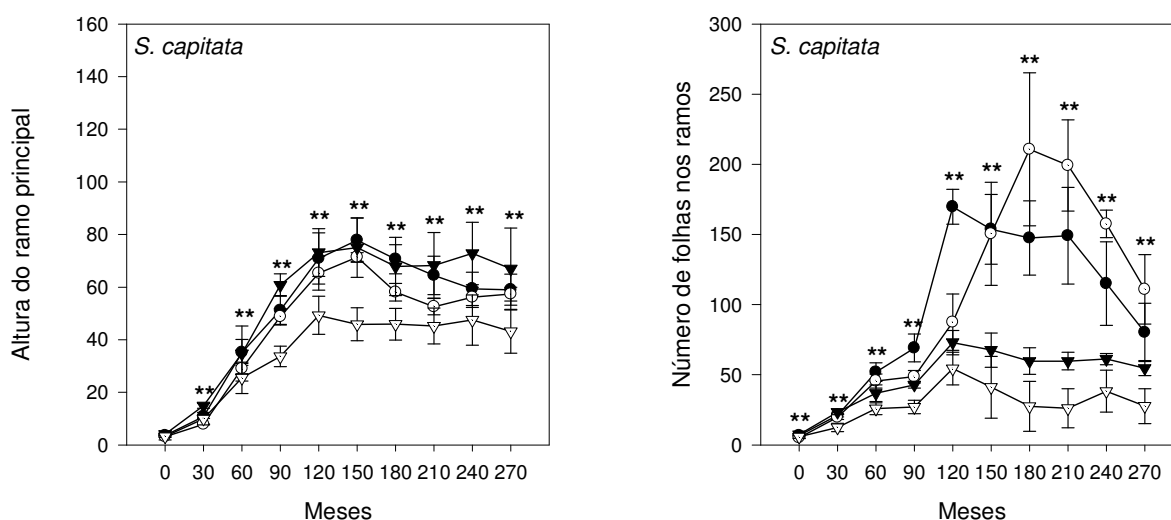


Figura 1. Altura do ramo principal e número de folhas nos ramos das plantas de *S. capitata* crescendo sozinhas em  $[CO_2]$  ambiente ( $\sim 500$  ppm ○) e em elevada  $[CO_2]$  ( $\sim 1000$  ppm ●) e em competição em  $[CO_2]$  ambiente ( $\nabla$ ) e em elevada  $[CO_2]$  ( $\blacktriangledown$ ). \*\* interação dupla.

Os indivíduos de *S. capitata* que cresceram sozinhos e em baixa  $[CO_2]$  apresentaram maior ramificação lateral (ramos A1, A2 e A3), pois, não competem por luz com plantas vizinhas e dessa forma podem aumentar a produção de ramos e folhas. As plantas podem desenvolver ajustamentos devido às condições de luz, como: variação do número de folhas, arquitetura da copa e altura da planta (SANTOS et al., 2012). O maior investimento em altura é uma estratégia dos indivíduos de *S. capitata* para minimizar os efeitos do sombreamento por *M. minutiflora*. O aumento da altura em resposta ao incremento de  $CO_2$  tem sido relatado em estudos com plantas mantidas em elevada  $[CO_2]$ , mostrando que por acumularem mais carbono, as plantas podem alocar esse recurso para o comprimento do caule (AINSWORTH e LONG, 2005).

## CONCLUSÃO

Alterações morfológicas e de crescimento como maior investimento em altura e mudanças no padrão de ramificação indicam que as plantas de *S. capitata* foram eficientes no desenvolvimento de estratégias para competir com *M. minutiflora* e no aproveitamento da maior disponibilidade de  $CO_2$  atmosférico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AINSWORTH, E. A.; LONG, S.P. **What have we learned from 15 years of free-air CO<sub>2</sub> enrichment (FACE)? A meta-analytic review of the responses of photosynthesis, canopy properties and plant production to rising CO<sub>2</sub>.** *New Phytologist*, v. 165, n. 2, p. 351-372, 2005.
- FAGUNDES, J. PAULA, G. M.; LAGO, I.; STRECK, N. A.; BISOGNIN, D. A. **Global warming: effects on growth, development, and yield of potato.** *Ciência Rural*, v.40, p.1-7, 2010.
- HERGERL, G.C.; ZWIERS, F.W.; BRACONNOT, P.; GILLETT, N.P.; LUO Y, MARENGO ORSINI, J.A.; NICHOLLS, N. PENNER, J.E.; STOTT, P.A. **Understanding and Attributing Climate Change.** Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom. 129–234 pp, 2007.
- LONG, S.P. **Environmental responses.** In: Sage RF, Monson RK, eds. *C<sub>4</sub> plant biology*. San Diego, CA, USA: Academic Press, 215–249, 1999.
- MEEHL, G.A *etal.* **The WCRP CMIP3 multi-model dataset: a new era in climate change research.** *Bull Am Meteorol Soc* 88:1383–1394, 2007.
- MELO, N. M. J.; **Respostas ecofisiológicas de plantas ocorrentes no Cerrado frente à elevada concentração de CO<sub>2</sub>.** Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Viçosa – Cmapus Florestal. P. 7-86, 2015.
- MISTRY, J. **World savannas: ecology and human use.** London: Prentice Hall. 344 p., 2000.
- MURPHY, B. P.; LEHMANN, C. E. R.; RUSSELL-Smith, J.; LAWES, J. M. J. **Fire regimes and woody biomass dynamics in Australian savannas.** *Journal of Biogeography* 41: 1365–2699, 2014.
- MYRES, N.; MITTERNEIER, R.A.; MITTERNEIER, C.G.; DA FONSECA, G.A.B; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** *Nature* 403: 853–858, 2000.
- PIVELLO, V.R.; SHIDA, C.N.; MEIRELLES, S.T. **Alien grasses in Brazilian savannas: a threat to the biodiversity.** *Biodiversity & Conservation* 8: 1281-1294, 1999b.
- SANTOS, K.M.; CONSOLARO, H.N.; MORENO, M.I.C.; PRADO, C.H.B.; SOUZA, J.P. **Relationships between crown architecture and available irradiance in two cerrado species with different leaf phenologies.** *Brazilian Journal of Botany*, v. 35, n. 4, p. 339-345, 2012.
- SIQUEIRA, M.F; PETERSON, A.T. **Consequences of global climate change for geographic distributions of Cerrado tree species.** *Biota Neotropica*, 3. 2003.
- STACE, H.M.; CAMERON, D.F. **Cytogenetics and evolution of Stylosanthes.** In: Stace HM, Edey LA (eds) *The biology and agronomy of Stylosanthes*. Academic Press, New York, pp 49 72, 1984.