

# Efeito do Aumento da Concentração do CO<sub>2</sub> na Emergência e no Desenvolvimento de Plântulas de Alface

---

*Élica Santos Rios<sup>1</sup>; Rita de Cássia Barbosa da Silva<sup>2</sup>; Armando Pereira Lopes<sup>2</sup>; Renata Conduru Ribeiro-Reis<sup>3</sup>; Francislene Angelotti<sup>4</sup>; Bárbara França Dantas<sup>4</sup>*

## Resumo

O aumento da concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) atmosférico afeta diretamente os processos fotossintéticos causando alterações na morfologia e na fisiologia das plantas, podendo variar entre as espécies. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a emergência e o desenvolvimento inicial de plântulas desde o início do processo de germinação de sementes de alface americana submetidas a diferentes concentrações de CO<sub>2</sub>. O experimento foi conduzido em câmeras de crescimento com regulação automática de temperatura, fotoperíodo e concentração de CO<sub>2</sub>, no Laboratório de Mudanças Climáticas, da Embrapa Semiárido. O delineamento estatístico utilizado foi inteiramente casualizado com dois tratamentos, quatro repetições, considerando-se como unidade experimental 18 sementes por repetição. Os tratamentos foram constituídos de duas concentrações de CO<sub>2</sub>: T<sub>1</sub> – 360 ppm e T<sub>2</sub> – 550 ppm. As características avaliadas foram: percentagem de emergência, tempo médio de emergência, velocidade média de emergência, coeficiente de uniformidade, comprimento da parte aérea e do sistema radicular, massa fresca da parte aérea e do sistema radicular e massa seca da parte aérea e do sistema radicular. Diante dos resultados obtidos, nota-se que não houve diferença significativa para o teste de emergência, no entanto, com o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> houve um incremento no comprimento da parte aérea e uma diminuição na massa fresca e seca do sistema radicular.

**Palavras-chave:** aquecimento global, mudança climática, vigor.

## Introdução

Nos últimos 250 anos, de acordo ao Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), a concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera aumentou de 290 ppm para 379 ppm, com previsão de chegar a 580 ppm em 2100, sendo considerada o dobro da concentração existente na atmosfera antes da industrialização (INTERGOVERNMENTAL GROUP ON CLIMATE CHANGE, 2007).

---

<sup>1</sup> Estudante de Engenharia Agrônoma, Universidade do Estado da Bahia, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Juazeiro, BA, lk.rios@hotmail.com.

<sup>2</sup> Mestrando (a) em Horticultura irrigada, Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, BA.

<sup>3</sup> Doutoranda, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, BA.

<sup>4</sup> Pesquisadora da Embrapa Semiárido, CP 23, CEP 56.302.970, Petrolina, PE.

O carbono é o principal componente químico dos vegetais, constituindo aproximadamente 45% da matéria seca do vegetal (SALISBURY; ROSS, 1969). A principal fonte de carbono é o CO<sub>2</sub> presente na atmosfera, que é absorvido pelas plantas através dos estômatos, fixado e transformado em açúcar (MORTENSEN, 1987).

O efeito direto dos níveis elevados de CO<sub>2</sub>, com o passar do tempo, pode proporcionar modificações entre as espécies. Essas alterações poderão ocasionar consequência importante na agricultura (FUHRER, 2003). A elevação da concentração de CO<sub>2</sub> pode vir a potencializar a produção das plantas em função da maior atividade fotossintética destas, sendo a primeira resposta do incremento de CO<sub>2</sub> atmosférico e, também, o decréscimo na taxa de fotorrespiração e transpiração (GALON, 2010). No entanto, por consequência da elevação da concentração do CO<sub>2</sub>, há aumento da temperatura, por causa da potencialização do efeito estufa.

Este aumento pode vir a influenciar as taxas fotossintéticas, pois a maioria das plantas reduz a atividade metabólica em altas temperaturas e aumentam a respiração, culminando em redução acentuada das taxas fotossintéticas.

Estudos mostram que várias espécies respondem à elevação da concentração de CO<sub>2</sub> com o aumento na eficiência do uso da água (FIELD et al., 1995; FREDEEN et al., 1997). Estes estudos estão voltados para a avaliação da produtividade das culturas. No entanto, não existem estudos sobre o impacto do aumento de CO<sub>2</sub> na produção de mudas; essa etapa é considerada uma das mais importantes para o sistema produtivo hortícola, uma vez que dela depende o desempenho final das plantas no canteiro de produção.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do aumento do CO<sub>2</sub> na emergência e no desenvolvimento inicial de plântulas de alface.

## Material e Métodos

O trabalho foi realizado na Embrapa Semiárido, localizada no Município de Petrolina, PE, em maio de 2011. Foram utilizadas sementes comerciais de alface da cultivar Americana. As mesmas foram submetidas a testes para determinação do teor de água, em estufa, sob temperatura de 105±3 °C, por 24 horas, conforme recomendação das *Regras para Análise de Sementes* (BRASIL, 1992).

O experimento foi conduzido em duas câmaras de crescimento, com controle de temperatura, umidade, fotoperíodo e concentração de gás carbônico. Na câmara 1, a concentração de CO<sub>2</sub> foi de 360 ppm, simulando as condições atuais do ambiente, e na câmara 2, a concentração foi de 550 ppm, segundo os cenários futuros do IPCC.

As sementes foram semeadas em substrato comercial, com aproximadamente 1 cm de profundidade, em bandejas plásticas, contendo 36 células de 4 x 4 x 4 cm, colocando-se uma única semente por célula. Para cada tratamento foram utilizadas quatro repetições de 18 sementes. As bandejas foram colocadas em recipientes plásticos contendo água, que era absorvida por capilaridade. Quando necessário, borrifava-se água no substrato, para que o mesmo ficasse próximo à capacidade de campo.

A temperatura durante o experimento nas duas câmaras foi de 29 °C/diurno e 23 °C/noturno, e fotoperíodo de 13/11h. Diariamente, realizou-se a contagem do número de plântulas emergidas até a estabilização da emergência das mesmas, considerando-se emergidas (E) as que apresentavam o hipocótilo exposto. Foram determinadas as seguintes características: índice de velocidade de emergência (IVE), tempo médio de emergência (TME), velocidade média de emergência (VME) e coeficiente de uniformidade de emergência (CUG). Após 14 dias da sementeira, avaliou-se comprimento da parte aérea (CPA), comprimento do sistema radicular (CSR), através de uma régua graduada, massa fresca da parte aérea (MFPA) e do sistema radicular (MFSR), massa seca da parte aérea (MFPA) e do sistema radicular (MSSR) obtido após secagem em estufa à 60° C por 72 horas.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições de 18 sementes e os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

## Resultados e Discussão

As sementes de alface apresentaram uma média de 5,89% de teor de água. A emergência ocorreu, de modo geral, a partir do segundo dia após a sementeira, se estabilizando no oitavo dia. Verificou-se que a percentagem de emergência foi de 97,22 % para os tratamentos. No entanto, os dados obtidos evidenciam que não houve diferenças significativas entre as concentrações de CO<sub>2</sub> utilizadas. Foram observados resultados semelhantes para o TMG, VMG, IVE e CUG, demonstrando que o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> não interferiu no processo germinativo das sementes (Tabela 1).

Sabe-se que, por consequência da elevação da concentração de CO<sub>2</sub>, há aumento das temperaturas, por causa do efeito estufa, isso significa que o aumento da concentração do CO<sub>2</sub>, indiretamente, pode interferir no processo germinativo. Segundo Streck (2005), é prevista a elevação da temperatura, com variação de 1 °C a 6 °C até o final deste século.

A temperatura tem grande influência na germinação de sementes de alface. A temperatura ótima está em torno de 20 °C, e a maioria das cultivares não germina em temperaturas superiores a 30 °C (NASCIMENTO; CANTLIFFE, 2002). O melhor desenvolvimento tem sido observado em temperaturas oscilando entre 15 °C e 20 °C (LENANO, 1973; BRUNINI et al., 1976; CÁSSERES, 1980).

Na Tabela 2 são apresentados os valores de crescimento das plântulas e as massas fresca e seca das mesmas. Nota-se que o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> promoveu maior crescimento da parte aérea da plântula, menor massa fresca e seca do sistema radicular, e não diferiu estatisticamente para o CSR, MFPA e MSPA.

**Tabela 1.** Emergência (%), tempo médio de emergência (TMG), velocidade média de emergência (VMG), índice de velocidade de emergência (IVE) e coeficiente de uniformidade de emergência (CUE) de sementes de alface em diferentes concentrações de CO<sub>2</sub>. Petrolina, PE, Embrapa Semiárido, 2011.

---

| Concentrações de CO <sub>2</sub> | E<br>(%plântula) | TME<br>(dias) | VME<br>(plântula.dia <sup>-1</sup> ) | IVE<br>(plântula.dia <sup>-1</sup> ) | CUE    |
|----------------------------------|------------------|---------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------|
| 550 ppm                          | 97,22 a          | 2,41 a        | 0,41 a                               | 7,62 a                               | 1,83 a |
| 360 ppm                          | 97,22 a          | 2,25 a        | 0,44 a                               | 8,00 a                               | 2,47 a |
| CV (%)                           | 4,665            | 5,080         | 5,156                                | 4,829                                | 24,325 |

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Segundo Curtis et al. (1990), a taxa de crescimento das plantas é aumentada em ambientes com alta concentração de CO<sub>2</sub>, por causa do fechamento dos estômatos e maior expansão do sistema radicular, possibilitando a exploração de maior volume de solo. Long et al. (2006) salienta o efeito fertilizante do CO<sub>2</sub>, que ocorre com o aumento da disponibilidade do CO<sub>2</sub>, principalmente em plantas C3, por ser este um nutriente absorvido pela planta assim como a água e os minerais, causando aumento da assimilação de CO<sub>2</sub> e do crescimento vegetal. Ito (1989), ao estudar a produção de alface sobre condições controladas artificialmente e testando quatro níveis de CO<sub>2</sub> atmosférico obteve melhor razão de crescimento e qualidade das cabeças para o nível de 600 ppm. Reinart et al. (1997) observaram incrementos de aproximadamente 24% na produtividade da cultura de tomate cultivada em câmaras de ambiente controlado, com enriquecimento de CO<sub>2</sub> (até 675 ppm).

**Tabela 2.** Comprimento da parte aérea (CPA), comprimento do sistema radicular (CSR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca do sistema radicular (MSSR) de sementes de alface em diferentes concentrações de CO<sub>2</sub>. Petrolina, PE, Embrapa Semiárido, 2011.

| Concentrações de CO <sub>2</sub> | CPA<br>(cm) | CSR<br>(cm) | MFPA<br>(g) | MFSR<br>(g) | MSPA<br>(g) | MSSR<br>(g) |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 550 ppm                          | 2,39 a      | 7,32 a      | 0,38 a      | 0,03 b      | 0,018 a     | 0,0021 b    |
| 360 ppm                          | 1,67 b      | 7,08 a      | 0,37 a      | 0,05 a      | 0,021 a     | 0,0029 a    |
| CV (%)                           | 7,818       | 7,080       | 11,072      | 10,712      | 7,898       | 17,391      |

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

## Conclusões

O aumento da concentração do CO<sub>2</sub> não interferiu no processo de germinação de sementes de alface cv. Americana.

O aumento da concentração atmosférica do CO<sub>2</sub> induz um acréscimo no comprimento da parte aérea de plântulas de alface cv. Americana, mas diminui a massa fresca e seca do sistema radicular.

## Referências

- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365 p
- BRUNINI, O.; LISBÃO, R. S.; BERNARDINI, J. B.; FORNASIER, J. B.; PEDRO JÚNIOR, M. J. Temperaturas básicas para alface, cultivar White Boston, em sistemas de unidades térmicas. **Bragantia**, Campinas, v. 19, n. 35: p. 213-219, 1976.
- CÁSSERES, E. **Producción de hortalizas**. São José, Costa Rica: IICA, 1980. 387 p.

- CURTIS, P. S.; BALDUMAN, L. M.; DRAKE, B. G.; WHIGHAM, D. F. Elevated atmospheric CO<sub>2</sub> effects on belowground processes in C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> stuarine marsh communities. **Ecology**, Tempe. v. 71, n. 5, p. 2001- 2006. 1990.
- FIELD, C. B.; JACKSON, R. B.; MOONEY, H. A. Stomatal responses to increased CO<sub>2</sub>: implications from the plant to the global scale. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 18, p. 1214–1226, 1995.
- FREDEEN, A. L.; RANDERDON, J. T.; HOLBROOK, N. M.; FIELD, C. B. Elevated atmospheric CO<sub>2</sub> increases water availability in a water-limited grassland ecosystem. **Journal of the American Water Resources Association**, Herndon v. 33, p. 1033-1039, 1997.
- FUHRER, J. Agroecosystem responses to combinations of elevated CO<sub>2</sub>, ozone, and global climate change. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 97, p.1-20, 2003.
- GALON, L.; TIRONI, S. P.; ROCHA, A. A.; SOARES, E. R.; CONCENÇO, G.; ALBERTO, C. M. Influência dos fatores abióticos na produtividade da cultura do milho. **Revista Tropica – Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha V. 4, N. 3, p. 19, 2010.
- INTERGOVERNMENTAL GROUP ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2007: the physical science basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 996 p.
- ITO, T. More intensive production of lettuce under artificially controlled conditions. **Acta Horticulturae**, n Leuven, n. 260, p. 381-389, 1989.
- LENANO, F. **Como se cultivam las hortalizas do hojas**. Barcelona: Vecchi, 1973. 228 p.
- LONG, S. P.; AINSWORTH, E. A.; LEAKEY, A. D. B.; NÖSBERGER, J.; ORT, D. R. Food for thought: lower-than-expected crop yield stimulation with rising CO<sub>2</sub> concentrations. **Science**, Washington, v. 312, p. 1918-1921, 2006.
- MORTENSEM, L. M. Review: CO<sub>2</sub> enrichment in grehouses. Crop Response. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 33, n. 1/2. p. 1-25,1987.
- NASCIMENTO, W. M.; CANTLIFFE, D. J. Germinação de sementes de alface sob altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 20, n. 1, p.103- 106, 2002.
- REINERT, R. A.; EASON, G.; BARTON, J. Growth and fruiting of tomato as influenced by elevated carbon dioxide and ozone. **New Phytologist**, Oxford, v. 137, n. 3, p. 411-420, 1997.
- SALISBURY, F. B.; ROSS, C. **Plant physiology**. Wadsworth: Belmont, 1969. 194 p.
- STRECK, N. A. Climate change and agroecosystems: the effect of elevated atmospheric CO<sub>2</sub> and temperature on crop growth development and yield. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 734-744, 2005.