



# III CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS COINTER - PDVAGRO 2018

## PRODUÇÃO DA CEBOLA SOB DIFERENTES DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NO SOLO E CONCENTRAÇÕES DE CO<sub>2</sub> NA ATMOSFERA

## PRODUCTION OF ONION ON DIFFERENT WATER AVAILABILITIES IN SOIL AND CO<sub>2</sub> CONCENTRATIONS IN THE ATMOSPHERE

Apresentação: Comunicação Oral

Welson Lima Simões<sup>1</sup>, Francislene Angelotti<sup>2</sup>, Marcelo Calgaro<sup>3</sup>, Emerson Wilberto Silva Leite<sup>4</sup> e Rodrigo Moura e Silva<sup>5</sup>

### Resumo

Diante das alterações climáticas dos últimos anos, é crescente o interesse sobre os impactos ambientais causados pela quantidade excessiva de Gases de Efeito Estufa (GEE) e pela redução dos recursos hídricos. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da disponibilidade de água no solo e das concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico na produção de cebola (*Allium Cepa*). O experimento foi realizado em câmaras de crescimento do tipo Fitotrón, com controle de temperatura, umidade relativa, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e luz, na Embrapa Semiárido, localizada na cidade de Petrolina-PE. O delineamento experimental foi em blocos casualizados dispostos em arranjo fatorial de 4 x 2, sendo quatro disponibilidades de água no solo (40; 60; 80; e 100%) e duas concentrações de CO<sub>2</sub> atmosféricos (770 e 390 ppm), com quatro repetições. Para manejo da irrigação, foram instalados lisímetros de pesagem em todas as parcelas experimentais (vasos de 3,5 L). No final do ciclo foram avaliados o peso e o diâmetro do bulbo e da parte aérea da cebola. Observou-se uma interação entre a concentração de CO<sub>2</sub> e a disponibilidade de água no solo para as variáveis peso e diâmetro do bulbo, sendo a melhor eficiência para seu cultivo a concentração de 770 ppm de CO<sub>2</sub> com uma disponibilidade de água no solo de 80%.

**Palavras-Chave:** Concentrações de CO<sub>2</sub>, disponibilidade hídrica, *Allium Cepa*.

### Abstract

In the last years, there is a crescent interest in what refers to the environmental impacts caused by the excessive amount of Gasses of Greenhouse effect (GEE). Those alterations in the climate affect all of the global systems. The objective of this present paper was to evaluate the effect of the water availability together with the concentrations of CO<sub>2</sub> for the current reality and for a future estimate in the onion *Allium Cepa* growth. The experiment was accomplished in growth chambers of Fitotrón, with temperature control, humidity, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and light, in

Doutor em engenharia agrícola, EMBRAPA Semiárido, [welson.simoes@embrapa.br](mailto:welson.simoes@embrapa.br)

<sup>2</sup> Doutora em engenharia em Agronomia, EMBRAPA Semiárido, [francislene.angelotti@embrapa.br](mailto:francislene.angelotti@embrapa.br)

<sup>3</sup> Doutor em engenharia agrícola, EMBRAPA Semiárido, [marcelo.calgaro@embrapa.br](mailto:marcelo.calgaro@embrapa.br)

<sup>4</sup> Mestrando em engenharia agrícola, UNIVASF, [engemersonwilberto@gmail.com](mailto:engemersonwilberto@gmail.com)

<sup>5</sup> Bolsista FACEPE, EMBRAPA Semiárido, [rodrigo.moura.silva@hotmail.com](mailto:rodrigo.moura.silva@hotmail.com)

Embrapa Semiárido, located in the city of Petrolina-PE. The trial design used randomized blocks disposed in factorial arrangement 4x2, considering four different water availability (40%, 60%, 80% and 100%) and two concentrations of CO<sub>2</sub> (770 ppm and 390 ppm). The fertilization was done according to the results of chemical analysis of the soil and the culture need. For irrigation management were used weight lysimeters on every vase of one block, to avoid salt accumulation were added a leaching sheet of 15% more than the volume registered. After harvesting were measured the bulb weight, aerial part weight and bulb diameter. The onion shows a relation between CO<sub>2</sub> concentration and water availability for weight and diameter of the bulb of *Allium Cepa*. Being found that the better efficiency it's on the concentration of 770 ppm, of CO<sub>2</sub> and water availability next to 80% of the evapotranspiration of the culture.

**Keywords:** CO<sub>2</sub> concentrations, water availability, *Allium Cepa*.

## **Introdução**

As alterações climáticas ocasionadas pela quantidade excessiva de Gases de Efeito Estufa (GEE) presentes na atmosfera, tem gerando cenários futuros preocupantes. Essas alterações no clima podem afetar todos os sistemas globais, sejam eles: físicos, biológicos, naturais ou humanos, causando inúmeras consequências ambientais, sociais e econômicas (IPCC, 2007; IPCC, 2014).

As concentrações atuais de CO<sub>2</sub> na atmosfera encontram-se em torno de 400 ppm (partes por milhão), com previsão de que até o ano de 2100 essa concentração atinja a marca de 650 ppm.

Pesquisas têm demonstrado que as alterações no sistema climático proporcionarão consequências catastróficas para a produção agrícola brasileira. De acordo com o Painel Intragovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) haverá uma perda da produtividade de alguns cultivos agrícolas causando grandes prejuízos econômicos (IPCC, 2014).

Estudo realizado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) em 2008 relata alguns impactos diretos na produção agrícola devido a essas mudanças no clima, sendo eles: aumento do custo de produção agrícola, com elevação do custo dos alimentos para as famílias; desaparecimento ou poucas condições para cultivo e sobrevivência de culturas de grande importância econômica nacional, resultando em alteração no mapa geográfico da produção agrícola do país.

A região do Vale do São Francisco destaca-se como sendo uma das grandes produtoras da cultura da cebola no país, ocupando o terceiro lugar em importância econômica para o Brasil (BANDEIRA et al, 2013; COSTA et al 2016). Desta forma, Costa, et. al. 2002 afirma que as alterações das condições climáticas afetam diretamente

a cultura da cebola, gerando prejuízos para o produtor, com perda da produtividade, emissões precoces do pendão floral e a redução dos bulbos gerando um produto de baixo valor comercial, aceleração ou retardamento da maturação. Já Carvalho et al (2000), atribui esse aumento na temperatura pode afetar drasticamente as sementes da cebola, gerando alterações na velocidade de absorção da água do solo e das reações bioquímicas, consequentemente na germinação total das sementes.

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da disponibilidade hídrica no solo e das concentrações de CO<sub>2</sub> atmosférico na produção de cebola (*Allium Cepa*).

### **Fundamentação Teórica**

Nas últimas décadas tem se observado aumento significativo dos Gases de Efeito Estufa, o metano (CH<sub>4</sub>) teve elevação de 150%, óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) de 20% e o principal gás de efeito estufa, o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), atingiu 40%. No entanto, as concentrações atuais de CO<sub>2</sub> na atmosfera encontram-se em torno de 400 ppm (partes por milhão), com previsão de que até o ano de 2100 essa concentração atinja a marca de 650 ppm. É uma das consequências das elevadas concentrações de GEE é o aquecimento global. Uma vez que, essas elevadas emissões dos gases de efeito estufa geram projeções futuras alarmantes de aumento de temperatura, com uma elevação entre 2°C a 4,8°C, até o ano de 2100 (IPCC, 2014).

Tendo em vista que, os seres fotoautotróficos utilizam a energia luminosa para produzir compostos orgânicos (glicose), sendo que a fonte carbono e a fonte de elétrons/hidrogênio são, respectivamente, o dióxido de carbono e a água (MOREIRA, 2013). Como pode ser observada na equação química da fotossíntese:



A fotossíntese poderá ser dividida em duas fases: fase fotoquímica onde depende diretamente da luz e outra que não depende conhecida como fase química. Primeiramente na fase fotoquímica é produzido o ATP e um transportador de elétrons reduzido (NADPH + H<sup>+</sup>), já na segunda fase é utilizado o ATP, NADPH + H<sup>+</sup> e CO<sub>2</sub> na produção da glicose. Nota-se a relevância do CO<sub>2</sub> na fase química, onde, os produtos da fotofosforilação não cíclica – NADPH e ATP – e o CO<sub>2</sub> são usados para produzir açúcar, no denominado ciclo de Calvin-Benson (MOREIRA, 2013).

A água está intimamente envolvida no funcionamento das células e tecidos vegetais, mais especificamente, nos processos fisiológicos da planta, como a

fotossíntese e a hidrólise do amido em açúcar, sendo um fator essencial para a produção agrícola. (SILVA et al., 2016; TAIZ & ZEIGER, 2017)

Assim, a disponibilidade hídrica é fundamental para a manutenção da célula, inibindo diversos processos bioquímicos e fisiológicos, como a fotossíntese, respiração, divisão celular, síntese de proteínas, acúmulo de solutos, absorção de íons, redução do potencial hídrico das folhas, fechamento estomático e conseqüente diminuição das trocas gasosas, resultando em menores taxas de crescimento e produtividade (RODRIGUES et al., 2018; NEMESKÉRI et al. 2015; TAIZ & ZEIGER, 2017).

Uma menor disponibilidade de água acarreta a diminuição da absorção de nutrientes e água pela raiz, ocasionando um baixo crescimento radicular, assim como, a diminuição no transporte de solutos para a parte aérea (NEMESKÉRI et al. 2015; TAIZ & ZEIGER, 2017).

## **Metodologia**

O experimento foi conduzido em câmaras de crescimento do tipo Fitotrón, com controle de temperatura, umidade, dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e luz, na Embrapa Semiárido, localizada na cidade de Petrolina-PE. O delineamento experimental foi em blocos casualizados dispostos em arranjo fatorial 4 X 2, considerando-se quatro níveis de disponibilidades de água no solo (40; 60; 80; e 100%) e duas concentrações de CO<sub>2</sub> atmosféricos (770 e 390 ppm). As sementes da cultivar IPA 11 foram semeadas em vasos com capacidade de 3,5 L e mantidas em duas câmaras de crescimento usando-se as duas concentrações de CO<sub>2</sub> separadamente.

Para manejo da irrigação, foram instalados lisímetros de pesagem em todos os vasos de um bloco. Os lisímetros foram equipados com células de carga (modelo TSD, AEPH, capacidade de 50 kg) instaladas sob uma base metálica com dispositivo de coleta do excesso de água drenado. As células de carga foram conectadas a dois multiplexadores (AM16/32B) ligados a um datalogger (CR1000), o qual realizava leitura a cada 15 segundos, registrando-as a cada 10 minutos. Todos os lisímetros foram calibrados de forma a obter uma curva de leituras de sinal (mV) desde o ponto de murcha permanente até a capacidade de campo do solo.

O solo utilizado foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2013) e a adubação foi realizada conforme os resultados da sua análise química e das recomendações de Mendes et al. (2008), para a cultura da cebola.

As irrigações foram realizadas a cada dois dias com o auxílio dos dados gerados pelos lisímetros de pesagem, no qual repôs-se o volume de água evapotranspirada pela cultura e manteve-se a disponibilidade de água no solo referente a cada tratamento.

Para a avaliação na produção da cebola, as plantas foram mantidas dentro das câmaras de crescimento até atingirem o ponto ideal para a colheita (125 dias), que foi determinado pelo tombamento das plantas. Depois de colhidas, as plantas foram submetidas ao processo de cura, onde ficaram expostas a luminosidade por um prazo de três dias, para a diminuição da umidade nas camadas externas dos bulbos e raízes.

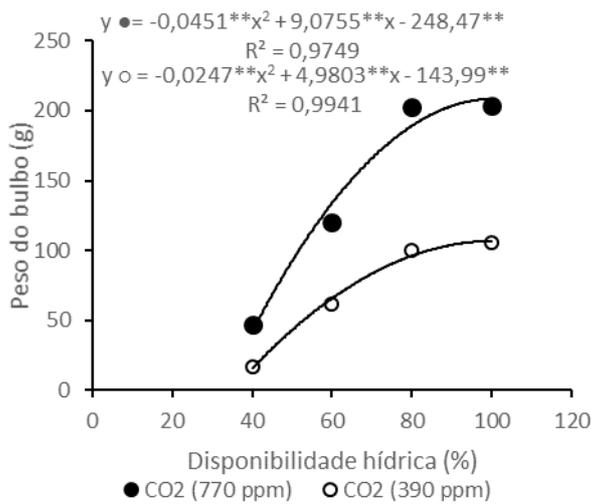
Com o auxílio de um paquímetro foram medidos o diâmetro longitudinal e transversal dos bulbos e após a medição foi realizado a pesagem dos mesmos, para a obtenção da produção.

Os resultados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste T ( $p < 0,05$ ), sendo utilizada uma análise de regressão na presença de efeito significativo para as lâminas e interações, através do software SISVAR, na sua versão 5.3.

## **Resultados e Discussão**

Verifica-se na figura 1, que o ponto de máximo para a variável peso do bulbo ao nível de 770 ppm de CO<sub>2</sub>, ocorre quando é tem-se 100 % da disponibilidade de água no solo, correspondendo a um peso médio do bulbo é 208,1 g. Já para os níveis de CO<sub>2</sub> de 390 ppm, é encontrado que a disponibilização hídrica de 100% resulta em um peso médio de apenas 107,06 g.

Observa-se na tabela 1, diferença significativa entre os tratamentos de CO<sub>2</sub> para todas as lâminas disponibilizadas, em que, com o nível de CO<sub>2</sub> de 770 ppm os valores peso médio do bulbo foi superior aos demais.



**Tabela 1: Dados de peso médio do bulbo da cebola *Allium Cepa* cultivada sob diferentes disponibilidades (Disp) hídricas e níveis de CO<sub>2</sub>.**

Disp. hídrica	Níveis de CO <sub>2</sub>	
	770 ppm	390 ppm
40	47,08 a	16,89 b
60	119,95 a	62,16 b
80	203,05 a	99,88 b
100	203,83 a	105,60 b

\* Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

**Figura 1: Dados de peso médio do bulbo da cebola *Allium Cepa* cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade da água no solo e concentrações de CO<sub>2</sub> (\*\*, P<0,01).**

Quanto a variável parte aérea, os resultados encontrados mostraram que não houve relação entre os tratamentos disponibilidade hídrica e concentração de CO<sub>2</sub>. Mas observou-se que o aumento da disponibilidade hídrica resulta num aumento no peso da parte aérea sendo o menor valor 9,15 g e o maior 26,72 g encontrados, respectivamente, nas disponibilidades hídricas de 40 e 100%.

Ao avaliar a variável peso da parte aérea com relação a concentração de CO<sub>2</sub>, observou-se uma diferença significativa a 5% de probabilidade, variando de 16,87 g para a concentração de 770 ppm de CO<sub>2</sub>, para 21,69 g na concentração de 390 ppm de CO<sub>2</sub> (Figura 3).

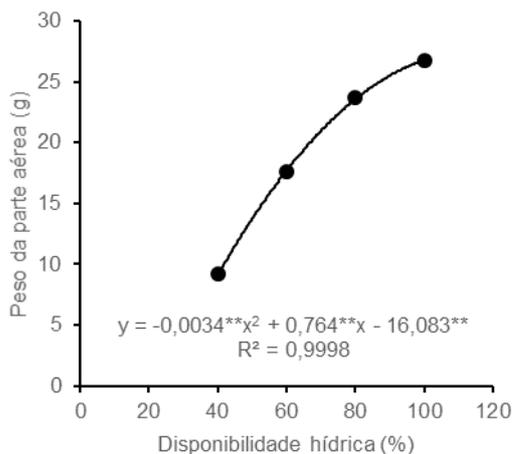


Figura 2: Dados de peso médio da parte aérea da cebola *Allium Cepa* cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade da água no solo (\*\*, P<0,01).

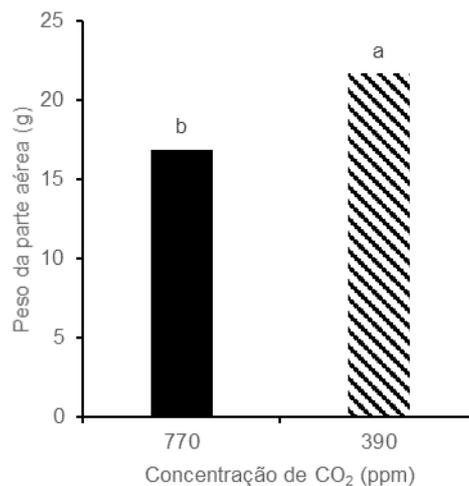


Figura 3: Dados de peso médio da parte aérea da cebola *Allium Cepa* cultivada sob diferentes disponibilidades de água no solo e níveis de CO<sub>2</sub>. \* Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Na figura 4 é possível verificar a relação existente entre a concentração de CO<sub>2</sub> e a disponibilidade hídrica para a variável diâmetro do bulbo. Os menores valores foram encontrados para a lâmina de 40 % da ETc com 45,94 mm e 29,21 mm para as concentrações de CO<sub>2</sub> com 770 ppm e 390 ppm, respectivamente.

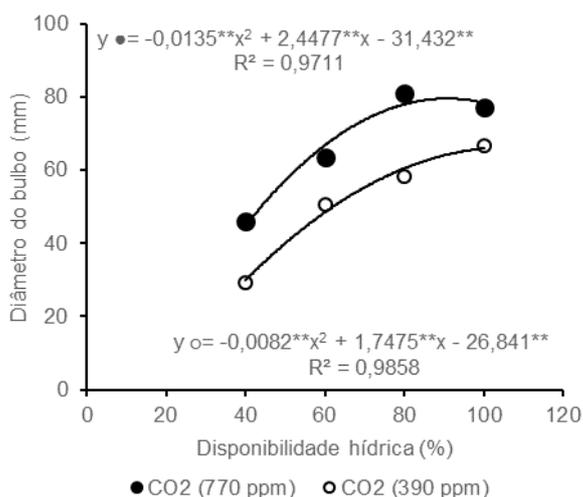
Além disso, verifica-se uma diferença significativa da concentração de CO<sub>2</sub> com 770 ppm, apresentando os melhores resultados da cultura da cebola, quando comparada com a concentração de CO<sub>2</sub> com 390 ppm (Tabela 2).

Verifica-se na figura 4 que para a concentração de 770 ppm de CO<sub>2</sub> é possível observar que a cebola atinge seu máximo potencial com uma disponibilidade hídrica em 79,52 % e um diâmetro podendo atingir 99,66 mm, enquanto sob os níveis de concentração CO<sub>2</sub> de 390 ppm o máximo que poderá atingir seria de 66,26 mm e com uma disponibilidade hídrica de 106,55 %.

Nas figuras 1 e 4, observa-se que para o peso e diâmetro do bulbo da cebola houve interação ao nível de 5% entre as concentrações de CO<sub>2</sub> e disponibilidade de água no solo, sendo possível verificar comportamentos semelhantes para as duas variáveis com relação aos dois níveis de CO<sub>2</sub> testados.

Observando de forma mais aprofundada as figuras 1 e 4, nota-se que a média encontrada para peso e diâmetro do bulbo, na concentração de 770 ppm de CO<sub>2</sub> para as disponibilidades hídricas de 80% e 100% apresentam valores de aproximadamente

203,05 e 203,83 para peso do bulbo e 81,19 e 77,38 para diâmetro do bulbo, respectivamente. Conseqüentemente pode-se afirmar que a disponibilidade hídrica de 80% aliada a uma maior concentração de CO<sub>2</sub> (770 ppm) resulta numa maior eficiência, em função de utilizar 20% a menos de água e apresentar um peso do bulbo equiparado com o de 100% de disponibilidade hídrica.



**Tabela 2: Dados de diâmetro do bulbo da cebola *Allium Cepa* cultivada sob quatro diferentes disponibilidades hídricas e dois níveis de CO<sub>2</sub>.**

Disp. hídrica	CO <sub>2</sub> (770 ppm)	CO <sub>2</sub> (390 ppm)
40	45,94 a	29,21 b
60	63,71 a	50,74 b
80	81,19 a	58,30 b
100	77,38 a	66,72 b

\* Letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

**Figura 4: Dados de diâmetro do bulbo da cebola *Allium Cepa* cultivada sob diferentes níveis de disponibilidade da água no solo e de CO<sub>2</sub> na atmosfera (\*\*, P<0,01).**

A elevação da concentração de CO<sub>2</sub> influenciou no tamanho e peso dos bulbos (Tabela 1), resultado semelhante foi encontrado em estudo realizado por Daymond et al., (2015), afirmando que o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> afetou tanto o desenvolvimento como o crescimento das duas cultivares de cebola analisadas. Daymond et al., (2015) em trabalho realizado com cebola, observaram que houve efeito da elevada concentração de CO<sub>2</sub> no rendimento da cultura, sendo este comportamento verificado na relação peso/diâmetro do bulbo, resultando em bulbos com diâmetros maiores.

À medida que houve aumento da disponibilidade hídrica no solo aumentou-se o peso do bulbo (Figura 1), porém no trabalho realizado por Olalla et al., (2004), onde as diferenças em milímetros dos bulbos entre os diferentes tratamentos de disponibilidade hídrica, não se mostraram significativas. Ainda de acordo com Olalla et al., (2004), os tratamentos com maior oferta de água no solo foram os que demonstraram menos eficiência. Contudo, comportamento contrário foi observado no presente estudo, levando em consideração que os tratamentos com maiores disponibilidades de água

foram os tratamentos apresentaram os melhores resultados da cultura da cebola, corroborando com Morgan et al. (2004), que atribuiu o aumento de CO<sub>2</sub> acarretando na diminuição da condutância foliar para vapor de água, resultando numa alteração na dinâmica da evapotranspiração sazonal e no aumento periódico do conteúdo de água no solo para maioria dos casos.

Rosenthal et al. (2012) em estudos com mandioca, afirmaram que houve aumento da área foliar de acordo com a elevação da concentração de CO<sub>2</sub>. Já Cruz et al. (2018) observaram que as altas taxas de CO<sub>2</sub> não diferiram na área foliar das plantas. Morgan et al. (2004) verificou uma alta variabilidade para a parte aérea das pastagens em função dos diferentes ecossistemas sob uma maior concentração de CO<sub>2</sub>. Os resultados no presente trabalho foram contrários, onde houve uma redução do peso da parte aérea para a concentração de CO<sub>2</sub> de 770 ppm quando comparado com a concentração de CO<sub>2</sub> de 390 ppm (Tabela 2), sendo inverso ao observado para o diâmetro e peso médio do bulbo. Quanto aos diâmetros dos bulbos, pode-se observar que houve aumento de acordo com a elevação da disponibilidade hídrica no solo (Figura 3), sendo que estes resultados corroboram com os encontrados por Olalla et al., (2004), em que ocorreu aumento significativo no tamanho do bulbo à medida que a dose de água aumentou nos estádios de crescimento e amadurecimento. Quanto ao efeito positivo ao aumento do CO<sub>2</sub>, o que pode ser visto como resultado das respostas fisiológicas da planta ao aumento da concentração de CO<sub>2</sub>, para Barton et al., (2012); Bishop et al., (2014) o aumento na pressão atmosférica (CO<sub>2</sub>) tem dois efeitos fisiológicos importantes nas plantas C3: (i) estimula a assimetria líquida de CO<sub>2</sub> ( $A$ ), o que consequentemente pode levar a um aumento da produtividade, e (ii) diminui a condutância estomática.

### **Conclusões**

Existe relação entre a concentração de CO<sub>2</sub> e a disponibilidade hídrica para as variáveis peso e diâmetro do bulbo da cebola *Allium Cepa*. Sendo constatado que a melhor eficiência é encontrada para a concentração de 770 ppm de CO<sub>2</sub> e uma disponibilidade hídrica próxima a 80% da evapotranspiração da cultura. Quanto ao peso da parte aérea nota-se uma redução para a concentração de 770 ppm de CO<sub>2</sub> ao comparar com a concentração de 390 ppm de CO<sub>2</sub>.

### **Referências Bibliográficas**

DAYMOND, A. J.; WHEELER, T. R.; HADLEY, P.; ELLIS, R. H.; MORISON, J. I. L. The growth, development and yield of onion (*Allium cepa* L.) in response to temperature and CO<sub>2</sub>, **Journal of Horticultural Science**, 72:1, 135-145, DOI: 10.1080/14620316.1997.11515500, 1997.

COSTA, E. L.; MAROUELLI, W. A.; CAMBOIM NETO, L. F.; SILVA, W. L. C. **Irrigação da cebola. Informe Agropecuário**, v.23, p.57-66, 2002.

BANDEIRA G. R. L.; QUEIROZ S. O. P. DE; ARAGÃO C. A.; COSTA N. D.; SANTOS, C. A. F. Crop Performance Of Onion Cultivars Under Different Irrigation Managements In The Lower São Francisco Basin, **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 73-84, janeiro-março, 2013

BARTON, C. V. M.; DUURSMA, R. A.; MEDLYN, B. E.; ELLSWORT, D.; EAMUS, D.; TISSUE, D. T.; ADAMS, M. A.; CONROY, J. P.; CROUS, K. Y.; LIBERLOO, M. Effects of elevated atmospheric [CO<sub>2</sub>] on instantaneous transpiration efficiency at leaf and canopy scales. **Eucalyptus Saligna Glob Change Biol.** 18(2):585–595, 2012.

BISHOP, K. A.; LEAKEY, A. D.; AINSWORTH, E. A. How seasonal temperature or water inputs affect the relative response of C3 crops to elevated [CO<sub>2</sub>]: a global analysis of open top chamber and free air CO<sub>2</sub> enrichment studies. **Food and Energy Secur.** 3(1):33–45, 2014.

CARVALHO. N. M.; NAKAGAWA. J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção. Jaboticabal**, FUNEP, 4:588, 2000.

EMBRAPA. **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil.** São Paulo, 2008. Disponível em: <[www.embrapa.br/publicacoes/tecnico/aquecimentoglobal.pdf](http://www.embrapa.br/publicacoes/tecnico/aquecimentoglobal.pdf)>. Acesso em: 2017.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

MARTIN DE SANTA OLALLA, F.; DOMINGUEZ-PADILLA AND R. LOPEZ, A., Production and quality of the onion crop (*Allium cepa* L.) cultivated under controlled deficit irrigation conditions in a semi-arid climate, **Agricultural Water Management**, 68, (1), 77-89, 2004.

ROSENTHAL, D. M.; SLATTERY, R. A.; MILLER, R. E.; GRENNAN, A. K.; CAVAGNARO, T. R.; FAUQUET, C. M.; GLEADOW, R. M.; ORT, D. R. Cassava about-FACE: Greater than expected yield stimulation of cassava (*Manihot esculenta*) by future CO<sub>2</sub> levels. **Global Change Biology**, v.18, p.2661-2675, 2012.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate change 2007: the physical science basis summary for policymakers.** [S.l.], 2007a.

Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate change 2014**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

CRUZ, J. L.; LECAIN, D. R.; ALVES, A. A. C.; FILHO, M. A. C.; COELHO, E. F. Elevated CO<sub>2</sub> reduces whole transpiration and substantially improves root production of cassava grown under water deficit, **Archives of Agronomy and Soil Science**, DOI: 10.1080/03650340.2018.1446523, 2018.

Mendes, M.A.S., Faria, C.M.B., Silva, D.J., Resende, G.M., Oliveira Neto, M.B., & Silva, M.S.L. (2008). **Nutrição mineral e adubação da cultura da cebola no Submédio do Vale do São Francisco**. Petrolina: Embrapa Semiárido. 10p. (Circular Técnica 86). Disponível:

[https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/161505\\_\\_\\_/1/CTE86.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/161505___/1/CTE86.pdf) >.

Acessado em: 20 de junho de 2017.

MORGAN, J. A.; PATAKI, D. E.; KÖRNER, C.; CLARK, H.; DEL GROSSO, S. J.; GRÜNZWEIG, J. M.; NIPPERT, J. B. Water relations in grassland and desert ecosystems exposed to elevated atmospheric CO<sub>2</sub>. **Oecologia**. 140(1):1–25, 2004.

Moreira, C. Fotossíntese. **Revista de Ciência Elementar**, 1(01):0003, 2013.

SWCS (Soil and Water Conservation Society). **Conservation implications of climate change: soil erosion and runoff from cropland**. A report from the soil and Water Conservation Society. Soil and Water Conservation Society, Ankeny, Iowa, 2003.

WHEELER, T. R.; ELLIS, R. H.; HADLEY, P.; MORISON, J. I. L. Effects of CO<sub>2</sub>, temperature and their interaction on the growth, development and yield of cauliflower (*Brassica oleracea* L. botrytis). **Scientia Horticulturae**, 60, 181-97, 1995.