

Crescimento inicial de plântulas de melancia submetidas ao aumento da temperatura e concentrações de CO₂

Rita de Cássia Barbosa da Silva¹; Armando Pereira Lopes¹; Kilma Kelly de Almeida Silva¹; Tainara Cristine Ferreira dos Santos Silva¹; Carlos Alberto Aragão¹; Bárbara França Dantas²; Francislene Angelotti²

¹Universidade do Estado da Bahia, UNEB, Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, DTCS III, Av. Edgard Chastinet, s/n; São Geraldo, CEP 48.900-000. Juazeiro, BA, Brasil. Emails: cassinhauneb@yahoo.com.br, armando.lopes10@gmail.com, kilmapocarrontas@hotmail.com, tainaracristine@yahoo.com.br, carlosaragao@hotmail.com

²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Semiárido, Caixa Postal 23, CEP 56.302-970, Petrolina, PE, Brasil. E-mails, barbara@cpatsa.embrapa.br, fran.angelotti@cpatsa.embrapa.br

Resumo: O aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera poderá causar impactos sobre o desenvolvimento vegetal. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do aumento da temperatura e da concentração de CO₂ na emergência, desenvolvimento inicial de plântulas e produção de mudas de melancia. O experimento foi desenvolvido em câmaras de crescimento com controle de umidade, luminosidade, temperatura e concentração de CO₂. Foram utilizadas três cultivares de melancia semeadas em bandejas de polietileno com 36 células, contendo substrato comercial. As bandejas permaneceram nas câmaras de crescimento por 14 dias, período em que as mudas de melancia estão aptas ao transplante. O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x3, o que corresponde a duas concentrações de CO₂ (360 e 550 ppm) e três temperaturas intercaladas com fotoperíodo de 12 horas (26, 29 e 32 °C dia; 20, 23 e 26 °C noite) para todas as cultivares (Charleston Gray, Fairfax e Crimson Sweet), avaliadas separadamente. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O aumento das concentrações de CO₂ e temperatura favoreceram o crescimento e acúmulo de fotoassimilados, beneficiando a produção de mudas de melancia das cultivares estudadas.

Palavras chave: *Citrullus lanatus*, gás carbônico, desenvolvimento vegetal.

Initial growth of watermelon seedlings under increased temperature and CO₂ concentration

Abstract: The increased concentration of carbon dioxide in the atmosphere may cause impacts on plant development. The objective of this study was to evaluate the effect of increased temperature and CO₂ concentration in the emergence and initial development of seedlings of watermelon. The experiment was conducted in a growth chamber with controlled relative humidity, light, temperature and CO₂ concentration. Three varieties of watermelon were grown in polyethylene trays with 36 cells containing commercial substrate. These trays were kept in growth chambers for 14 days to produce seedlings ready to be transplanted. The experimental design was completely randomized in a 2x3 factorial, which corresponded to two CO₂ concentrations (360 and 550 ppm) and three temperatures interspersed with 12 hours photoperiod (26, 29 and 32 °C day, 20, 23 and 26 °C night) for all watermelon cultivars (Charleston Gray, Crimson Sweet and Fairfax) evaluated separately. The data were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability. Increasing concentrations of CO₂ and temperature favored the growth and accumulation of assimilates, benefiting the production of seedlings of watermelon cultivars.

Key words: *Citrullus lanatus*, carbon dioxide, plant development.

Introdução

A melancia é originária do continente africano, e no Brasil, encontrou excelentes condições para o seu desenvolvimento tornando-se uma das mais importantes olerícolas produzidas e consumidas no país (CASTELLANE e CORTEZ, 1995). As principais regiões produtoras de melancia no país são o Nordeste e o Sul, contribuindo, respectivamente com 34,15 e 24,63% do total nacional; no nordeste a Bahia se destaca como maior produtora da cultura com cerca de 50% da produção da região (IBGE, 2013).

Conforme o IPCC (2007) a concentração de dióxido de carbono tem aumentado desde a Revolução Industrial. No período pré-industrial, a concentração de CO₂ na atmosfera era de aproximadamente 280 ppm aumentando para 379 ppm, em 2005. Cenários climáticos sinalizam que a concentração deste gás poderá chegar a 580 ppm em 2100. No âmbito brasileiro, as projeções climáticas apontam que o Semiárido será a região mais afetada pelas mudanças climáticas (BRASIL, 2014).

Com o aumento da concentração de CO₂ atmosférico, uma das principais causas é o aumento da temperatura média do planeta (BATTIST e NAYLOR, 2009), entre 1,8 e 6,4 °C nos próximos 100 anos (IPCC, 2007). O CO₂ além de atuar como gás de efeito estufa aumentando a temperatura terrestre, pode causar impactos diretos e indiretos nos agroecossistemas e em particular no crescimento e desenvolvimento das plantas. Assim, nos últimos anos, tem se observado uma frequente preocupação com a resposta de culturas agrícolas a possíveis aumentos na temperatura e concentração de CO₂ (OLIVEIRA, 2007).

Em plantas, o aumento da concentração de CO₂ atmosférico causa aumento da taxa de crescimento, pois o CO₂ é o substrato primário para fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2004). Plantas com metabolismo C₃, como a melancia, são mais beneficiadas pelo aumento da concentração de CO₂ atmosférico do que plantas com metabolismo C₄ (TUBIELLO et al., 2000; SIQUEIRA et al., 2001; STRECK, 2005).

No entanto, se o aumento da concentração de CO₂ for acompanhado de aumento da temperatura poderá não haver aumento no

crescimento e produtividade das culturas devido ao encurtamento do ciclo (SIQUEIRA et al., 2001), aumento da respiração e desnaturação de enzimas (TAIZ e ZEIGER, 2004). Portanto, em estudos de impactos das mudanças climáticas deve-se dar especial atenção ao efeito do aumento da concentração de CO₂ associado ao aumento de temperatura a fim de caracterizar mudanças no ciclo das culturas em diferentes cenários climáticos.

A maioria dos estudos sobre aquecimento global e sua influência na agricultura são realizados em plantas adultas, sendo escassos os estudos nas fases de germinação, crescimento inicial e produção de mudas, tendo em vista que, os agricultores familiares realizam a semeadura direta, estando suas atividades produtivas intimamente relacionadas às oscilações do clima (MORTON, 2007). Dentre as culturas agrícolas potencialmente afetadas pelas mudanças no clima encontra-se a melancia que apresenta grande importância socioeconômica. Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito do aumento da temperatura e da concentração de CO₂ na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas e, conseqüentemente na produção de mudas de melancia, simulando condições de mudanças climáticas globais.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido em câmaras de crescimento tipo Fitotron na Embrapa Semiárido, localizada no município de Petrolina-PE, utilizando-se as cultivares de melancia Charleston Gray, Fairfax e Crimson Sweet no período de fevereiro a setembro de 2011.

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x3, sendo os fatores duas concentrações de CO₂ (360 e 550 ppm) e três condições de temperaturas intercaladas (26-20, 29-23 e 32-26 °C), para fotoperíodo de 12 horas (dia-noite), avaliados separadamente para cada cultivar, devido as características diferenciadas de cada uma delas.

O experimento foi dividido em três etapas

diferentes, de modo que as duas câmaras tiveram temperaturas diurnas e noturnas ajustadas conforme especificado acima. Em todas as etapas do experimento, a condição ambiental instalada nas câmaras de crescimento foi de umidade relativa (UR) do ar diurna de 50% e noturna de 70%, fotoperíodo de 12h, 360 ppm de CO₂ na câmara C1 e 550 ppm de CO₂ na câmara C2.

As sementes das três cultivares de melancia foram semeadas em bandejas, com 36 células, contendo substrato comercial Tropstrato HA Hortaliças[®]. As bandejas de polietileno foram alocadas em recipientes plásticos contendo água para que a mesma ascendesse por capilaridade e como complemento borrifou-se água no substrato quando este se apresentava abaixo da capacidade de campo. Utilizou-se quatro repetições de 18 sementes para cada cultivar, totalizando 72 plântulas para cada unidade amostral.

Emergência e cinética: as contagens das sementes emergidas foram efetuadas diariamente, no mesmo horário, por 14 dias, procedendo-se o reumedecimento diário do substrato colocando-se um litro de água em todas as bandejas. Após esse período, foi calculada a porcentagem de emergência (E%) aos cinco e 14 dias após a semeadura, considerando-se apenas as plântulas normais (BRASIL, 1992). Além desta, foram calculadas as variáveis de cinética da germinação e emergência das plântulas - tempo médio de emergência - TME (LABOURIAU, 1983); velocidade média de emergência - VME (KOTOWSKI, 1926); índice de velocidade de emergência - IVE (MAGUIRE, 1962), de acordo com as equações a seguir.

$$E = \frac{\sum_{i=1}^k ni}{A} * 100 \quad (1)$$

$$TME = \frac{\sum_{i=1}^k ni \cdot ti}{\sum_{i=1}^k ni} \quad (2)$$

$$VME = \frac{\sum_{i=1}^k ni \cdot ti}{\sum_{i=1}^k ni \cdot ti} \quad (3)$$

$$IVE = \sum_{i=1}^k \frac{Ni}{ti} \quad (4)$$

Em que:

N_i = número acumulado de sementes germinadas;

n_i = número não acumulado de sementes germinadas;

t_i = número de dias;

A = Número total de sementes colocadas para germinar;

K = último dia de observação;

Comprimento das plântulas: avaliou-se o comprimento das plântulas aos 14 dias após a semeadura, medindo-se com auxílio de régua milimetrada, 10 plantas de cada repetição, totalizando 40 plantas por tratamento. O valor de comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz principal (CR) foi expresso em centímetros.

Fitomassa das plântulas: para cada tratamento, foram obtidas a matéria fresca e seca da parte aérea (MFPA e MSPA) e do sistema radicular (MFR e MSR) utilizando-se quatro repetições de 10 plantas, com idade de 14 dias após a semeadura, separadas em parte aérea e sistema radicular. Determinou-se a massa em balança analítica de precisão 0,001g, com valores expressos em gramas, antes e após a secagem em estufa com circulação de ar forçada, a 65 °C, até massa constante.

Todos os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e discussão

Os resultados da análise de variância revelaram efeitos significativos, a 5% de probabilidade, para as variáveis envolvidas na emergência e na cinética da germinação e emergência das plântulas, sendo elas, TME, VME e IVE. No entanto, para essas variáveis de cinética da germinação e emergência não houve interação entre as diferentes temperaturas e concentrações de CO₂ para a cv. "Charleston Gray" (Tabela 1).

A %E, para todas as cultivares estudadas, foi influenciada pelo aumento da temperatura, mas não pelo aumento da concentração de CO₂, com exceção para a cv. Fairfax, que apresentou redução na %E ao ser submetida à 550 ppm.

Independente da cultivar estudada, tanto sob 360 como 550 ppm de CO₂, à medida em que se

aumentou a temperatura a porcentagem de emergência também aumentou (Figura 1).

Tabela 1 - Quadrados médios da análise de variância da porcentagem de emergência (%E), tempo médio de germinação (TMG), velocidade média de germinação (VMG), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento da parte aérea (CPA) e do sistema radicular (CSR), massa fresca da parte aérea (MFPA) e do sistema radicular (MFSR), massa seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSSR) de mudas das cultivares de melancia Charleston Gray, Fairfax e Crimson Sweet, submetidas a diferentes temperaturas e concentrações de CO₂.

Charleston Gray					
Fontes de variação	% E	TME	VME	IVE	CPA
CO ₂	0,5085 ns	2,3657 ns	1,3303 ns	0,4353 ns	0,7941 ns
Temperatura	25,6628 **	50,1399 **	72,5069 **	113,9873 **	70,1541 **
CO ₂ *Temperatura	2,1712 ns	1,6200 ns	2,7824 ns	1,4031 ns	0,1214 ns
CV (%)	26	11	10	20	13
	CSR	MFPA	MFSR	MSPA	MSSR
CO ₂	0,9875 ns	1,9013 **	12,8261 **	10,1575 **	0,2301 ns
Temperatura	48,5905 **	103,4597 **	248,7452 **	58,4177 **	2,6281 ns
CO ₂ *Temperatura	27,3615 **	1,0167 ns	2,0478 ns	8,8556 **	0,6556 ns
CV (%)	10	18	10	13	19
Fairfax					
Fontes de variação	% E	TME	VME	IVE	CPA
CO ₂	5,0233 *	0,3829 ns	4,9843 *	5,8750 *	0,3674 ns
Temperatura	9,1310 **	64,1774 **	81,1443 **	30,9583 **	138,5013 **
CO ₂ *Temperatura	11,1717 **	10,3285 **	17,5480 **	2,4349 ns	1,8139 ns
CV (%)	16	6	6	18	10
	CSR	MFPA	MFSR	MSPA	MSSR
CO ₂	14,1885 **	0,4474 ns	1,6562 ns	0,0179 ns	8,7006 **
Temperatura	51,5617 **	123,5210 **	79,5311 **	6,8418 **	1,0243 ns
CO ₂ *Temperatura	9,5615 **	0,1092 ns	13,3577 **	8,9068 **	9,2279 **
CV (%)	11	18	22	13	22
Crimson Sweet					
Fontes de variação	% E	TME	VME	IVE	CPA
CO ₂	8,8238 **	0,3421 ns	0,3354 ns	2,5633 ns	10,4306 **
Temperatura	32,5981 **	90,1226 **	230,0148 **	200,2486 **	47,1212 **
CO ₂ *Temperatura	4,3236 *	0,2273 ns	0,0388 ns	3,2004 ns	3,6510 *
CV (%)	16	10	8	14	14
	CSR	MFPA	MFSR	MSPA	MSSR
CO ₂	2,2235 ns	0,0583 ns	0,1965 ns	22,9179 **	13,9474 **
Temperatura	282,8445 **	40,5136 **	147,2349 **	113,5569 **	30,8475 **
CO ₂ *Temperatura	12,8271 **	4,4612 *	5,3601 *	10,4590 **	6,4437 **
CV (%)	8	16	23	18	19

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p < 0,01) * significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 =< p < 0,05) ns não significativo (p >= 0,05). CO₂ (360 e 550 ppm). Temperaturas (26, 29 e 32° C).

Esses resultados são explicados, pelo fato de altas temperaturas aumentarem as taxas metabólicas, no início da germinação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Por outro lado, Hendricks e Taylorson (1976), afirmam que temperaturas baixas devem retardar a velocidade metabólica até um ponto em que as reações essenciais para o início da germinação deixariam de ocorrer comprometendo drasticamente esse

processo.

Não houve diferença significativa para o TME entre as concentrações de CO₂ avaliadas. No entanto, as diferenças foram significativas quando houve variação da temperatura. Com o incremento da temperatura, de 26/20 °C para 32/26 °C, os processos germinativos foram acelerados e o TME foi reduzido de oito para quatro dias (Figura 2).

Figura 1 - Porcentagem de emergência das mudas das cultivares de melancia Charleston Gray (A), Fairfax (B) e Crimson Sweet (C), submetidas a diferentes temperaturas e concentrações de CO₂. Petrolina/PE, 2011.

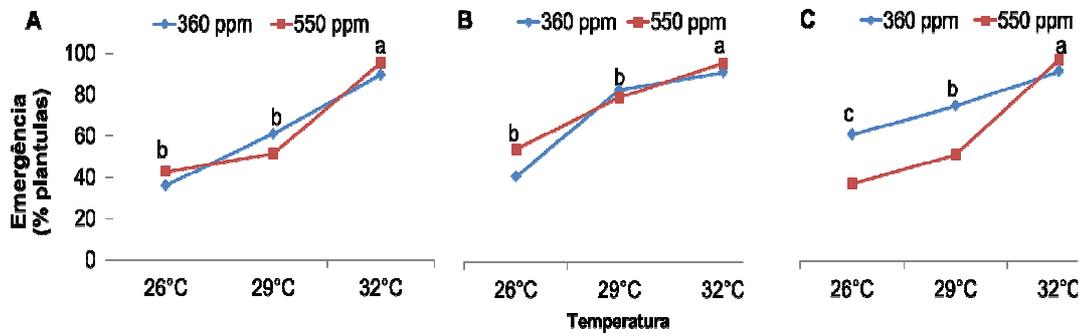
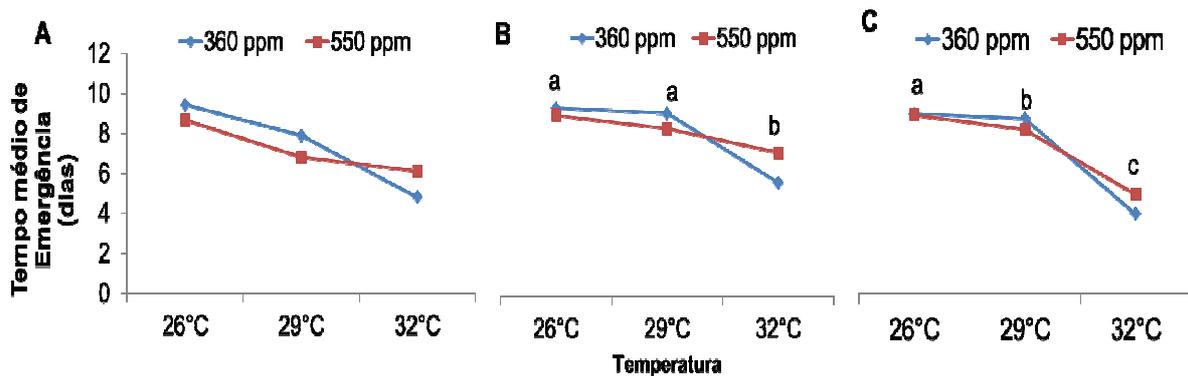


Figura 2 - Tempo médio de emergência das mudas das cultivares de melancia Charleston Gray (A), Fairfax (B) e Crimson Sweet (C), submetidas a diferentes temperaturas e concentrações de CO₂. Petrolina/PE, 2011.

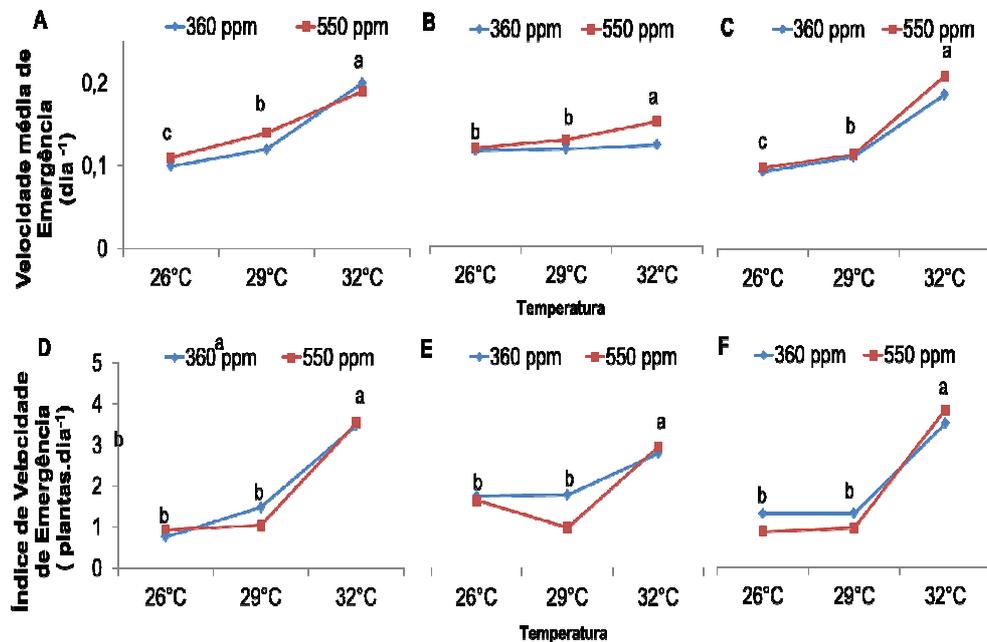


A rapidez na germinação é muito importante porque reduz o grau de exposição das sementes e das plântulas às intempéries (NASCIMENTO et al., 2011). Com isto, cria-se uma situação favorável para que não ocorra falhas no estande ou desuniformidade de plântulas, podendo prejudicar significativamente a produção final. Altas temperaturas aceleram os movimentos das moléculas, deixando mais fracas as ligações químicas que agregam os átomos que as formam e as camadas de lipídios das biomembranas tornam-se mais fluidas,

ocasionando um aumento da quantidade de material celular para o meio acelerando as reações metabólicas e reduzindo o TMG (LARCHER, 2000).

A VME (Figura 3 A-C) e o IVE (Figura 3 D-F) apresentaram diferença significativa, apenas para a cv. Fairfax, quando as sementes foram submetidas às diferentes concentrações de CO₂. Com relação às diferentes temperaturas, a VME e o IVE foram superiores quando submetidos a maiores temperaturas emergindo em média quatro plântulas por dia para todas as cultivares.

Figura 3 - Velocidade média de emergência (A, B, C) e índice de velocidade de emergência (D, E, F) das mudas das cultivares de melancia Charleston Gray (A, D), Fairfax (B, E) e Crimson Sweet (C, F), submetidas a diferentes temperaturas e concentrações de CO₂. Petrolina/PE, 2011.



Como as sementes apresentam capacidade germinativa em limites bem definidos de temperatura, característicos para cada espécie (BEWLEY e BLACK, 1994) a temperatura apresenta grande influência tanto na porcentagem como na velocidade de germinação das sementes, estando relacionada às reações bioquímicas que regulam o metabolismo necessário para iniciar o processo de germinação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). As sementes de melancia, sob condições ótimas de temperatura (25-30 °C), germinam entre três e quatro dias, enquanto que a 15-20 °C são necessárias duas semanas para que ocorra a

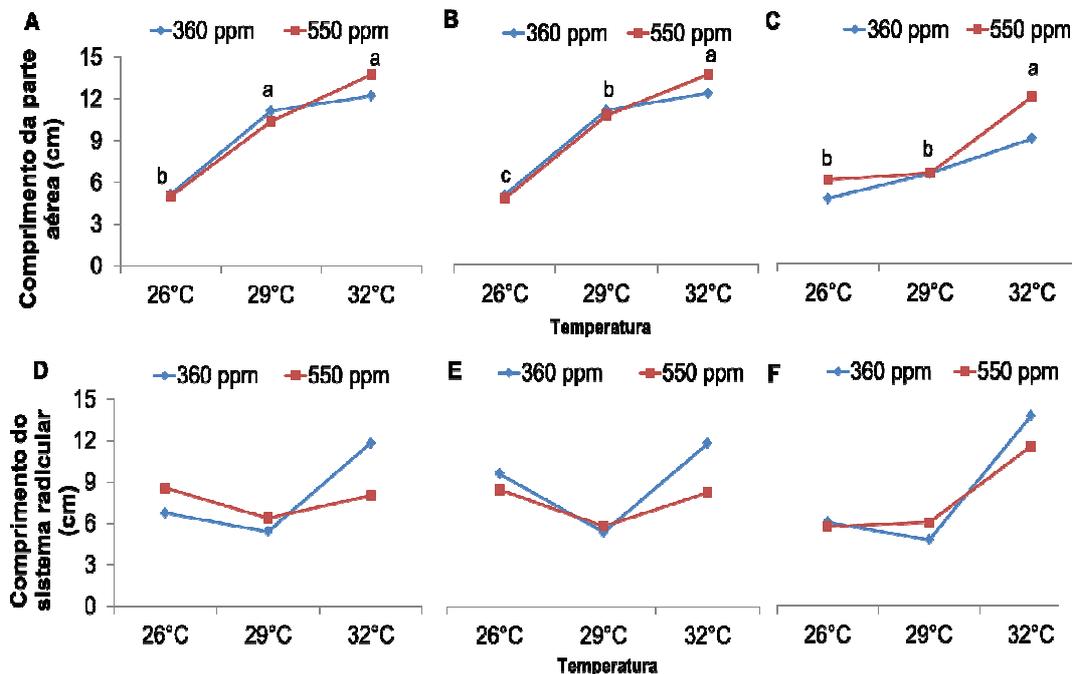
germinação (PITOL, 2013). Desse modo, temperaturas fora da faixa ideal poderão alterar tanto a velocidade quanto a porcentagem final de germinação. Geralmente, temperaturas baixas reduzem a velocidade de germinação, enquanto temperaturas altas aumentam (NASCIMENTO, 2000). Neste trabalho, a temperatura teve mais influência do que a concentração de CO₂ na cinética da germinação e emergência, assim como na porcentagem de emergência, sendo a temperatura na faixa de 25-30 °C ideal para germinação dessas sementes. Nascimento et al. (2011), também afirmam que, temperaturas baixas reduzem, enquanto temperaturas altas

aumentam a velocidade de germinação, especialmente aquelas da família das cucurbitáceas.

O CPA foi favorecido pelo aumento da temperatura e da concentração de CO₂. Na condição de 32/26 °C apenas para as mudas da cultivar Crimson Sweet observou-se efeito significativo da concentração de CO₂ sobre essa

variável. Para as demais cultivares houve efeito apenas da temperatura (Figura 4 A-C). Por outro lado, houve interação entre os fatores estudados e o CSR das mudas que se desenvolveram nas temperaturas diurna/noturna 32/26 °C foi inferior para concentração de 550 ppm de CO₂ e superior para 360 ppm (Figura 4 D-F).

Figura 4 - Comprimento da parte aérea (A, B, C) e do sistema radicular (D, E, F) das mudas das cultivares de melancia Charleston Gray (A, D), Fairfax (B, E) e Crimson Sweet (C, F), submetidas a diferentes temperaturas e concentrações de CO₂. Petrolina/PE, 2011



As plantas C₃, como a melancia, são as primeiras a detectarem o aumento na concentração de CO₂ atmosférico, somado às outras mudanças climáticas, devido ao efeito indutor na fotossíntese e inibitório na fotorrespiração, por diminuir a atividade oxigenase da RUBISCO (LAWLOR e MITCHEL, 2000; AIDAR et al., 2002), resultando em aumento significativo no crescimento e na produção de biomassa (IDSO e KIMBALL, 1992). Entretanto, neste trabalho, apenas para a cv. Crimson Sweet observou-se efeito significativo da concentração de CO₂ sobre o crescimento da parte aérea. Para as demais cultivares o efeito observado foi somente da temperatura (Figura 4

A-C). Como na fase de plântula o aparato fotossintético ainda está se estabelecendo é arriscado afirmar sobre essa influência da concentração de CO₂, que seria melhor observada se as plantas fossem cultivadas nessas condições e avaliadas até um estágio de maior desenvolvimento vegetativo, o que não foi possível no presente trabalho, sendo necessários estudos mais aprofundados sobre essa cultura, no tocante à mudanças climáticas.

Devido ao aumento combinado de CO₂ e temperatura as raízes podem ter passado por um processo de aumento da respiração, devido ao aumento da temperatura, proporcionando uma maior perda de água do substrato (TAIZ e

ZEIGER, 2004). Dessa forma, níveis elevados de CO₂, a partir de 550 ppm, alteram o metabolismo das plantas e de acordo com Larcher (2000) e Sage (2002), sob esta condição, mais assimilados são desviados para as raízes aumentando a respiração radicular, levando à perda de produtos fotossintéticos, afetando o crescimento, a resistência aos fatores de estresse e a síntese de compostos de defesa (Figura 4 A-C).

As mudas de todas as cultivares quando submetidas às temperaturas de 29/23 e 32/26 °C apresentaram menor quantidade de MFPA (Figura 5A-C) e maior quantidade de MFR (Figura 5D-F). De modo geral, a MFPA foi prejudicada quando submetidas a maiores temperaturas, apesar do incremento de CO₂ atmosférico.

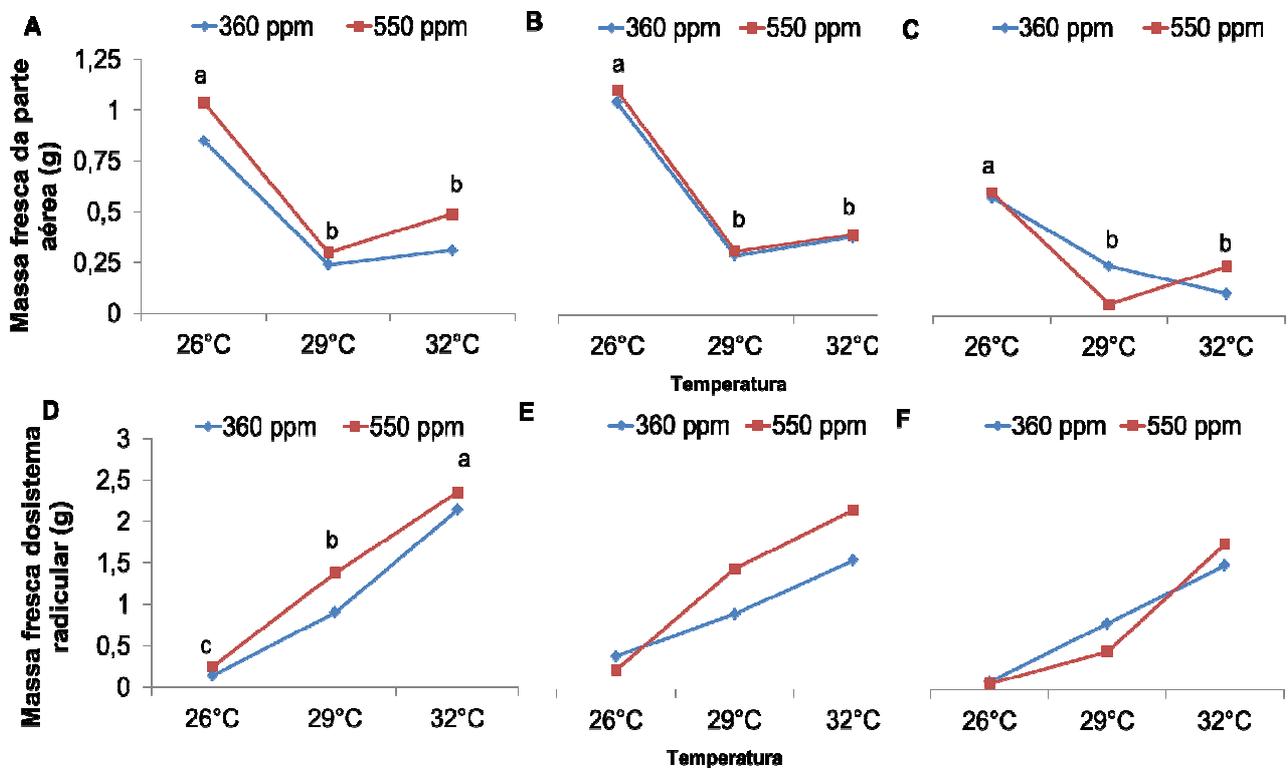
Houve interação significativa entre as temperaturas e as concentrações de CO₂ para MFR apenas para as variedades Fairfax e

Crimson Sweet (Figura 5E-F).

O sistema radicular das cultivares em estudo foi beneficiado pelo aumento combinado da temperatura e da concentração de CO₂. Resultado semelhante foi encontrado por Moore (1991) afirmando que um dos efeitos do CO₂ ocorre no sistema radicular, interrompendo a ação do etileno na maturação, na abscisão, na senescência e no estresse das plantas, restabelecendo o crescimento de raízes e aumentando a resistência das plantas a estresses hídricos. Durão e Galvão (1995) ainda afirmam que plantas sob fertilização carbônica possuem sistema radicular melhor desenvolvido.

Quanto à MSPA (Figura 6A-C) e MSSR (Figura 6D-F) houve interação entre os fatores e essas duas variáveis sofreram interferência do aumento da temperatura e da concentração de CO₂.

Figura 5 - Massa fresca da parte aérea (A, B, C) e do sistema radicular (D, E, F) das mudas das cultivares de melancia Charleston Gray (A, D), Fairfax (B, E) e Crimson Sweet (C, F), submetidas a diferentes temperaturas e concentrações de CO₂. Petrolina/PE, 2011.

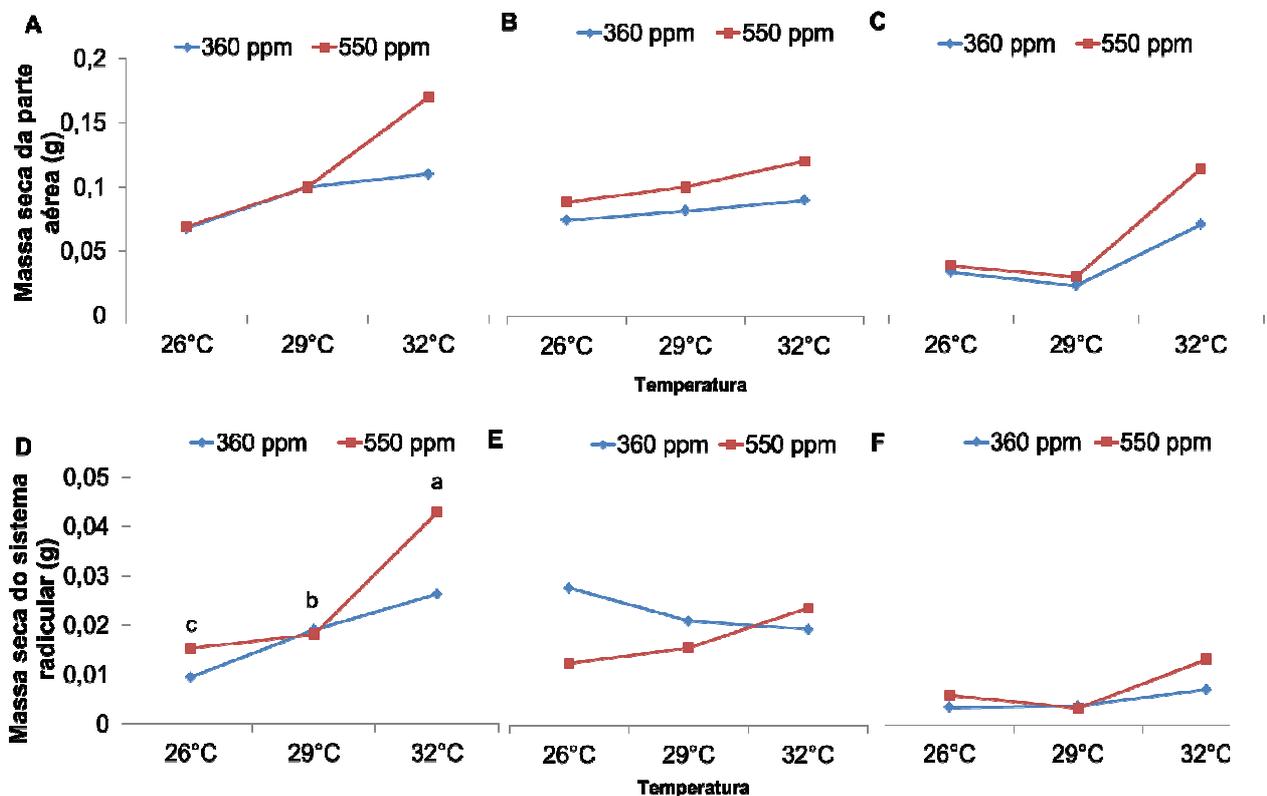


De maneira geral, todas as cultivares apresentaram maior quantidade de fotoassimilados, tanto na parte aérea como na raiz, quando submetidas a maiores concentrações de CO₂ e maiores temperaturas, sendo observadas mudas mais vigorosas e não estioladas quando submetidas a esta condição. Mortensen (1987) afirma que o carbono é o principal componente químico dos vegetais constituindo aproximadamente 45% da sua matéria seca. A principal fonte de carbono é o CO₂ presente na atmosfera, este é absorvido pelas plantas através dos estômatos, fixado e transformado em açúcares. O autor afirma também que as plantas cultivadas respondem ao aumento da concentração de CO₂ através do acréscimo do peso de matéria seca. Assim como em estudos realizados por Ziska e Teramura (1992), demonstrando que o peso seco da planta é maior nos ambientes com enriquecimento de CO₂ e que o efeito do aumento da concentração de CO₂ é mais acentuado na fase inicial da cultura (RETUERTO e WOODWARD, 1993).

Estudos mostram que as respostas das plantas à elevação da concentração de CO₂ variam de acordo com a espécie e com a temperatura. Segundo Pinto (1997), a aplicação de CO₂ no ambiente influenciou positivamente a produtividade do meloeiro cultivado em casa de vegetação, devido ao maior número e peso de frutos. Ito (1989) estudou a produção de pepino sobre condições controladas artificialmente e testou quatro concentrações de CO₂ obtendo melhor razão de crescimento para a concentração de 600 ppm.

As respostas ao aquecimento global apontam para a possibilidade de que poderão ocorrer várias mudanças no comportamento das plantas nas próximas décadas. No presente trabalho fica claro que o aumento da concentração de CO₂, previsto para os próximos anos, promoveu favoravelmente as taxas iniciais de crescimento e desenvolvimento inicial das mudas de melancia, podendo ser uma espécie capaz de desenvolver mecanismos de adaptação às mudanças climáticas.

Figura 6 - Massa seca da parte aérea (A, B, C) e do sistema radicular (D, E, F) das mudas das cultivares de melancia Charleston Gray (A, D), Fairfax (B, E) e Crimson Sweet (C, F), submetidas a diferentes temperaturas e concentrações de CO₂. Petrolina/PE, 2011.



Conclusões

A porcentagem de emergência, a cinética da germinação e o crescimento de plântulas foram favorecidos pelo aumento da temperatura.

O aumento da concentração de CO₂ induziu ao maior acúmulo de fotoassimilados tanto da parte aérea como da raiz.

As condições previstas para aumento de CO₂ e temperaturas atmosféricas não prejudicaram a produção de mudas de melancia das cultivares estudadas.

Referências

- AIDAR, M. P.M. et al. **Effect of Atmospheric CO₂ Enrichment on The Establishment of Seedlings of Jatobá, *Hymenaea courbaril* L.**, 2002. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br>. Acesso em: 23 nov. 2011.
- BATTIST, D. S.; NAYLOR, R. I. Historical Warnings of future food insecurity with unprecedented seasonal heat. **Science**. v. 323, p. 240-244, 2009.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2. ed. New York: Plenum Press. 1994, 445p.
- BRASIL. Ministério da Ciência e Tecnologia. **Lei n. 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato_2007_2010/2009/Lei/L12187.htm>. Acesso em: 2014.
- BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. 1992. 365p.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: FUNEP. 2000. 588p.
- CASTELLANE, P.D.; CORTEZ, G.E. **A Cultura da melancia**. Jaboticabal: FUNEP/FCAV-UNESP. 1995. 64p.
- DURÃO, P.L.; GALVÃO, A.C. Gás carbônico em irrigação: tecnologia de ponta para aumentar a produtividade e qualidade dos produtos agrícolas. **Ciência Hoje**. v.19, p. 2-15, 1995.
- HENDRICKS, S. B.; TAYLORSON, R. B. Variation in germination and aminoacid leakage of seeds with temperature related to membrane phase change. **Plant Physiology**. v. 58, p. 7-11, 1976.
- IBGE. **Produção agrícola municipal 2013: Culturas temporárias e permanentes**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 abr. 2014.
- IDSO, S.B.; KIMBALL, B. A. Seasonal fine-root biomass development of sour orange trees grown in atmospheres of ambient and elevated CO₂. **Plant Cell & Environment**. v. 15, p. 337-341, 1992.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Climate Change: The Physical Science Basis**. Cambridge University Press: Cambridge. 2007.
- ITO, T. More intensive production of cucumber under artificially controlled conditions. **Acta Horticulturae**. v. 260, p. 381-389, 1989.
- KOTOWSKI, F. Temperature relations to germination of vegetable seeds. **Proceedings of the American Society of Horticultural Science**. v.23, p. 176-184. 1926.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa, p.108-439, 2000.
- LAWLOR, D.W.; MITCHEL, R. A. C. Crop ecosystem responses to climatic change: wheat. In: REDDY KK; HODGES HF. **Climate Change and Global Crop Productivity**. Wallingford: CAB International, UK. p. 57–80, 2000.
- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**. v. 2, p. 176-177, 1962.

- MOORE, P. D. How do plant cope when they live in the shade? **Nature**. v. 349: p. 22, 1991.
- MORTENSEN, L. M. Review: CO₂ enrichment in greenhouses. Crop Response. **Science Horticultural**. v. 33, p 1-25, 1987.
- MORTON, J F. The impact of climate change on smallholder and subsistence agriculture. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**. v. 104, n 50, p. 19080-19085, 2007.
- NASCIMENTO W. M. Temperatura x germinação. **Seed News**. v. 4, p.44-45, 2000.
- _____; DIAS, D. C. F. S.; SILVA, P. P. Qualidade fisiológica da semente e estabelecimento de plantas de hortaliças no campo. In: CURSO SOBRE TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE SEMENTES DE HORTALIÇAS, 11, 2011. Porto Alegre, 2011.
- OLIVEIRA, L. J. C. **Mudanças climáticas e seus impactos na produtividade das culturas do feijão e do milho no estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 2007.
- PINTO, J. M. **Aplicação de dióxido de carbono em meloeiro**. 1997, 85 f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.
- PITOL, A.; WEBER, L. C.; PEDROSO, C. E. S. Germinação de sementes de melancia em diferentes temperaturas. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS, 22, 2013. Pelotas, 2013.
- RETUERTO, R.; WOODWARD, F. I. The influences of increased CO₂ and water supply on growth, biomass allocation and water use efficiency of *Sinapis alba* L. grown under defferent wind speeds. **Oecologia**. v. 94, p. 415-427, 1993. Disponível em:<
<http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF00317118#page-1>>.
- SAGE, R. F. How terrestrial organism sense, signal, and response to carbon dioxide. **Integrative and Comparative Biology**. v. 42, p. 469-480, 2002.
- SIQUEIRA, O. J. W.; STEINMETZ, S.; SALLES, L. A. B. Efeitos potenciais das mudanças climáticas na agricultura brasileira e estratégias adaptativas para algumas culturas. In: LIMA, M. A.; CABRAL, O. M. R.; MIGUEZ, J. D. G. **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Jaguariúna: EMBRAPA. p.33-63, 2001.
- STRECK, N. A. Climate change and agroecosystems: the effect of elevated CO₂ and temperature on crop growth, development, and yield. **Ciência Rural**. v. 35, p. 730-740, 2005.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- TUBIELLO, F. N.; DANATELLI, M.; STOCKLE, C. O. Effects of climate change and elevated CO₂ on cropping systems: model predictions at two Italian locations. **European Journal of Agronomy**. v. 13, p. 179-189, 2000.
- ZISKA, L. H.; TERAMURA, A. H. Intraspecific variation in the response of Rice (*Oryza sativa*) to increased CO₂ – photosynthetic, biomass and reproductive characteristics. **Physiologia Plantarum**. v.84, p. 269-276, 1992.

Recebido em: 01/04/2013
Aceito em: 16/04/2014