

Influência do ambiente e de biofertilizante misto na ecofisiologia de plantas de pimentão

Francisca Nayane Saraiva da Silva¹, Aiala Vieira Amorim¹, José Lucas Guedes dos Santos¹, Rafael Santiago da Costa², Letícia Kenia Bessa de Oliveira² e Albanise Barbosa Marinho¹

¹Instituto de Desenvolvimento Rural, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Rua José Franco de Oliveira, s/n, 62.790-970, Redenção, Ceará, Brasil. ²Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, Ceará, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: nayanesaraiva.ph@gmail.com

RESUMO. O pimentão é uma hortaliça considerada tipicamente de clima tropical, porém pode ter seu cultivo prejudicado pela influência de altas temperaturas e elevada incidência de radiação solar. Nesse sentido, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência do ambiente de cultivo e das diferentes doses de biofertilizante misto no crescimento e nas trocas gasosas de plantas de pimentão. O experimento foi conduzido no período de outubro de 2018 a fevereiro de 2019, na fazenda experimental da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), situada em Redenção, Ceará. Utilizou-se delineamento experimental em 4 blocos casualizados com arranjo fatorial 2x5 em dois ambientes de cultivo (telado 50% de sombreamento e pleno sol) e cinco doses de biofertilizante misto (0, 250, 500, 750 e 1000 mL) totalizando-se em 120 plantas. Foram determinadas as variáveis de altura (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca das raízes (MSR), taxa fotossintética líquida (A), condutância estomática (g_s) e índice relativo de clorofila (IRC). As variáveis: altura, número de folhas, área foliar, massa seca da parte aérea e massa seca das raízes foram influenciadas significativamente pelo ambiente protegido e pela aplicação de biofertilizante misto. No ambiente de pleno sol, as plantas apresentaram maior condutância estomática e fotossíntese. Já o índice relativo de clorofila apresentou-se crescente à medida que foi aumentando-se a aplicação de biofertilizante misto. Nas condições do presente estudo, verificou-se que as plantas de pimentão apresentaram maior crescimento e melhor acúmulo de biomassa em seus órgãos vegetais ao serem cultivadas em telado com 50% de sombreamento recebendo a dose semanal de 1000 mL de biofertilizante misto.

Palavras-chave: *Capsicum annuum* L., sombreamento, cultivo orgânico, adubação.

Introdução

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) encontra-se entre as dez hortaliças de maior importância econômica no mercado brasileiro, em razão da crescente utilização na culinária na forma de saladas, fabricação de condimentos, conservas e molhos (Sediyama, Santos, Vidigal, Pinto & Jacob, 2014; Carvalho, Rezende, Aquino, Freitas, & Oliveira, 2011). Além disso, a olerícula é bastante explorada por pequenos e médios produtores, uma vez que apresenta um rápido retorno aos investimentos, pois inicia rapidamente sua produção podendo ser cultivado o ano todo (Albuquerque, Silva, Albuquerque Filho, & Nunes, 2011).

Apesar da planta de pimentão ser uma hortaliça tipicamente de clima tropical e com boa adaptação ao semiárido, porém pode ter seu cultivo prejudicado pela influência de altas temperaturas e elevados índices de radiação solar que acabam interferindo na qualidade de seus frutos (Carvalho, Koetz, Polizel, Cabral, & Silva, 2013). Pensando nesta perspectiva, vêm-se desenvolvendo pesquisas na busca de tecnologias que possam minimizar os efeitos adversos do clima.

Nesse sentido, umas das técnicas da agricultura moderna que vem ganhando notoriedade é o cultivo em ambiente protegido que se caracteriza pela construção de uma estrutura que possibilita o controle das condições edafoclimáticas, tais como: temperatura, umidade do ar, radiação solar, vento e composição atmosférica, viabilizando o cultivo em regiões que apresentam condições climáticas adversas, propiciando maior eficiência no cultivo e estendendo a produção durante todo o ano (Santos et al., 2010). Resultados positivos puderam ser encontrados por Franca, Leitão, e Campeche (2017), que ao trabalharem com o cultivo de tomate em diferentes ambientes, observaram que as plantas ao serem cultivadas em ambiente protegido apresentaram maior produtividade e frutos maiores quando comparados ao cultivo a céu aberto.

Além da necessidade de controle das condições ambientais, normalmente as pesquisas vêm buscando tecnologias apuradas que sejam voltadas para agricultura com fins de não somente aumentar a produtividade, mas também desenvolver mecanismos que possam reduzir os custos de produção (Sediyama et al., 2014). Em relação à redução dos custos, no meio científico, vem-se empregando o uso de adubação orgânica como substituto da adubação convencional, visto que é considerada pelos agricultores muito onerosa.

Nesse contexto, o uso de fertilizantes orgânicos de origem animal vem se tornando uma das alternativas mais receptivas pelos agricultores por serem considerados de baixo custo econômico, sendo capazes de melhorar a fertilidade do solo e contribuir para o aumento da produtividade (Trani, Terra, Tecchio, Teixeira, & Hanasiro, 2013). Dentre as fontes orgânicas, vem destacando-se a utilização de biofertilizante líquido, que resulta da fermentação microbiológica em condições de aerobiose ou anaerobiose, podendo ser adicionados ou não de resíduos orgânicos e diluídos em água (Gomes Júnior, Silva, Silva, Souza, & Silva, 2011).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência do ambiente de cultivo e das diferentes doses de biofertilizante misto no crescimento e nas trocas gasosas de plantas de pimentão.

Material e métodos

O experimento foi conduzido entre os meses de outubro de 2018 a fevereiro de 2019, na fazenda experimental da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB), situada em Redenção, Ceará, com latitude de 04°14'53"S e longitude de 38°45'10"W e altitude média variando de 240 a 340 metros. De acordo com Köppen (1923), o clima do local é classificado como Aw', ou seja, tropical chuvoso.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, seguindo um arranjo fatorial 2x5, sendo dois ambientes de cultivo (telado total com 50% de sombreamento e pleno sol) e cinco doses de biofertilizante misto (0, 250, 500, 750 e 1000 mL) com quatro blocos e dentro de cada bloco três repetições, totalizando 120 plantas.

Para esse estudo foram utilizadas sementes de pimentão *Yolo Wonder* da marca TopSeed Garden, obtidas em loja comercial agropecuária. Utilizaram-se três sementes de pimentão para a semeadura em sementeiras que foram preenchidas de substrato constituído de areia e húmus de minhoca (1:1, v:v).

Aos 7 dias após a semeadura (DAS), foi feito o desbaste dos pimentões deixando-se apenas uma plântula por sementeira. Aos 10 DAS, realizou-se o transplantio das mudas para os vasos com capacidade para 25 litros, os quais foram preenchidos com o solo da região (argissolo amarelo-vermelho eutrófico) e uma camada de brita ao para facilitar a drenagem da água de irrigação.

Antes de iniciar o experimento, foram coletadas amostras de solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade do vaso e destinados para análise no Laboratório de Química e Fertilidade da Universidade Federal do Ceará (UFC), apresentada na Tabela 1. Além disso, durante a condução do experimento, utilizou-se *datalogger* no ambiente de pleno sol para o monitoramento dos dados climáticos de temperatura e umidade relativa do ar (Figura 1).

Tabela 1. Atributos químicos do solo, na camada de 0 a 0,20 cm de profundidade da área experimental, Redenção, Ceará, 2018.

MO	C	N	Ca	K	Mg	Na	H ⁺ + Al	SB	CTC	V	P	Ph
15,32	8,88	0,95	28,07	1,31	9,21	2,08	12,4	40,77	49,03	83,67	42,33	6,87
g kg ⁻¹			mmol _c dm ³					-	-	%	mg dm ³	-

MO= matéria orgânica; PST= porcentagem de sódio trocável; CE= condutividade elétrica do extrato de saturação; V%= saturação por base – $(Ca^{2+} + Mg^{2+} Na^{+} + K^{+} / CTC) \times 100$; CTC = Capacidade de troca de cátions – $[Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+} + (H^{+} + Al^{3+})]$; SB= Soma de bases $(Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^{+} + K^{+})$.

Fonte: Laboratório de Química e Fertilidade da Universidade Federal do Ceará (UFC).

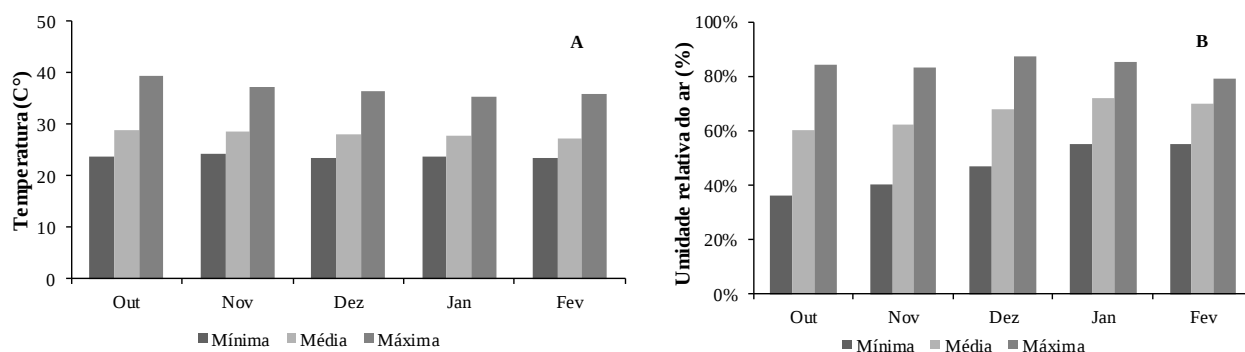


Figura1. Dados climáticos de Temperatura (A) e Umidade relativa do ar (B) do ambiente de pleno sol de outubro de 2018 a fevereiro de 2019.

Fonte: Adaptado de Unilab¹.

O biofertilizante aeróbico utilizado foi preparado em caixa de polietileno com capacidade para 500 litros, sendo constituído de esterco bovino (100L), esterco de galinha (30L), cinzas de cana-de-açúcar (5L) e água (365L). Aos 30 dias após o preparo do biofertilizante misto, foi coletada amostra e submetida à análise laboratorial para a caracterização química no Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais - LABSAT do Instituto Federal do Ceará – IFCE, Campus Limoeiro do Norte (Tabela 2).

Tabela 2. Características químicas do biofertilizante líquido misto, Redenção, Ceará, 2018.

N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B	Na	CE	C	MO	C/N	pH
1,2	0,4	0,03	2,82	0,63	0,01	91,5	6,4	3,06	10,58	4,02	611	8,68	1,26	2,27	11	8,13
g L ⁻¹						mg L ⁻¹						dS m ⁻¹	%		-	-

Fonte: Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais do Instituto Federal do Ceará – IFCE.

Aos 7 dias após o transplântio (DAT), realizou-se a primeira aplicação de biofertilizante misto e, ao total, somaram-se 14 aplicações durante o experimento, sendo estas, fornecidas uma vez por semana de forma manual e localizada, estando de acordo com as dosagens calculadas para os tratamentos. Para o cálculo, foram levados em consideração a exigência nutricional da cultura, assim como a análise química do biofertilizante e do solo.

A irrigação foi realizada por gotejamento, com um emissor de vazão média de 4 L h⁻¹ por planta, numa frequência de seis vezes por semana e o tempo de irrigação foi calculado a partir da evaporação do tanque “Classe A”.

Aos 70 DAT, foi realizada a contagem do número de folhas (NF) e mensurada a altura das plantas (ALT) utilizando uma trena graduada em centímetros, medindo-se a partir do colo da planta até a última inserção foliar. Aos 90 DAT, precisamente no período de prefloração, determinou-se a taxa fotossintética líquida (A), condutância estomática (g_s) e índice relativo

¹ <http://www.unilab.edu.br/dados-climaticos-do-datalogger/>

de clorofila (IRC) em folhas completamente expandidas do terço médio superior, sendo essas avaliações realizadas no horário entre 08h00min e 12h00min, utilizando-se um analisador de gás infravermelho (IRGA; modelo portátil LI-6400XT, LI-COR Biosciences Inc., Lincoln, Nebraska, USA).

Ao final do experimento, 120 DAT, as plantas foram coletadas separando-se a parte aérea das raízes. Em seguida, as folhas foram encaminhadas ao laboratório para a determinação da área foliar (AF) que se realizou através da utilização de um medidor de superfície (LI – 3100, Area Meter, Li-Cor., Inc., Lincoln, 87 Nebraska, USA). Após isso, determinou-se a massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR), os quais foram colocados em estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C até atingir massa constante (período de 72 horas). Após o período de secagem, os materiais vegetais foram pesados em balança de precisão para determinação da massa seca em gramas por planta.

Os dados qualitativos das variáveis analisadas foram submetidos à análise de variância e posteriormente submetidos ao teste de médias de Tukey com $P < 0,05$. Para os dados de natureza quantitativos realizou-se uma análise de regressão e as equações que melhor se ajustaram aos dados, foram selecionadas com base na significância dos coeficientes de regressão a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F e com maior coeficiente de determinação ou maior R^2 . Para as análises estatísticas utilizou-se o programa computacional “ASSISTAT 7.7 BETA” (Silva e Azevedo, 2016) e para elaboração de gráficos adotou-se o programa Microsoft Excel versão 7.0.

Resultados e discussão

De acordo com a análise de variância apresentada na Tabela 3, pode-se observar que as variáveis de altura (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR) foram influenciadas significativamente tanto pelos fatores isolados (ambiente e biofertilizante) quanto pela interação entre os fatores (ambiente x biofertilizante) ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para altura (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR), de plantas de pimentão cultivadas em dois ambientes (telado total com 50% de sombreamento e sol pleno) e adubadas com diferentes doses de biofertilizante misto (0; 250; 500; 750; 1000 mL), Redenção-CE, 2018.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio				
		ALT	NF	AF	MSPA	MSR
Blocos	3	19,88 ^{ns}	24,26 ^{ns}	1718543,76 ^{ns}	41,64 ^{ns}	2,52 ^{ns}
Ambiente (A)	1	912,60 ^{**}	137,52 ^{**}	247827604,91 ^{**}	2471,49 ^{**}	345,21 ^{**}
Biofertilizante (B)	4	388,89 ^{**}	256,22 ^{**}	94214295,87 ^{**}	1234,31 ^{**}	109,74 ^{**}
Int. A x B	4	159,11 ^{**}	74,73 ^{**}	44454554,64 ^{**}	467,03 ^{**}	64,76 ^{**}
Resíduo	27	15,02	14,25	4394253,73	30,13	3,09
Total	39	-	-	-	-	-
Média Geral	-	28,76	17,02	7813,23	21,07	6,77
CV (%)	-	13,48	22,18	26,83	26,05	25,97

GL = Grau de liberdade; CV = Coeficiente de variação; ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

Para a variável altura, as plantas que foram cultivadas sob telado apresentaram os melhores resultados em relação às cultivadas a pleno sol, onde os dados se ajustaram à função polinomial quadrática para a interação entre os fatores (ambiente x biofertilizante), encontrando ponto máximo de 40,96 cm quando as plantas foram submetidas a uma dose semanal de 875 mL de biofertilizante misto (Figura 2). Já nas plantas cultivadas em pleno sol, apresentaram um crescimento linear com acréscimo de 0,0096 cm para cada aumento de dose de biofertilizante misto, havendo um incremento de 35,48% ao comparar o ponto máximo (31 cm planta⁻¹) com o ponto mínimo (20 cm planta⁻¹) de maior e menor dose de biofertilizante, respectivamente.

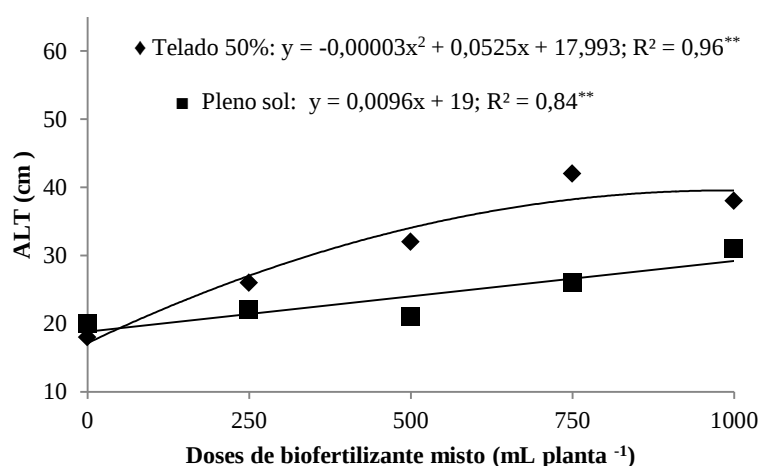


Figura 2. Altura (ALT) de plantas de pimentão cultivadas em dois ambientes (telado total com 50% de sombreamento e sol pleno) e adubadas com doses de biofertilizante misto (0, 250, 500, 750 e 1000 mL), Redenção-CE, 2018.

Esta resposta adaptativa das plantas de telado também foi verificada por Costa, Seabra Júnior, e Arruda (2011) que ao trabalharem com plantas de rúcula em diferentes ambientes (telados 30, 40 e 50% e campo aberto) e épocas de avaliação (23, 30, 37 e 44 DAS), observaram plantas mais altas no ambiente de telado preto com 50% de sombreamento em

todas as avaliações. Resultados semelhantes também foram encontrados por Hirata e Hirata (2015) que ao avaliarem o agrião d'água [*Rorippa nasturtium-aquaticum* (L.) Hayek] cultivada em diferentes ambientes (malhas de sombreamento e pleno sol), as plantas do ambiente de pleno sol apresentaram altura inferior. Então, acredita-se que as plantas de pleno sol tenham retardado seu crescimento a fim de reduzir a superfície evaporativa, precisando inclusive gastar sua energia para tolerar o estresse causado pela temperatura e radiação solar elevada.

Para o número de folhas (Figura 3), as plantas que foram cultivadas em telado também apresentaram respostas superiores às cultivadas em pleno sol, onde seus dados foram ajustados à função polinomial quadrática, possibilitando constatar que as plantas atingiram ponto máximo de 28 com maior emissão de folhas quando foram submetidas a uma dose semanal de 758,33 mL de biofertilizante misto. Em relação ao ambiente de pleno sol, as plantas apresentaram crescimento linear com acréscimo de 0,0128 folhas para cada aumento de dose de biofertilizante misto, obtendo-se um incremento de 59,09% ao comparar o ponto máximo (22 planta⁻¹) com o ponto mínimo (09 planta⁻¹).

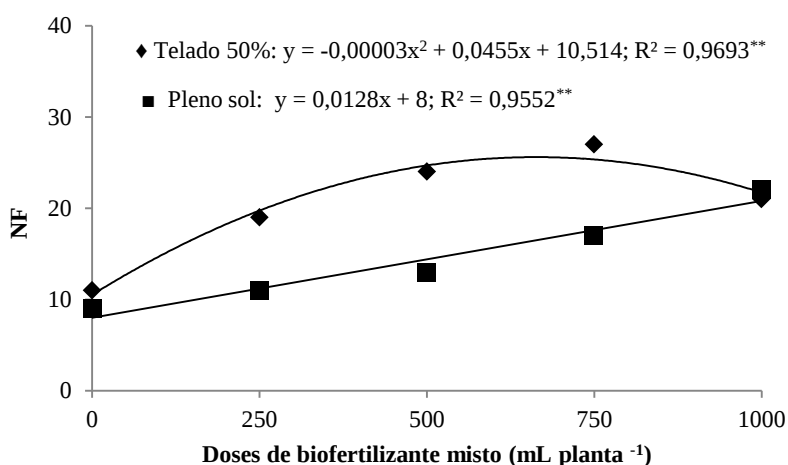


Figura 3. Número de Folhas (NF) de plantas de pimentão cultivadas em dois ambientes (telado total com 50% de sombreamento e sol pleno) e adubadas com doses de biofertilizante misto (0, 250, 500, 750 e 1000 mL), Redenção-CE, 2018.

O maior número de folhas em cultivo protegido pode estar relacionado com as condições ambientais no interior do ambiente, que possivelmente proporcionaram um microclima menos estressante quando comparado ao ambiente de pleno sol, fazendo-se com que as plantas investissem seus fotoassimilados em crescimento. Resposta semelhante foi observado no cultivo de salsa, onde verificou-se aumento do número de folhas em todos os ambientes sombreados avaliados (tela de sombreamento 30%, 40% e 50%) (Nohama et al., 2011).

Em relação à variável área foliar (Figura 4), observa-se que as plantas cultivadas em telado responderam com resultados superiores às plantas cultivadas em pleno sol, no qual

apresentaram um crescimento linear com acréscimo de 13,90 cm² para cada aumento de dose de biofertilizante aplicado, obtendo-se um incremento de 78,6% ao comparar o ponto máximo (17219,55 cm² planta⁻¹) com o ponto mínimo (3681,47 cm² planta⁻¹). Já as plantas cultivadas em pleno sol, apresentaram um crescimento linear com acréscimo de 5,77 cm² para cada aumento de dose de biofertilizante, havendo-se um incremento de 72,17% ao comparar o ponto máximo (7500,21 cm² planta⁻¹) com o ponto mínimo (2086,77 cm² planta⁻¹).

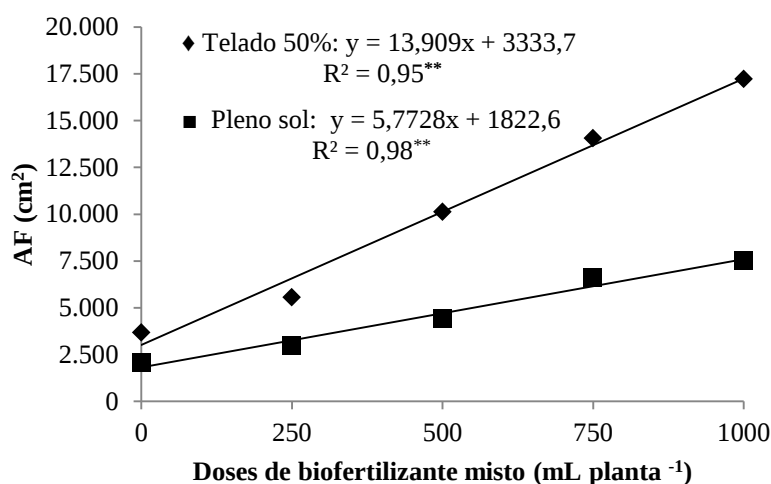


Figura 4. Área foliar (AF) de plantas de pimentão cultivadas em dois ambientes (telado total com 50% de sombreamento e sol pleno) e adubadas com doses de biofertilizante misto (0, 250, 500, 750 e 1000 mL), Redenção-CE, 2018.

De acordo com os resultados apresentados, o aumento de área foliar das plantas de pimentão cultivadas em telado pode estar relacionado a uma adaptação morfológica na tentativa de aumentar a captação dos raios solares, quando submetida à restrição ou a baixos índices de luz (Lacerda et al., 2010). Por outro lado, as plantas de pimentão diminuíram sua área foliar no ambiente de pleno sol, possivelmente para reduzir a demanda evaporativa (Suassuna et al., 2016).

Em relação ao biofertilizante, observa-se que houve efeito positivo na área foliar dos dois ambientes de cultivo, levando-se a compreender que estes resultados estão associados ao acréscimo de macro e micronutrientes que foram disponibilizados de acordo com o aumento das doses biofertilizante misto. Este resultado vai ao encontro do estudo realizado por Araújo, Araújo, Melo, Santos, e Azevedo (2014) que constataram crescente área foliar nas plantas de pimentão, quando receberam aumento das concentrações de biofertilizante nas diferentes épocas de cultivo avaliadas (80, 90, 100, 110 e 120 dias).

No tocante à massa seca da parte aérea (Figura 5), observou-se que as plantas cultivadas em telado apresentaram resultados superiores as plantas cultivadas em pleno sol, pois mediante o ajuste dos dados a função polinomial quadrática, verificou-se que as plantas

atingiram ponto máximo de 45 g quando foram submetidas a uma dose semanal de 943 mL de biofertilizante misto. Já as plantas cultivadas em pleno sol, apresentaram crescimento linear com acréscimos de 0,0133 g para cada aumento da dose de biofertilizante misto, havendo-se um incremento de 70% ao comparar o ponto máximo (20 g planta⁻¹) com o ponto mínimo (6 g planta⁻¹).

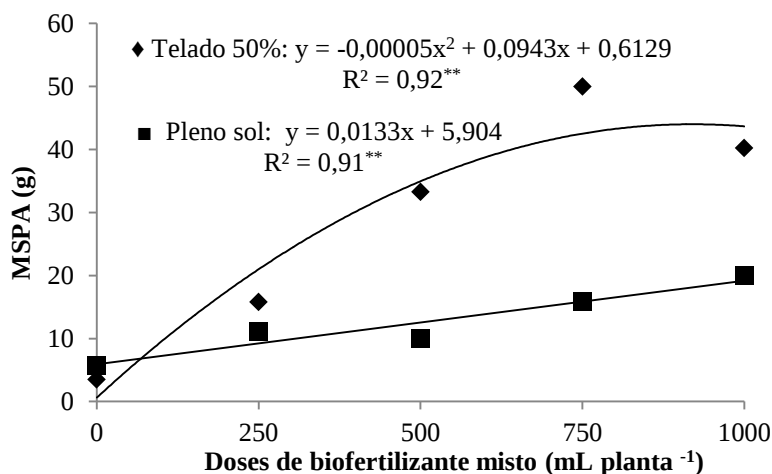


Figura 5. Massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de pimentão cultivadas em dois ambientes (telado total com 50% de sombreamento e sol pleno) e adubadas com doses de biofertilizante misto (0, 250, 500, 750 e 1000 mL), Redenção-CE, 2018.

Resposta semelhante foi encontrada por Silva, Vasconcelos, Silva, Sousa, e Sanches (2013), que ao analisarem o crescimento de mudas de tomateiro em diferentes telas com 50% sombreamento (preta, aluminizada, vermelha e cinza), observaram plantas com maior ganho de massa seca da parte aérea em telas que apresentaram temperaturas mais baixas, demonstrando que houve influência no equilíbrio do balanço de carbono das plantas. Nesse sentido, acredita-se que as plantas de telado tenham apresentado superioridade no incremento de massa seca em detrimento de maior crescimento, número de folhas e área foliar.

Em relação à massa seca da raiz (Figura 6), as plantas cultivadas em telado apresentaram respostas significativas com médias superiores em todas as doses de biofertilizante aplicadas, sendo que seus dados foram ajustados à função polinomial quadrática possibilitando observar que as plantas atingiram um ponto máximo de 16,82 g quando receberam a dose semanal de 907,5 ml de biofertilizante misto. Já as plantas cultivadas em pleno sol, apresentaram um crescimento linear com acréscimo de 0,0026 g para cada aumento de dose de biofertilizante misto, obtendo-se um incremento de 66,67%, ao comparar o ponto máximo (6 g planta⁻¹) com o ponto mínimo (2 g planta⁻¹).

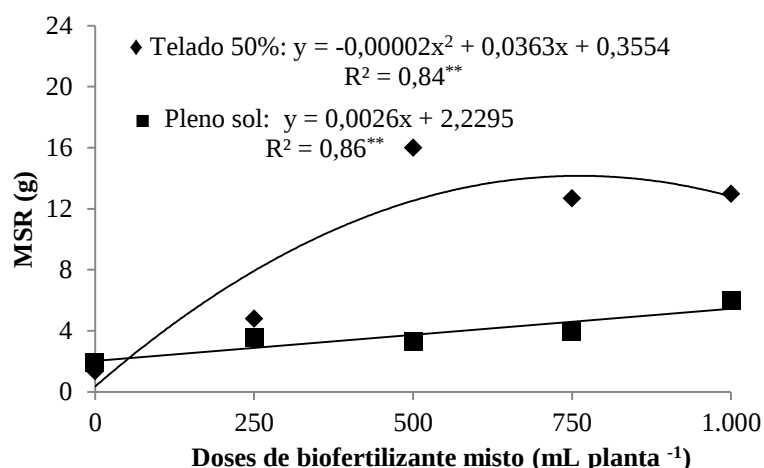


Figura 6. Massa seca da raiz (MSR) de plantas de pimentão cultivadas em dois ambientes (telado total com 50% de sombreamento e sol pleno) e adubadas com doses de biofertilizante misto (0, 250, 500, 750 e 1000 mL), Redenção-CE, 2018.

Estes resultados corroboram aos encontrados por Suassuna et al. (2016), que ao cultivarem mudas de cajueiro anão precoce em dois ambientes (viveiro 50% sombreamento e pleno sol), obtiveram maior acúmulo de matéria seca das raízes quando cultivadas em viveiro com 50% de sombreamento, sendo que este ambiente proporcionou baixa temperatura e menor incidência de luminosidade contribuindo para o desenvolvimento da cultura. Com base nisso, acredita-se que as plantas de pimentão apresentaram maior ganho de massa seca nas raízes em telado, possivelmente pelas melhores condições de cultivo quando comparado ao ambiente de pleno sol que desempenhou baixo incremento de biomassa nas raízes em razão das altas temperaturas e radiação solar.

Na análise de variância apresentada na Tabela 4, pode-se observar que a variável taxa fotossintética líquida (A) foi significativa apenas para o fator ambiente e a variável índice relativo de clorofila (IRC) sofreu influência somente para o fator biofertilizante, enquanto as demais variáveis foram significativas para os fatores isolados (ambiente e biofertilizante) ao nível de 1% de probabilidade. Para a interação entre os fatores (ambiente x biofertilizante), apenas a variável condutância estomática (g_s) sofreu influência significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para a taxa fotossintética líquida (A), condutância estomática (g_s) e índice relativo de clorofila (IRC) de plantas de pimentão cultivadas em dois ambientes (telado total com 50% de sombreamento e sol pleno) e adubadas com diferentes doses de biofertilizante misto (0; 250; 500; 750; 1000 mL), Redenção-CE, 2018.

Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio		
		A	g_s	IRC
Blocos	3	2,77 ^{ns}	0,05556 ^{ns}	22,84 ^{ns}
Ambiente (A)	1	87,98*	16,17**	22,73 ^{ns}
Biofertilizante (B)	4	36,53 ^{ns}	0,44367**	174,84**
Int. A x B	4	34,56 ^{ns}	0,53225**	54,05 ^{ns}
Resíduo	27	20,22	0,07711	26,25
Total	39	-	-	-
Média Geral	-	19,56	0,99562	37,51
CV (%)	-	22,99	27,89	13,66

GL = Grau de liberdade; CV = Coeficiente de variação; ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; * Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ns = não significativo.

Para a taxa fotossintética líquida (A), observou-se que as plantas cultivadas no ambiente de pleno sol apresentaram melhores respostas com atividade fotossintética superior às plantas cultivadas no ambiente de telado, alcançando média de $21,04 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Figura 7). Essa melhor resposta da atividade fotossintética, pode estar relacionada à plena exposição das plantas de pimentão à radiação solar, cujo fator é responsável pelo fornecimento de energia luminosa para oxidação da molécula de água, liberando oxigênio e redução de dióxido de carbono para geração de compostos orgânicos (Kluge, Tezotto-Uliana, & Silva, 2014).

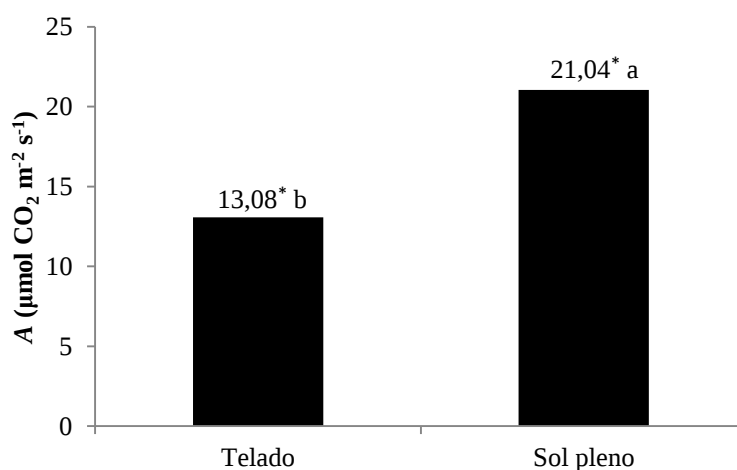


Figura 7. Taxa fotossintética líquida (A) de plantas de pimentão cultivadas em ambiente de telado com 50% de sombreamento e sol pleno, Redenção-CE, 2018.

Em relação à variável condutância estomática (g_s), as plantas de pimentão cultivadas em ambiente de telado apresentaram os estômatos abertos por mais tempo, obtendo-se um acréscimo de $0,0009 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para cada aumento de dose de biofertilizante misto e incremento de 41,89% ao comparar o ponto máximo ($2,22 \text{ planta}^{-1}$) com o ponto mínimo

(1,29 planta⁻¹) (Figura 8). Já as plantas cultivadas em pleno sol, apresentaram menor abertura estomática comparada ao ambiente protegido, onde seus dados foram ajustados à função polinomial quadrática verificando-se um ponto máximo de 0,44 mol de H₂O m⁻² s⁻¹ quando as plantas receberam a dose semanal de 500 mL de biofertilizante misto.

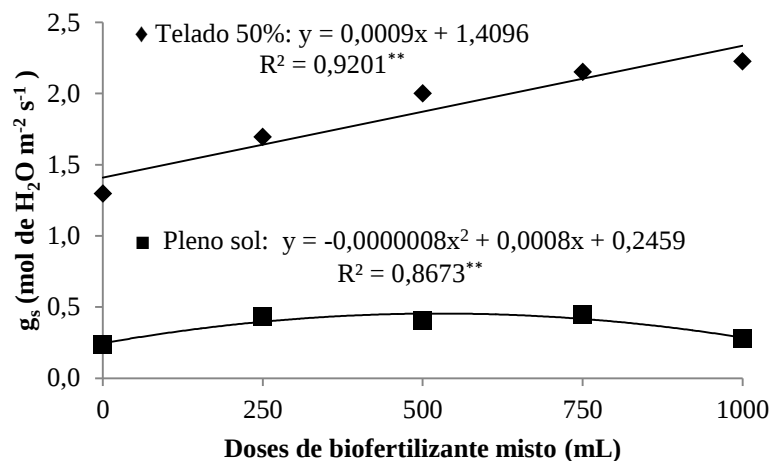


Figura 8. Conduância estomática (g_s) de plantas de pimentão cultivadas em dois ambientes (telado total com 50% de sombreamento e sol pleno) e adubadas com doses de biofertilizante misto (0, 250, 500, 750 e 1000 mL), Redenção-CE, 2018.

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2015), que ao trabalharem com plantas de berinjela obtiveram maior conduância estomática em ambiente protegido mediante o acréscimo da disponibilidade hídrica no solo. Nesse sentido, a superioridade da conduância estomática das plantas cultivadas em telado pode estar relacionada às boas condições de cultivo no interior do ambiente que tornaram um microclima favorável para a abertura dos estômatos.

Já as plantas cultivadas em pleno sol, possivelmente em razão de altas temperaturas, precisaram diminuir a abertura dos estômatos como ajuste fisiológico para evitar maiores perdas de vapor de água para o ambiente. Vale ressaltar que mesmo com a menor abertura estomática, as plantas conseguiram realizar fotossíntese, porém esses fotoassimilados possivelmente não foram utilizados para crescimento, mas sim para sua manutenção.

Para a variável índice relativo de clorofila (IRC), pode-se observar que as plantas de pimentão apresentaram um crescimento linear com um acréscimo de 0,0117 $\mu\text{g cm}^2$ para cada aumento de dose de biofertilizante, obtendo-se um incremento de 26,29% ao comparar o ponto mínimo (32,04 planta⁻¹) com o ponto máximo (43,47 planta⁻¹) de menor e maior dose de biofertilizante misto aplicadas, respectivamente (Figura 10).

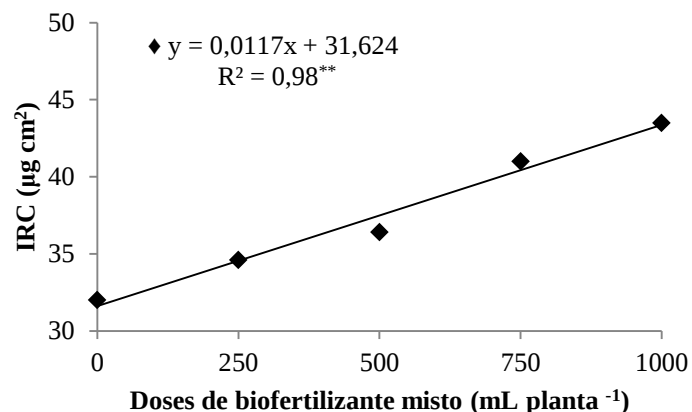


Figura 9. Índice relativo de clorofila (IRC) de plantas de pimentão em função de diferentes doses de biofertilizante misto (0, 250, 500, 750 e 1000 mL), Redenção-CE, 2018.

A resposta das plantas à crescente produção de clorofila pode estar relacionado ao biofertilizante que possui em sua composição alta concentração de nitrogênio e teores de magnésio, sendo estes elementos responsáveis pela constituição da molécula de clorofila desempenhando função estrutural e de ativação enzimática (Taiz, Zeiger, Moller, & Murphy, 2017).

Conclusão

Nas condições do presente estudo, verificou-se que as plantas de pimentão apresentaram maior crescimento e melhor acúmulo de biomassa em seus órgãos vegetais quando foram cultivadas em ambiente de telado com 50% de sombreamento recebendo a dose semanal de 1000 mL de biofertilizante misto.

Referências

- Araújo, D. L., Araújo, D. L., Melo, E. N., Santos, J. G. R., & Azevedo, A. V. (2014). Crescimento do pimentão sob diferentes concentrações de biofertilizante e lâminas de irrigação. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 9(3), 172-181.
- Albuquerque, F. da S., Silva, Ênio F. de F. e, Albuquerque Filho, J.A. C. de., & Nunes, M. F. F. N. (2011). Crescimento e rendimento de pimentão fertirrigado sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 15(7), 686-694. DOI: 10.1590/S1415-43662011000700006
- Carvalho, K. S., Koetz, M., Polizel, A. C., Cabral, E. A.; & Silva, C. R. M. (2013). Cultivo de pimentão vermelho submetido à tensões de água no solo. *Revista Enciclopédia Biosfera*, 9(16), 659-669.
- Carvalho, J.A., Rezende, F.C., Aquino, R.F., Freitas, W.A., & Oliveira, E.C. (2011). Análise produtiva e econômica do pimentão-vermelho irrigado com diferentes lâminas, cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, 15(6), 569-574.

- Costa, C. M. F., Seabra Júnior, S., & Arruda, G. R. (2011). Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. *Revista Ciências Agrárias*, 32(1), 93-102. DOI: 10.5433/1679-0359.2011v32n1p93
- Franca, R. J. F., Leitão, M. M. V. B. R., & Campeche, L. F. de S. C. (2017). Produtividade do tomate cereja em ambiente protegido e céu aberto em função das lâminas e intermitências de irrigação. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 11(2), 1364–1370. DOI: 10.7127/RBAI.V11N200628
- Guerra, A. M. N. M., Costa, A. C. M., & Tavares, P. R. F. (2017). Atividade fotossintética e produtividade de alface cultivada sob sombreamento. *Revista Agropecuária Técnica*, Areia, 38(3), 125-132. DOI: 10.25066/agrotec.v38i3.29246
- Gomes Júnior, J., Silva, A. J. N., Silva, L. L. M., Souza, F. T., & Silva, J. R. (2011). Crescimento e produtividade de tomateiros do grupo cereja em função da aplicação de biofertilizante líquido e fungo micorrízico arbuscular. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6(4), 627-633. DOI: 10.5039/agraria.v6i4a1362
- Hirata, A. C. S., & Hirata, E. K. (2015). Desempenho produtivo do agrião d'água cultivado em solo sob telas de sombreamento. *Revista Agropecuária Brasileira*, 50(10), p. 895-901. DOI: 10.1590/S0100-204X2015001000005
- Kluge, R. A., Tezotto-uliana, J. V., & Silva, P. P. M. (2015). Aspectos Fisiológicos e Ambientais da Fotossíntese. *Revista Virtual de Química*, 7(1), 56-73. DOI: 10.5935/1984-6835.20150004
- Lacerda, C. F., Carvalho, C. M., Vieira, M. R., Nobre, J. G. A., Neves, A. L. R., & Rodrigues, C. F. (2010). Análise de crescimento de milho e feijão sob diferentes condições de sombreamento. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Pernambuco, 5(1), 18-24. DOI: 10.5039/agraria.v5i1a485
- Nohama, M. T. R., Rodrigues, L. F. O. S., Seabra Júnior, S., Silva, M. B., Oliveira, R. G., & Nunes, M. C. M. (2011). Desempenho de salsa sob telas de sombreamento. *Horticultura Brasileira*, 29(2), 1-7.
- Pivetta, C. R., Heldwein, A. B., Maldaner, I. C., Radons, S. Z., Tazzo, I. F., & Lucas, D. D. (2010). Evapotranspiração máxima do pimentão cultivado em estufa plástica em função de variáveis fenométricas e meteorológicas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 14(7), 768-775. DOI: 10.1590/S1415-43662010000700013
- Silva, F. A. S., & Azevedo, C. A. V. (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal Agricultural Research*, 11, 3733-3740.
- Suassuna, C. F., Ferreira, N. M., Silva Sá, F. V., Bertino, A. M. P., Mesquita, E. F., Paiva, E. P., Jesus, P. L. M., Bertino, A. M. P. (2016). Produção de mudas de cajueiro anão precoce cultivado em diferentes substratos e ambientes. *Revista Agrarian*, 9(33), 197-209.
- Sediyama, Maria A. N., Santos, Marlei R., Vidigal, Sanzio M., Pinto, Cláudia L. de O., & Jacob, Luciano L. (2014). Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18(6), 588-594. DOI: 10.1590/S1415-43662014000600004
- Silva, C. R., Vasconcelos, C. de S., Silva, V. J., Sousa, L. B., & Sanches, M. C. (2013). Crescimento de mudas de tomateiro com diferentes telas de sombreamento. *Revista Bioscience Journal*. 19(1), 1415-1420.
- Souza, N.H., Carnevali, T.O., Ramos, D.D., Scalón, S.P.Q., Marchetti, M.E., & Vieira, M.C. (2011). Produção de mudas de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) em diferentes substratos

- e luminosidades. *Rev. Bras. Pl. Med.* 13(3), 276-281. DOI: 10.1590/S1516-05722011000300005
- Santos, L. L., Seabra Junior, S., & Nunes, M. C. M. (2010). Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. *Revista de Ciências Agroambientais*, 8(1), 83-93.
- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., & Murphy, A. (2017). *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6 ed. Artmed, 858p.
- Trani, Paulo E., Terra, M. M., Tecchio, M. A., Teixeira, L. A. J., & Hanasiro, J. (2013). Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas. *Instituto Agrônomo*, 16p.
- Viana, E. P. T., Dantas, R. T., Silva, R. T. S., Costa, J. H. S., & Soares, L. A. A. (2013). Cultivo de alface sob diferentes condições ambientais. *Revista Agropecuária Científica no Semiárido*, 9(2), 21-26. DOI: 10.30969/acsa.v9i2.316