

Influência do ambiente e do biofertilizante misto na ecofisiologia de plantas de pimentão**Influence of environment and mixed biofertilizer on the ecophysiology of pepper plants**

DOI:10.34117/bjdv6n6-536

Recebimento dos originais: 08/05/2020

Aceitação para publicação: 24/06/2020

Francisca Nayane Saraiva da Silva

Graduada em Agronomia

Instituição: Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Endereço: Rua Enilson Gouveia, s/n, 62790-000, Centro, Redenção, Ceará, Brasil

E-mail: nayanesaraiva.ph@gmail.com

Letícia Kenia Bessa de Oliveira

Doutoranda em Agronomia/Fitotecnia

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Rua Érico Mota, 241, 60450-175, Parquelândia, Fortaleza, Ceará, Brasil

E-mail: leticia.kbo7@gmail.com

Rafael Santiago da Costa

Doutorando em Agronomia/Fitotecnia

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Rua Alcântara Bilhar, 677, 60356-530, Padre Andrade, Fortaleza, Ceará, Brasil

E-mail: rafaelst Santiagodacosta@yahoo.com.br

José Lucas Guedes dos Santos

Mestrando em Zootecnia

Instituição: Universidade Federal do Ceará

Endereço: Rua Mendes Guimarães, 151, 60355-487, Presidente Kennedy, Fortaleza, Ceará, Brasil

E-mail: lucas2011guedes@hotmail.com

José Abel Aguiar da Silva Paz

Graduando em Agronomia

Instituição: Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Endereço: Rua José Franco de Oliveira, s/n, 62790-970 – Campus das Auroras, Redenção, Ceará, Brasil

E-mail: abelpaz06@gmail.com

Aiala Vieira Amorim

Professora Adjunta IV ao Instituto de Desenvolvimento Rural

Instituição: Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Endereço: Avenida da Abolição, 03, 62790-000, Centro, Redenção, Ceará, Brasil

E-mail: aialaamorim@unilab.edu.br

Albanise Barbosa Marinho

Professora Associada I ao Instituto de Desenvolvimento Rural
 Instituição: Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
 Endereço: Avenida da Abolição, 03, 62790-000, Centro, Redenção, Ceará, Brasil
 E-mail: albanise@unilab.edu.br

Pedro Henrique de Lima Gomes

Mestrando em Ciências Físicas Aplicadas
 Instituição: Universidade Estadual do Ceará
 Endereço: Avenida Doutor Silas Munguba, 1700, 60714-903 – Campus do Itaperi,
 Fortaleza, Ceará, Brasil
 E-mail: phenrique.lima@aluno.uece.br

RESUMO

O pimentão é uma hortaliça considerada tipicamente de clima tropical, porém pode apresentar sensibilidade a altas temperaturas e elevada incidência de radiação solar. Nesse sentido, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a influência do ambiente de cultivo e de 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 á 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, sendo 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. 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.

ABSTRACT

Pepper is a vegetable typically considered to have a tropical climate, but it can be sensitive to high temperatures and a high incidence of solar radiation. In this sense, the objective of this study was to evaluate the influence of the cultivation environment and different doses of mixed biofertilizer on the growth and gas exchange of pepper plants. The experiment was carried out from October 2018 to February 2019, at the experimental farm of the University of International Integration of Afro-Brazilian Lusophony (UNILAB), located in Redenção, Ceará. An experimental design was used in 4 randomized blocks with a 2x5 factorial arrangement, with two cultivation environments (50% shade screen and full sun) and five doses of mixed biofertilizer (0, 250, 500, 750 and 1000 mL). on 120 plants. The variables of height (ALT), number of leaves (NF), leaf area (AF), shoot dry matter (MSPA), root dry mass (MSR), liquid photosynthetic rate (A), stomatal conductance (g_s) and relative chlorophyll index (CRI). The variables: height, number of leaves, leaf area, dry mass of the aerial part and dry mass of the roots were significantly influenced by the protected environment and the application of mixed biofertilizer. In full sun, the plants showed higher

stomatal conductance. The relative chlorophyll index, on the other hand, increased as the application of mixed biofertilizer increased. Under the conditions of the present study, it was found that the pepper plants showed greater growth and better accumulation of biomass in their plant organs when they were grown on a screen with 50% shading receiving a weekly dose of 1000 mL of mixed biofertilizer.

Keywords: *Capsicum annuum* L., shading, organic cultivation, fertilization.

1 INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma planta originária do continente americano de clima tipicamente tropical e muito cultivado em todo o território brasileiro (CARVALHO et al., 2011; CARVALHO et al., 2013). No Brasil, a hortaliça está entre as dez olerícolas de maior importância econômica no mercado hortifrutigranjeiro, isto em razão de sua crescente utilização na culinária para o qual são ofertadas em forma de saladas ou destinadas a fabricação de condimentos, conservas e molhos (ARAÚJO et al., 2014; CARVALHO et al., 2011).

Nesse sentido, a crescente demanda pelo pimentão vem despertando o interesse de pequenos e médios produtores para o investimento ou ampliação de sua produção. Porém, grande parte dos agricultores vem ultimamente enfrentando algumas dificuldades no cultivo em campo aberto, as quais dentre estas, estão relacionadas à sensibilidade das plantas causadas pela instabilidade das condições ambientais que acabam acarretando em sérios prejuízos a produção (ARAÚJO et al., 2014).

Em relação à sensibilidade adquirida pelas plantas, algumas pesquisas vêm sendo realizadas para encontrar novas alternativas de cultivo e de tecnologia que possa tanto aumentar a produção, quanto torna-la autossuficiente (ARAÚJO et al., 2014). Nesta perspectiva, um dos assuntos que vem ganhando notoriedade no campo científico é o cultivo em ambiente protegido, pois tem desempenhado respostas positivas para o sistema de produção de hortaliças, em razão de que vem proporcionando ótima qualidade dos frutos, garantindo intensidade de cultivo, precisão e oferta programada (ARAGÃO et al., 2011).

De acordo com Moraes et al. (2011), o cultivo em ambiente protegido tem sido cada vez mais utilizado, uma vez que proporciona uma condição microclimática adequada para o desenvolvimento das culturas, reduzindo os efeitos nocivos das altas taxas de radiação solar e de temperatura. Segundo Ferreira et al. (2014), ao trabalharem com o cultivo de pimentão em diferentes ambientes (tela refletiva aluminizada com 40% de sombreamento e campo aberto), obtiveram frutos com melhor qualidade quando as plantas foram cultivadas em ambiente de telado aluminizado com 40% de sombreamento.

Do ponto de vista econômico, a adubação também vem despertando o interesse de pesquisadores na busca por fontes alternativas que possam diminuir os custos de produção, visto que

a obtenção de fertilizantes comerciais pelos produtores agrícolas é muito onerosa. Nesse contexto, a adubação orgânica de origem animal vem representando uma excelente alternativa, já que diante das pesquisas, este insumo proporciona a melhoria da estrutura física, fertilidade e conservação do solo, como também é de baixo custo (NETO et al., 2013; PEREIRA et al., 2013).

Dentre as fontes de adubação orgânica de origem animal, vem destacando-se a utilização de biofertilizante líquido, pois de acordo com algumas pesquisas tem demonstrado resultados promissores, visto que além de serem recursos que estão facilmente disponíveis aos produtores, também têm desempenhado ótimos benefícios em razão da disponibilização de nutrientes mineralizados, resultantes da ação metabólica de microrganismos, que são prontamente absorvidos pelas plantas (ARAÚJO et al., 2014; BATISTA et al., 2019).

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.

2 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 transplântio 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 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.

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).

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	10,6	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 – LABSAT/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 4L 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 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). A elaboração dos gráficos foi realizada mediante a utilização do programa computacional *Microsoft Excel* versão 7.0.

3 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.

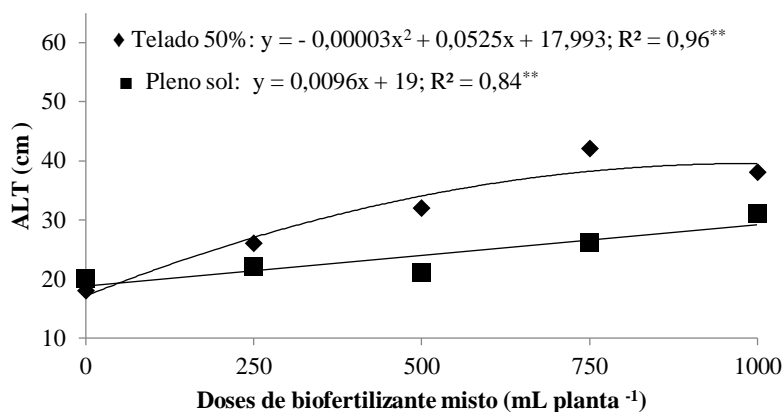
Tabela 3. Resumo da análise de variância para altura (ALT), número de folhas (NF), área foliar (AF), massa seca da parte aérea (MSPA e massa seca da raiz (MSR), de plantas de pimentão cultivadas em dois ambientes (telado total com 50% de sombreamento e sol pleno) e adubadas com diferentes doses de biofertilizante 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}	4119789,43 ^{ns}	41,64 ^{ns}	2,52 ^{ns}
Ambiente (A)	1	912,60 ^{**}	137,52 ^{**}	168592360,00 ^{**}	2471,49 ^{**}	345,21 ^{**}
Biofertilizante (B)	4	388,89 ^{**}	256,22 ^{**}	93445166,02 ^{**}	1234,31 ^{**}	109,74 ^{**}
Int. A x B	4	159,11 ^{**}	74,73 ^{**}	30116997,87 [*]	467,03 ^{**}	64,76 ^{**}
Resíduo	27	15,02	14,25	7591370,85	30,13	3,09
Total	39	-	-	-	-	-
Média Geral	-	28,76	17,02	6889,73	21,07	6,77
CV (%)	-	13,48	22,18	39,99	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 1). 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 1. 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.

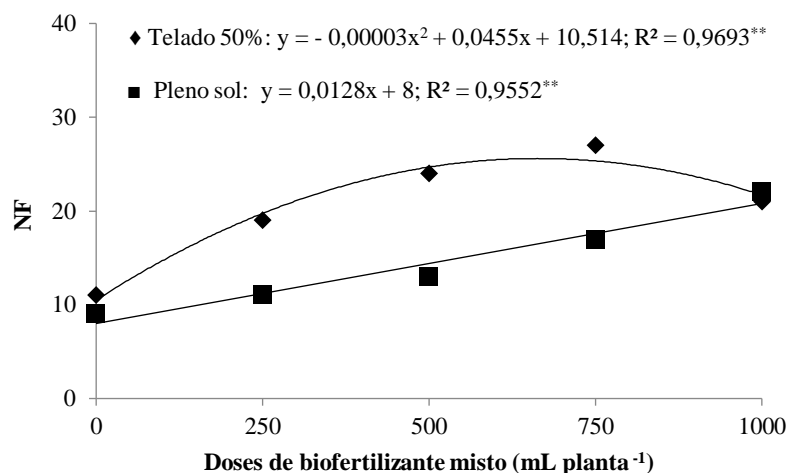


Esta resposta adaptativa das plantas de telado também foi verificada por Costa et al. (2011) que ao trabalharem com plantas de rúcula em diferentes ambientes (telados 30, 40 e 50% e campo aberto) e épocas de avaliação (23, 30, 37 e 44 DAS), observaram plantas mais altas no ambiente de telado preto com 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 2), 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 (9 planta⁻¹).

Figura 2. 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.

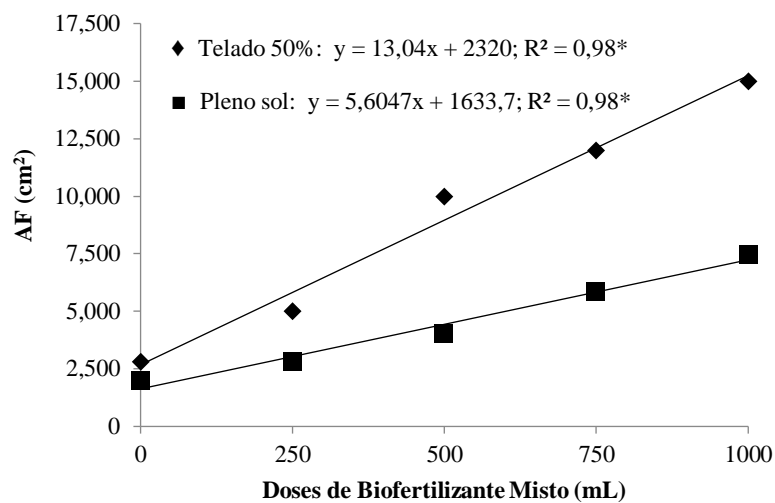


O maior número de folhas em cultivo protegido pode estar relacionado com as condições ambientais no interior do ambiente, que possivelmente proporcionaram um microclima menos estressante quando comparado ao ambiente de pleno sol, fazendo-se com que as plantas investissem seus fotoassimilados em crescimento. 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 3), observa-se que as plantas cultivadas em telado responderam com resultados superiores às plantas cultivadas em pleno sol, apresentando um crescimento linear com acréscimo de 13,04 cm² para cada aumento de dose de biofertilizante

aplicado, obtendo-se um incremento de 81,9% ao comparar o ponto máximo (11994 planta⁻¹) com o ponto mínimo (2168,8 planta⁻¹) de maior e menor dose de biofertilizante. Já as plantas cultivadas em pleno sol, apresentaram um crescimento linear com acréscimo de 5,6 cm² para cada aumento de dose de biofertilizante, obtendo-se um baixo incremento de 30,9% quando comparado ao ambiente de telado.

Figura 3. 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.



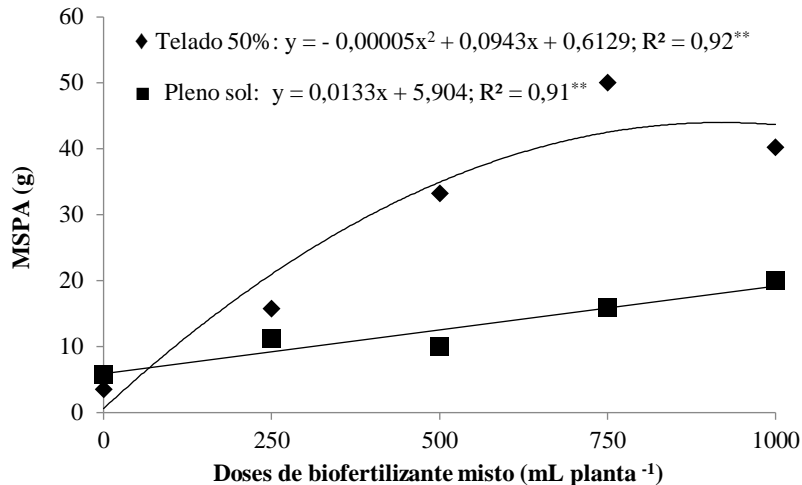
De acordo com os resultados apresentados, o aumento de área foliar das plantas de pimentão cultivadas em telado pode estar relacionado a uma adaptação morfológica na tentativa de aumentar a captação dos raios solares, quando submetida à restrição ou a baixos índices de luz (LACERDA et al., 2010). Por outro lado, as plantas de pimentão diminuiram 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 et al. (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 4), 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).

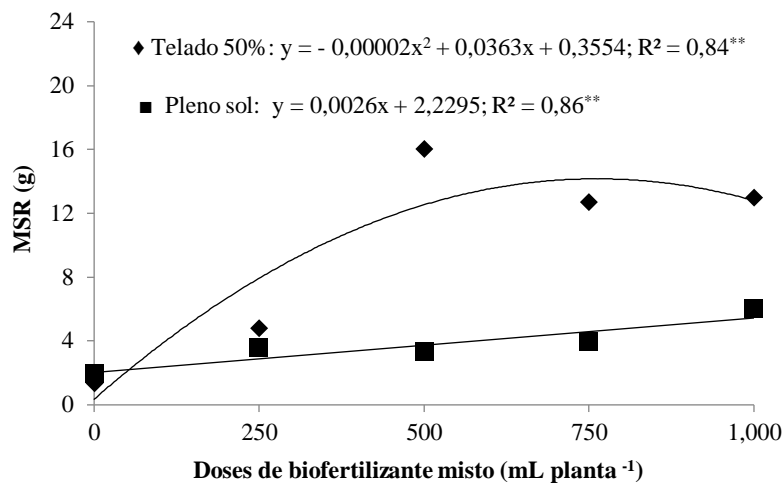
Figura 4. Massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de pimentão cultivadas em dois ambientes (telado total com 50% de sombreamento e sol pleno) e adubadas com doses de biofertilizante misto (0, 250, 500, 750 e 1000 mL), Redenção-CE, 2018.



Resposta semelhante foram encontradas por Silva et al. (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 5), 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 5. 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 para os fatores isolados (ambiente e biofertilizante), a variável taxa fotossintética líquida (A) não apresentou significância estatística, mas a variável condutância estomática foi significativa para todos os fatores analisados e apenas a variável índice relativo de clorofila (IRC) sofreu influência pelo fator biofertilizante. Para a interação entre os fatores (ambiente x biofertilizante), somente 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.

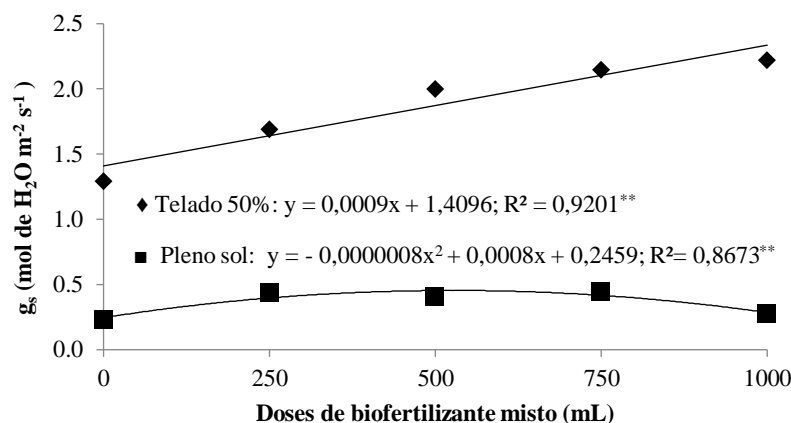
Fontes de Variação	GL	Quadrado Médio		
		A	g_s	IRC
Blocos	3	27,76 ^{ns}	0,05556 ^{ns}	22,84 ^{ns}
Ambiente (A)	1	46,45 ^{ns}	16,17 ^{**}	22,73 ^{ns}
Biofertilizante (B)	4	35,93 ^{ns}	0,44367 ^{**}	174,84 ^{**}
Int. A x B	4	39,57 ^{ns}	0,53225 ^{**}	54,05 ^{ns}
Resíduo	27	30,76	0,07711	26,25
Total	39	-	-	-
Média Geral	-	17,92	0,99562	37,51
CV (%)	-	30,95	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), observa-se que as plantas de pimentão não apresentaram diferenças entre os ambientes de cultivo, levando-se a inferir que este resultado pode estar relacionado ao comportamento genético das plantas em buscar uma adaptação fisiológica as condições ambientais apresentadas nos ambientes de telado e de pleno sol.

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 mol de $H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$ para cada aumento de dose de biofertilizante misto e incremento de 41,89% ao comparar o ponto máximo (2,22 planta⁻¹) com o ponto mínimo (1,29 planta⁻¹) (Figura 6). 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 $H_2O\ m^{-2}\ s^{-1}$ quando as plantas receberam a dose semanal de 500 mL de biofertilizante misto.

Figura 6. Condutância 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.

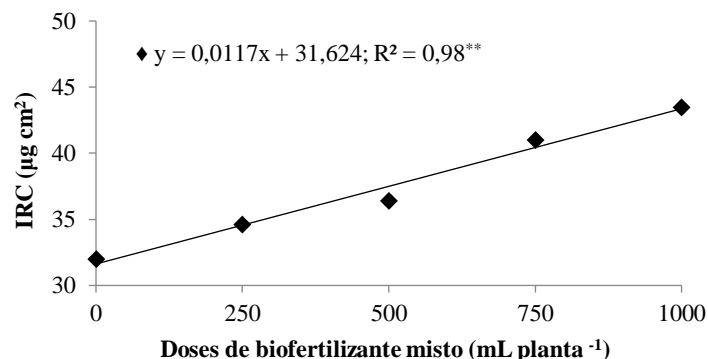


Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2015), que ao trabalharem com plantas de berinjela obtiveram maior condutância estomática em ambiente protegido mediante o acréscimo da disponibilidade hídrica no solo. Nesse sentido, a superioridade da condutância estomática das plantas cultivadas 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 ($32,04 \text{ planta}^{-1}$) com o ponto máximo ($43,47 \text{ planta}^{-1}$) de menor e maior dose de biofertilizante misto aplicadas, respectivamente (Figura 7).

Figura 7. 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 et al., 2017).

4 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. Crescimento do pimentão sob diferentes concentrações de biofertilizante e lâminas de irrigação. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 9, n. 3, p. 172-181, 2014.
- ARAGÃO, C. A.; CARVALHO, T. G.; SANTOS, H. A.; VASCONCELOS, A. S.; FLORES, D. S. Rendimento e qualidade de frutos de híbridos de pimentão cultivados sob diferentes telas de sombreamento e em campo. *Horticultura Brasileira*, v. 29, n. 2, p. 2021-2028, 2011.
- BATISTA, G. dos S.; SILVA, J. L.; ROCHA, D. N. S.; SOUZA, A. R. E.; ARAUJO, J. F.; MESQUITA, A. C. Crescimento inicial do meloeiro em função da aplicação de biofertilizantes no cultivo orgânico. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, v. 9, n. 2, p. 24-32, 2019.
- CARVALHO, K. S., KOETZ, M., POLIZEL, A. C., CABRAL, E. A.; SILVA, C. R. M. Cultivo de pimentão vermelho submetido à tensões de água no solo. *Revista Enciclopédia Biosfera*, v. 9, n. 16, p. 659-669, 2013.
- CARVALHO, J.A., REZENDE, F.C., AQUINO, R.F., FREITAS, W.A., OLIVEIRA, E.C. Análise produtiva e econômica do pimentão-vermelho irrigado com diferentes lâminas, cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v. 15, n. 6, p. 569-574, 2011.
- COSTA, C. M. F.; SEABRA JÚNIOR, S.; ARRUDA, G. R.; SOUZA, S. B. S. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. *Revista Ciências Agrárias*, v. 32, n. 1, p. 93-102, 2011.
- COSTA, M. S. S. M.; PIVETTA, L.A.; COSTA, L.A.M.; PIVETTA, L.G.; CASTOLDI, G.; STEINER, F. Atributos físicos do solo e produtividade do milho sob sistemas de manejo e adubações. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 15, n. 8, p. 810-815, 2011.
- FERREIRA, R. de C.; BEZERRA, R. de S.; ROSA, J. Q. S. Efeitos da modificação da intensidade da luz por uma tela refletiva aluminizada no crescimento e rendimento de pimentão. *Revista Engenharia Agrícola*, v. 34, n. 4, p. 626-635, 2014.
- HIRATA, A. C. S., HIRATA, E. K. Desempenho produtivo do agrião d'água cultivado em solo sob telas de sombreamento. *Revista Agropecuária Brasileira*, v. 50, n. 10, p. 895-901, 2015.

- KÖPPEN, W. The climates of the earth. Berlin: Walter de Gruyter & Co, p. 1-369, 1923.
- LACERDA, C. F., CARVALHO, C. M., VIEIRA, M. R., NOBRE, J. G. A., NEVES, A. L. R., RODRIGUES, C. F. Análise de crescimento de milho e feijão sob diferentes condições de sombreamento. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Pernambuco, v. 5, n. 1, p. 18-24, 2010.
- NETO, A. J. L.; DANTAS, T. A. G.; CAVALCANTE, L. F.; DIAS, T. J.; DINIZ, A. A. Biofertilizante bovino, cobertura morta e revestimento lateral dos sulcos na produção de pimentão. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 1-8, 2013.
- NOHAMA, M. T. R., RODRIGUES, L. F. O. S., SEABRA JÚNIOR, S., SILVA, M. B., OLIVEIRA, R. G., NUNES, M. C. M. Desempenho de salsa sob telas de sombreamento. *Horticultura Brasileira*, v. 29, n. 2, p. 1-7, 2011.
- PEREIRA, Dercio Ceri; NETO, Alfredo Wilsen; NÓBREGA, Lúcia Helena Pereira. Adubação orgânica e algumas aplicações agrícolas. *Revista Varia Scientia Agrárias*, v. 3, n. 2, p. 159-174, 2013.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The *Assistat Software* Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal Agricultural Research*, p. 3733-3740, 2016.
- 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. Produção de mudas de cajueiro anão precoce cultivado em diferentes substratos e ambientes. *Revista Agrarian*, v. 9, n. 33, p. 197-209, 2016.
- SILVA, Flaviana G.; DUTRA, Wellison F.; DUTRA, Alexson F.; OLIVEIRA, Izaac M.; FILGUEIRAS, Luanna M. B.; MELO, Alberto S. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 19, n. 10, p. 946-952, 2015.
- SILVA, C. R., VASCONCELOS, C. de S., SILVA, V. J., SOUSA, L. B., SANCHES, M. C. Crescimento de mudas de tomateiro com diferentes telas de sombreamento. *Revista Bioscience Journal*, v. 19, n. 1, p. 1415-1420, 2013.
- TAIZ, L., ZEIGER, E., MOLLER, I. M., MURPHY, A. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6 ed. Artmed, 858p, 2017.