

Crescimento do pimentão sob diferentes concentrações de biofertilizante e lâminas de irrigação

Chili growth under different concentrations of fertilizer and irrigation

Diva Lima de Araújo¹; Danila Lima de Araújo²; Edinete Nunes de Melo³; José Geraldo Rodrigues dos Santos⁴; Carlos Alberto Vieira de Azevedo⁵

Resumo: Objetivou-se estudar os efeitos de concentrações de biofertilizantes e lâminas de irrigação no crescimento do pimentão. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências Humanas e Agrárias - CCHA, da Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, Campus-IV, em Catolé do Rocha-PB. Foram estudados, os efeitos de cinco concentrações de biofertilizante ($C_1 = 0$, $C_2 = 15$, $C_3 = 30$, $C_4 = 45$ e $C_5 = 60$ ml L⁻¹) e de cinco lâminas de irrigação ($L_1 = 80\%$, $L_2 = 90\%$, $L_3 = 100\%$, $L_4 = 110\%$ e $L_5 = 120\%$ da NIB - Necessidade de Irrigação Bruta) no crescimento do pimentão. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com 25 tratamentos, num arranjo fatorial 5x5, com 4 repetições, totalizando 100 parcelas experimentais. A parcela experimental foi composta de duas plantas. O biofertilizante utilizado nas adubações de cobertura foi produzido, de forma anaeróbia, em recipientes plásticos (biodigestores) com capacidade individual para 240 litros. Os resultados da pesquisa mostram que as variáveis de crescimento do pimentão tiveram aumentos lineares crescentes com o incremento das concentrações de biofertilizante e das lâminas de irrigação.

Palavras-chave: olerícola, fertilizante, necessidade hídrica

Abstract: Aimed to study the effects of concentrations of bio-fertilizers and irrigation on the growth of chili. The experiment was conducted at the Center for Agricultural Sciences and Humanities - CCHA, the State University of Paraíba - UEPB, Campus-IV, in Catolé Rock-PB. We studied the effects of five concentrations of biofertilizers ($C_1 = 0$, $C_2 = 15$, $C_3 = 30$, $C_4 = 45$ and $C_5 = 60$ ml L⁻¹) and five irrigation levels ($L_1 = 80\%$, $L_2 = 90\%$, $L_3 = 100\%$, $L_4 = 110\%$ and $L_5 = 120\%$ NIB - Need Irrigation Gross) on the growth of chili. The experimental design was a randomized complete block design with 25 treatments in a 5x5 factorial arrangement with 4 replications, totaling 100 plots. The experimental plot consisted of two plants. The biofertilizer used in fertilization coverage was produced, anaerobic form, in plastic containers (digesters) individual capacity for 240 liters. The research results show that the growth variables chili had increased linearly increases with increasing concentrations of bio-fertilizer and irrigation.

Keywords: vegetable crop, fertilizer, water requirement

*Autor para correspondência

Recebido em 01/07/2014 e aceito em 05/09/2014

¹Dra. Engenharia Agrícola-UFPG/COPEAG, Campina Grande - Paraíba. Email: dyvaaraujo@gmail.com

²Mestre, Engenharia Agrícola. UFPG, Campina Grande - Paraíba. Email: danilalimaraujo@hotmail.com

³Graduando em Licenciatura em Ciências Agrárias - UEPB, Catolé do Rocha - Paraíba. email: edy_anjos@hotmail.com

⁴Dr. Engenharia Agrícola. Professor titular UEPB, Catolé do Rocha - PB. Email: josegeral@uepb.edu.br

⁵PhD DEAG/COPEAG/UFPG Campina Grande - PB . Email: cazevedo@deag.efcg.edu.br

INTRODUÇÃO

A produção olerícola é uma atividade agrícola muito vantajosa quando praticadas em épocas adequadas, locais de boas condições climáticas e de mercado favorável para sua comercialização; entretanto, tais condições dificilmente estão todas presentes em determinado sistema de produção. Torna-se imprescindível a busca de novas alternativas de cultivo e tecnologia para aumento de produtividade e maior estabilidade de produção, tornando o setor agrícola competitivo e auto-suficiente. (ARAÚJO et al., 2009).

Para Albuquerque et al. (2011), do ponto de vista econômico, o pimentão se encontra entre as dez hortaliças de maior importância no mercado nacional de olerícolas, por apresentar retorno rápido aos investimentos, inicia rapidamente a produção, por isso é bastante explorada por pequenos e médios produtores. Originário do continente americano podendo ser produzido o ano todo em regiões de clima quente, encontrando assim, ótimas condições de cultivo no nordeste brasileiro. (MONTEIRO et al., 2009)

Sediyama et al. (2009), retrata bem o uso de adubação orgânica de origem animal, sendo uma prática conveniente e até às vezes econômica para pequenos e médios produtores, entre outros benefícios como exercer melhoria na estrutura física, na fertilidade e na conservação do solo, favorecendo o aumento na retenção de água no solo, diminuindo perdas por erosão e favorecendo o controle biológico.

Para o uso adequado e eficiente da água na irrigação deve-se considerar tanto a disponibilidade quanto a quantidade e a qualidade da mesma, pois alguns vegetais como alface, pimentão e tomate são consumidos in natura, logo se torna imprescindível que a água a ser utilizada apresente características adequadas para não comprometer a qualidade do alimento. (MOURA et al., 2011) Para Moraes et al., (2008) a água é um dos fatores limitantes para a produção agrícola devendo-se ter demasiada atenção em seu uso, visto que o déficit ou excesso afeta, de maneira significativa, o rendimento das culturas, tornando-se necessário o manejo racional para maximizar a produção. A utilização adequada dos recursos hídricos garante o aumento da produtividade; apesar disto, faz-se necessário o fornecimento de nutrientes para as culturas.

A cultura do pimentão é bastante susceptível a deficiências hídricas, a suplementação de água em períodos secos, por meio da irrigação, é um fator

indispensável para a manutenção da produção e aumento da produtividade, diminuindo assim riscos econômicos e influenciando na quantidade e qualidade dos frutos. O período inicial da floração é o estágio mais sensível a carência hídrica por essa cultura, devendo o solo se manter próximo a 80% da sua capacidade de armazenamento, na profundidade efetiva do sistema radicular (SOUZA et al., 2011)

Apesar do crescente aumento do cultivo do pimentão, poucos trabalhos têm enfatizado a determinar a melhor lâmina de irrigação e a concentração de biofertilizante líquido enriquecido aplicado via foliar, mais adequada no cultivo do pimentão. Diante do exposto objetivou-se avaliar os efeitos das concentrações de biofertilizante e lâminas de irrigação no crescimento do pimentão, no município de Catolé do Rocha, na Paraíba.

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental está localizada no Centro de Ciências Humanas e Agrárias (CCHA), da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus IV no município de Catolé do Rocha no estado da Paraíba; localizado pelas coordenadas geográficas, latitude de 6°20'28" Sul e longitude de 34°44'59" ao Oeste do meridiano de Greenwich, com altitude de 275 m. Conforme a classificação climática de Köppen-Geiger (KOTTEK et al., 2006), o clima do município é do tipo BSh, ou seja, quente e seco do tipo estepe, com temperatura média mensal superior a 18 °C, durante todo o ano.

O experimento com pimentão (*Capsicum annuum* L.), foi instalado em condições de campo durante os meses de julho a novembro de 2013. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com 25 tratamentos, no arranjo fatorial 5x5, com 4 repetições, totalizando 100 parcelas experimentais (2 plantas/parcela). Foram estudados os efeitos de cinco concentrações de biofertilizante enriquecido (0, 15, 30, 45 e 60 mL L⁻¹) em pulverizações semanais e de cinco lâminas de irrigação (80%, 90%, 100%, 110% e 120% da NIB – Necessidade de Irrigação Bruta) no crescimento do pimentão.

A caracterização física e química do solo foi realizada e fornecida pelo Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e os resultados estão representados nas Tabelas 1 (atributos físicos) e Tabela 2 (atributos químicos).

Tabela 1- Atributos físicos do solo da área experimental localizada no Campus IV da UEPB, em Catolé do Rocha.

| Atributos | Profundidades | |
|---|---------------|----------|
| | 0-20 cm | 20-40 cm |
| Físicos | | |
| Granulometria –g.kg ⁻¹ | | |
| Areia | 666,7 | 666,9 |
| Silte | 200,8 | 201,0 |
| Argila | 132,5 | 132,5 |
| Classificação textural | Arenoso | Arenoso |
| Densidade aparente-g.cm ³ | 1,46 | 1,43 |
| Umidade de Saturação-g.kg ⁻¹ | 240,5 | 222,5 |
| Umidade C. Campo à 33,4 kPa-g.kg ⁻¹ | 104,0 | 120,0 |
| Umidade P. Murcha à 1519,9 kPa-g.kg ⁻¹ | 63,9 | 67,3 |

Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do Centro de Tecnologia e Recurso Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Tabela 2- Atributos químicos do solo da área experimental, UEPB, em Catolé do Rocha.

| Atributos | Profundidades | |
|---|---------------|----------|
| | 0-20 cm | 20-40 cm |
| Químicos | | |
| pH da pasta de saturação | 7,40 | 7,20 |
| Análise do extrato de saturação | | |
| Condutividade elétrica – dS m ⁻¹ | 1,04 | 0,73 |
| Cátions solúveis - mmol _c L ⁻¹ | | |
| <i>Cálcio</i> | 2,37 | 1,75 |
| <i>Magnésio</i> | 2,63 | 2,87 |
| <i>Sódio</i> | 4,76 | 3,11 |
| <i>Potássio</i> | 0,30 | 0,26 |
| RAS – (mmol _c L ⁻¹) ^{1/2} | 3,01 | 2,06 |
| Ânions – mmol _c L ⁻¹ | | |
| <i>Cloreto</i> | 6,50 | 3,75 |
| <i>Carbonato</i> | 0,00 | 3,75 |
| <i>Bicarbonato</i> | 3,00 | 0,00 |
| <i>Sulfato</i> | Ausência | Ausência |
| Complexo sortivo – cmol _c kg ⁻¹ | | |
| <i>Cálcio</i> | 3,83 | 4,13 |
| <i>Magnésio</i> | 0,97 | 1,50 |
| <i>Sódio</i> | 0,28 | 0,19 |
| <i>Potássio</i> | 0,11 | 0,14 |
| <i>Alumínio</i> | 0,00 | 0,00 |
| <i>Hidrogênio</i> | 0,00 | 0,00 |
| CTC | 5,19 | 5,96 |
| Porcentagem de sódio trocável | 5,39 | 3,19 |
| Carbono orgânico – g kg ⁻¹ | 4,2 | 4,1 |
| Matéria orgânica – g kg ⁻¹ | 7,2 | 7,1 |
| Nitrogênio – g kg ⁻¹ | 0,4 | 0,4 |
| Fósforo assimilável – mg/100g | 4,76 | 4,57 |

Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

A água utilizada no experimento foi captada de um poço amazonas próximo da área experimental,

cujos atributos químicos estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3- Atributos químicos da água utilizada para irrigação do pimentão

| Atributos químicos | Valores |
|--|-------------------------------|
| Condutividade elétrica – dS m ⁻¹ | 0,71 |
| Potencial hidrogeniônico - pH | 7,3 |
| Aminíacos em NH ₄ ⁺ | - |
| Nitratos em NO ₂ ⁻ | - |
| Nitratos em NO ₃ ⁻ | - |
| Cloretos em Cl ⁻ | 124,25 mg L ⁻¹ |
| Sulfatos em SO ₄ ⁻ | Leves traços |
| Alcalinidade de hidróxido em CaCO ₃ | Ausência |
| Alcalinidade carbonato em CaCO ₃ | Ausência |
| Alcalinidade em bicarbonato em CaCO ₃ | 220,00 mg L ⁻¹ |
| Cálcio em Ca ⁺⁺ | 50,00 mg L ⁻¹ |
| Magnésio em Mg ⁺⁺ | 13,20 mg L ⁻¹ |
| Sódio em Na ⁺ | 101,20 mg L ⁻¹ |
| Potássio em K ⁺ | 15,60 mg L ⁻¹ |
| Dureza total em CaCO ₃ | 180 mg L ⁻¹ |
| Relação de adsorção de sódio (RAS) | 3 |
| Classe | C ₂ S ₁ |

Laboratório de Irrigação e Salinidade (LIS) do Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

O preparo do solo para o plantio do pimentão constou de limpeza do terreno e abertura de covas distanciadas 0,5 m, deixando-se 1,0 m entre linhas. As mudas foram preparadas em bandejas de isopor, sendo distribuídas três sementes por célula. O substrato utilizado para o enchimento das bandejas foi a mistura de húmus de minhoca e massame, colocada na proporção de 1:1. As mudas foram protegidas com sombrite e irrigadas duas

vezes ao dia, com um regador, mantendo-se o substrato úmido. Antes de efetuar o transplante das mudas foi efetuada uma irrigação para deixar o solo na umidade de capacidade de campo. O plantio da cultura foi realizado no espaçamento de 1,0 m x 0,50 m, deixando-se 1 planta por cova. Na adubação de fundação do pimentão foi aplicado 1 kg de esterco bovino curtido por cova. Atributos químicos do esterco bovino curtido na Tabela 4.

Tabela 4. Atributos químicos do esterco curtido utilizado na adubação de fundação.

| ESPECIFICAÇÕES | TIPO DE FERTILIZANTE |
|----------------------------------|----------------------|
| | Esterco bovino |
| pH | 8,10 |
| Nitrogênio (g.kg ⁻¹) | 17,9 |
| Fósforo (g.kg ⁻¹) | 20,8 |
| Potássio (g.kg ⁻¹) | 11,0 |
| Cálcio (g.kg ⁻¹) | 16,6 |
| Magnésio (g.kg ⁻¹) | 3,8 |

Análises realizadas no Laboratório IBRA, Sumaré-SP.

Durante o ensaio de campo a cultura foi mantida livre de ervas invasoras, por meio de capinas efetivadas com uso da enxada manual. Para o controle de pragas e doenças foram realizadas, in loco, observações, durante os ciclos das culturas e, à medida em que foram detectadas pragas e/ou doenças, foram aplicados inseticidas naturais para seus respectivos controles.

O biofertilizante utilizado como adubação de cobertura via foliar em intervalos de 8 dias nas concentrações pré-estabelecidas, foi produzido anaerobicamente, em biodigestor formado por recipiente plástico, com tampa roscada e capacidade de 240 litros, contendo uma mangueira ligada a uma garrafa plástica transparente com água para retirada do gás metano

produzido pela fermentação do material pelas bactérias. Para a produção foram utilizados 70 kg de esterco verde de vacas em lactação, 120 L de água, 3 kg de farinha de rocha (MB4), 5 kg de leguminosa (feijão) e 3 kg de cinza de madeira, adicionando-se, também, 5 kg de açúcar e 5L de leite, para aceleração do metabolismo das bactérias. Após o processo de fermentação, durante aproximadamente 35 dias, o biofertilizante produzido foi encaminhado para análise dos atributos químicos no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, cujos resultados estão expostos na Tabela 5.

Tabela 5- Valores das análises químicas do biofertilizante líquido enriquecido utilizado no experimento, Catolé do Rocha – Paraíba, UEPB, 2013.

| ESPECIFICAÇÕES | TIPO DE FERTILIZANTE |
|----------------------------------|--|
| | Biofertilizante Enriquecido ¹ |
| pH | 5,25 |
| Nitrogênio (g.kg ⁻¹) | 0,80 |
| Fósforo (g.kg ⁻¹) | 0,40 |
| Potássio (g.kg ⁻¹) | 0,69 |
| Cálcio (g.kg ⁻¹) | 1,20 |
| Magnésio (g.kg ⁻¹) | 0,66 |
| Sódio (g.kg ⁻¹) | 0,28 |
| Enxofre (g.kg ⁻¹) | 0,06 |

Análise realizada no laboratório de fertilidade do solo do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE.

O pimentão, foi irrigado através do método de irrigação por gotejamento utilizando-se mangueiras de 16 mm com emissores de vazão de 12 L.h⁻¹, um emissor por planta. A água utilizada no experimento foi proveniente de um poço amazonas localizado próximo à área experimental, sendo bombeada para 1 caixa d'água com volume de armazenamento de 5.000 L de água, elevada a 5 m de altura, para fornecer pressão hidráulica suficiente. As irrigações foram realizadas diariamente, sendo as quantidades de água aplicadas calculadas com base na evaporação do tanque classe A repondo-se, no dia seguinte o volume correspondente à evaporação do dia anterior. Para o cálculo do volume de água aplicado, foram considerados valores tabelados de coeficiente do tanque classe A e coeficiente de cultivo para os diferentes estádios de desenvolvimento da cultura, além de valores diferenciados de coeficiente de cobertura ao longo do ciclo da cultura, sendo a necessidade de irrigação líquida (NIL) diária determinada pela Equação 1.

$$NIL \text{ Diária} = 0,88 \times Kc \times Epan \times Cs \quad (1)$$

Onde,

Kc - coeficiente de cultivo da cultura (tabelado);

Epan - evaporação diária do tanque classe A, em mm e Cs - coeficiente de cobertura do solo 1.

A necessidade de irrigação bruta (NIB) diária foi determinada pela Equação 2.

$$NIB \text{ Diária} = NIL \text{ Diária} / (1 - FL) \times Ei \quad (2)$$

Onde,

Ei – eficiência de aplicação do sistema de irrigação;

FL - fração de lixiviação, estimada pela Equação 3.

$$FL = CEa / (5 \times CEes - CEa) \quad (3)$$

Onde,

CEa - condutividade elétrica da água de irrigação e

CEes - condutividade elétrica limite do extrato de saturação do solo, em que o rendimento potencial da cultura ainda é de 100%.

As variáveis de crescimento avaliadas na cultura do pimentão foram a altura das plantas, o diâmetro dos caules e a área foliar das plantas, a partir dos 80 dias após o transplantio e em períodos equidistantes de 10 dias até os 120 dias após transplantio.

Determinou-se a área foliar de todas as plantas consideradas úteis na parcela utilizando-se a equação de Tivelli et al. (1997);

$$AF = K + L + C \quad (4)$$

Onde,

K- coeficiente de correlação de valor 0,60;

L- largura da folha e

C- comprimento.

Para a determinação da área foliar total da planta, multiplicou-se a área foliar unitária pelo número de folhas presentes na planta.

O diâmetro do caule foi determinado medindo-se a espessura do caule com um paquímetro. A altura de planta foi medida com uma régua graduada e uma trena.

A análise estatística foi feita através de métodos normais de análises de variância (Teste F). Quando verificado efeito significativo, utilizou-se o modelo de regressão polinomial através do programa estatístico SISVAR para realização das análises estatísticas. (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comportamento vegetativo do pimentão (*Capsicum annuum* L.) foi avaliado pela evolução da altura, área foliar e diâmetro do caule das plantas.

4.2.1. Altura das plantas

As análises estatísticas (Tabela 6) não revelaram efeitos significativos da interação concentração de biofertilizante (C) versus lâmina de irrigação (L), pelo teste F, sobre a altura de planta do pimentão indicando que as concentrações de biofertilizante se comportaram de maneira semelhante dentro das lâminas de irrigação e vice-versa (Tabela 6). No entanto, observando os efeitos isolados verifica-se que as concentrações de biofertilizante proporcionaram efeitos significativos a nível de 0,05 de probabilidade sobre a altura de planta, aos 80, 90, 100, 110 e 120 dias após o transplante (DAT). Por sua vez, as lâminas de água (L) afetaram, de forma significativa, a altura de planta, a níveis de 0,05, aos 110 DAT e de 0,01 de probabilidade nas demais datas de avaliação. Os coeficientes de variação oscilaram entre 15,18 e 16,51%, sendo considerados médios em experimentos em nível de campo, conforme Pimentel Gomes (1990).

As equações de regressão ajustadas aos dados experimentais da altura de planta do pimentão em função da aplicação das lâminas de irrigação e concentração de biofertilizante enriquecido, aos 80, 90, 100, 110 e 120 DAT, tiveram comportamento linear com coeficientes de determinação variando de 0,86 a 0,95 (Figura 1). Observa-se que a altura de planta aumentou à medida em que a planta ficava mais velha, como se previa, e que os aumentos foram muito semelhantes nos intervalos compreendidos entre as leituras, com exceção do último intervalo, compreendido entre 110 e 120 dias, quando então constatou um aumento superior aos demais.

Tabela 6. Análises de variância da altura de planta do pimentão em 5 épocas distintas (80, 90, 100, 110 e 120 dias após transplante (DAT))

| FONTE DE VARIÇÃO | GL | QUADRADOS MÉDIOS | | | | |
|----------------------------|----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | Altura da Planta | | | | |
| | | 80 DAT | 90 DAT | 100 DAT | 110 DAT | 120 DAT |
| Conc. De Biofert. © | 4 | 73,875* | 86,365* | 91,815* | 98,965* | 124,935* |
| Regressão Linear | 1 | 114,005* | 151,380* | 254,920** | 146,205* | 224,720* |
| Regressão Quadrática | 1 | 18,003 ^{ns} | 25,200 ^{ns} | 18,514 ^{ns} | 17,003 ^{ns} | 10,414 ^{ns} |
| Desvio de Regressão | 2 | 82,745 | 94,440 | 56,262 | 116,325 | 132,302 |
| Lâmina de água (L) | 4 | 117,475** | 101,015** | 97,740** | 97,215* | 138,335** |
| Regressão Linear | 1 | 336,245** | 285,605** | 163,805* | 259,920** | 361,805** |
| Regressão Quadrática | 1 | 12,432 ^{ns} | 24,603 ^{ns} | 27,032 ^{ns} | 8,928 ^{ns} | 3,432 ^{ns} |
| Desvio de Regressão | 2 | 63,611 | 46,925 | 88,211 | 60,005 | 94,051 |
| Interação (C x L) | 16 | 22,693 ^{ns} | 25,290 ^{ns} | 21,890 ^{ns} | 20,977 ^{ns} | 26,797 ^{ns} |
| Resíduo | 75 | 23,006 | 26,463 | 26,950 | 30,610 | 35,413 |
| Coef. de Variação | - | 15,18 | 15,81 | 15,60 | 16,12 | 16,51 |

*, **, significativo a nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo; CV = Coeficiente de Variação. DAT = Dias após o transplante das mudas

Em todas as épocas, constatou-se aumento da altura de planta com o aumento da concentração de biofertilizante enriquecido (Figura 1A), tendo havido acréscimos de 0,050; 0,058; 0,060; 0,057 e 0,070 cm na altura de planta por aumento unitário da concentração de biofertilizante, aos 80, 90, 100, 110 e 120 dias após o transplante, respectivamente atingindo, na concentração máxima de 60 mL.L⁻¹, valores de altura de 31,08; 34,27;

35,07; 36,03 e 38,16 cm, respectivamente. Os aumentos verificados até a concentração máxima de biofertilizante enriquecido podem ser atribuídos à oferta crescente de nutrientes para as plantas via foliar, resultando em uma nutrição mais equilibrada das plantas, com consequente aumento do crescimento em altura (SANTOS & AKIBA, 1996).

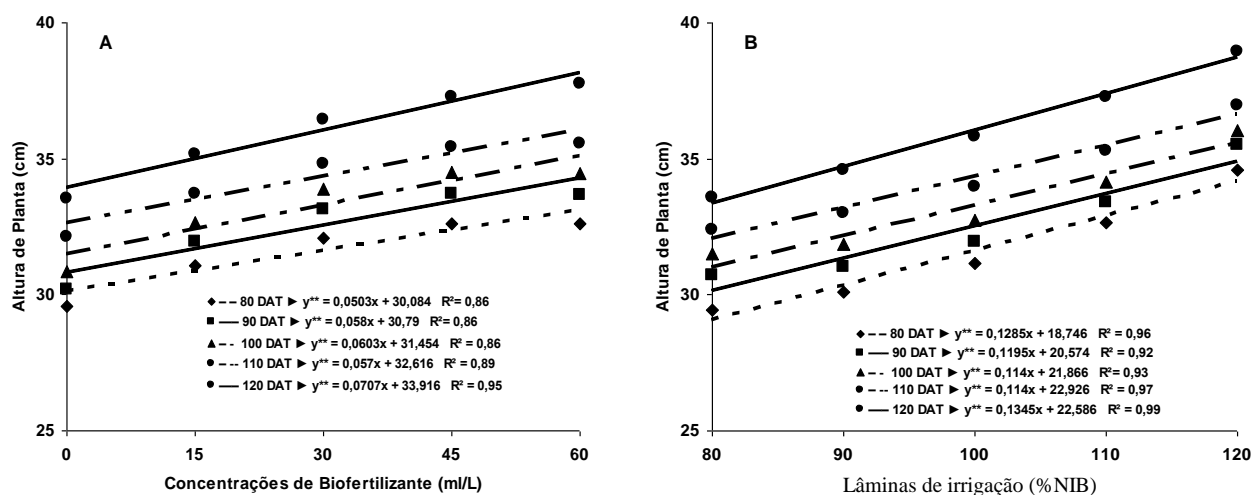


Figura 1. Efeitos de concentrações de fertilizante (A) e lâminas de irrigação (B) na altura de planta do pimentão

Com relação aos efeitos de lâminas de irrigação na altura de planta (Figura 1B), percebe-se que o comportamento foi semelhante ao proporcionado pelas concentrações de biofertilizante observando-se valores maiores nas plantas mais velhas e acréscimos dos valores de altura de planta com o incremento da lâmina de irrigação. As equações de regressão ajustadas aos dados experimentais da altura de planta do pimentão, aos 80, 90, 100, 110 e 120 dias após o transplântio, tiveram comportamento linear, com coeficientes de determinação variando de 0,92 a 0,99 (Figura 1). Observam-se acréscimos de 0,128; 0,119; 0,114; 0,114 e 0,134 cm por aumento unitário da lâmina de irrigação, aos 80, 90, 100, 110 e 120 dias após o transplântio, respectivamente atingindo, na lâmina máxima de 120% da Necessidade de Irrigação Bruta, valores máximos de 34,16; 34,91; 35,54; 36,60 e 38,72 cm, respectivamente; resposta semelhante foi obtida por Dias et al. (2008) que constataram que a pimenta-malagueta também respondeu, de forma linear, à altura da planta, aos 30 e aos 180 dias após germinação das sementes, com o incremento nas lâminas de irrigação.

Pereira et al. (2012) verificaram que a dose de biofertilizante bovino de 1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹ e a lâmina de 133% da ECA até 160 dias após o transplântio, proporcionaram maior crescimento em altura de planta, com valor de 62,8 cm. Ferreira et al. (2009) constataram, estudando a aplicação de biofertilizantes e esterco bovino em sistemas de base ecológica na cultura do pimentão, que as plantas que receberam esterco bovino apresentaram maior altura e diâmetro de caule em relação à testemunha.

Diâmetro do caule

As análises estatísticas revelaram efeitos significativos de concentrações de biofertilizante (C) sobre o diâmetro do caule do pimentão, aos 80, 90, 100, 110 e 120 DAT, a nível de 0,01 de probabilidade, pelo teste F; no entanto, as lâminas de irrigação não exerceram efeitos significativos sobre a referida variável (Tabela 7). Quanto à interação (CxL) não foi verificada influência significativa, sinal de que as concentrações de biofertilizante enriquecido se comportaram de maneira semelhante dentro das lâminas de irrigação e vice-versa.

Tabela 7. Análises de variância do diâmetro do caule do pimentão em 5 épocas distintas (80, 90,100, 110 e 120 dias após transplântio)

| FONTE DE VARIAÇÃO | GL | QUADRADOS MÉDIOS | | | | |
|--------------------------------|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | | Diâmetro do Caule | | | | |
| | | 80 DAT | 90 DAT | 100 DAT | 110 DAT | 120 DAT |
| Conc. de Biofert. (C) | 4 | 7,685** | 9,800** | 9,235** | 12,065** | 11,435** |
| Regressão Linear | 1 | 23,805** | 26,645** | 28,125** | 36,125** | 39,605** |
| Regressão Quadrática | 1 | 3,003 ^{ns} | 1,032 ^{ns} | 0,032 ^{ns} | 0,432 ^{ns} | 1,889 ^{ns} |
| Desvio de Regressão | 2 | 1,965 | 5,761 | 4,301 | 5,851 | 2,122 |
| Lâmina de irrigação (L) | 4 | 3,860 ^{ns} | 5,175 ^{ns} | 4,310 ^{ns} | 2,115 ^{ns} | 2,185 ^{ns} |
| Interação (C x L) | 16 | 1,822 ^{ns} | 1,975 ^{ns} | 1,447 ^{ns} | 1,552 ^{ns} | 2,497 ^{ns} |
| Resíduo | 75 | 2,006 | 2,256 | 2,513 | 2,343 | 3,133 |
| Coef. de Variação | - | 14,22 | 14,38 | 14,46 | 13,46 | 14,95 |

*, **, significativo a nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo; GL-grau de liberdade; DAT- dias após transplântio

A evolução do diâmetro do caule do pimentão teve o mesmo comportamento da altura de planta, com aumento dos valores de diâmetro com o incremento da concentração de biofertilizante, cujos valores foram

crecentes sempre que a planta ficava mais velha. As equações de regressão ajustadas aos dados experimentais do diâmetro do caule do pimentão, aos 80, 90, 100, 110 e 120 dias após transplântio, tiveram comportamento linear,

com coeficientes de determinação variando de 0,89 a 0,99 (Figura 2). Observam-se acréscimos de 0,023; 0,024; 0,025; 0,028 e 0,029 cm por aumento unitário da concentração de biofertilizante enriquecido, aos 80, 90, 100, 110 e 120 dias após transplantio, respectivamente atingindo, na concentração máxima de 60 mL.L⁻¹, valores máximos de 10,64; 11,17; 11,70; 12,21 e 12,72 mm. Os resultados do diâmetro do caule são similares aos encontrados por Arruda et al. (2012), que ao constatar que os melhores resultados foram proporcionados pela dose de biofertilizante bovino de 1000 mL planta⁻¹ semana⁻¹) e pela lâmina de 133% da ECA até 160 dias após o transplantio, os quais proporcionaram maior diâmetro do caule com valor de 1,96 cm.

Pesquisa realizada por Campos & Cavalcante (2009), estudando cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m⁻¹), na ausência e na presença do biofertilizante bovino aplicado em nível de 10%, dois dias antes da semeadura, evidenciaram que o biofertilizante proporcionou uma elevação de 2,28 para 5,55 mm do diâmetro caulinar do pimentão. Campos et al. (2008) afirmam que o biofertilizante proporciona a formação de um ambiente mais úmido, favorecendo, assim, um número maior de divisão e expansão celular, resultando em diâmetro caulinar maior.

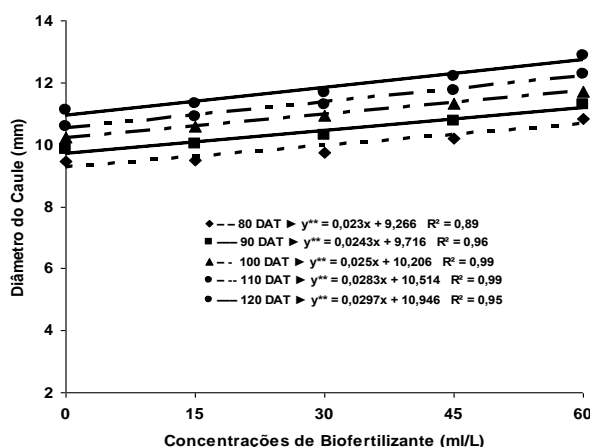


Figura 2. Efeitos de concentrações de biofertilizante enriquecido no diâmetro do caule do pimentão, em diferentes épocas de observação

Área foliar da planta

As análises estatísticas (Tabela 8) não revelaram efeitos significativos da interação concentração de biofertilizante enriquecido (C) versus lâmina de irrigação (L), pelo teste F, sobre a área foliar da planta do pimentão, indicando que as concentrações de biofertilizante enriquecido se comportaram de maneira semelhante dentro das lâminas de irrigação e vice-versa. Observando-se, porém, os efeitos isolados, verifica-se que as concentrações de biofertilizante enriquecido influenciaram significativamente a área foliar da planta aos 80, 90, 100, 110 e 120 dias após o transplantio enquanto as lâminas de irrigação proporcionaram efeitos significativos aos 80, 100, 110 e 120 dias após o transplantio, a nível de 0,01 de probabilidade pelo teste F. Os coeficientes de variação oscilaram entre 23,85 e 29,89%, sendo considerados toleráveis em se tratando de experimento em nível de campo, conforme Pimentel Gomes (1990).

As equações de regressão ajustadas aos dados experimentais da área foliar unitária da planta do pimentão aos 80, 100, 110 e 120 dias após o transplantio, resultantes da ação das concentrações de biofertilizantes enriquecido, tiveram comportamento linear com coeficientes de determinação variando de 0,95 a 0,99 (Figura 3A). O comportamento da área foliar da planta se assemelhou ao da área foliar unitária, tendo havido redução à medida em que a planta envelhecia. O intervalo no qual houve maior redução da área foliar da planta, foi

entre 100 e 110 dias após o transplantio e entre 110 e 120 dias após o transplantio, ficando o intervalo entre 80 e 90 dias após o transplantio com valor intermediário. No intervalo compreendido entre 90 e 100 dias após o transplantio, não houve tendência de aumento nem diminuição da área foliar da planta. Em todas as épocas, ocorreu aumento da área foliar da planta com o aumento da concentração de biofertilizante, tendo havido acréscimos de 5,91; 6,43; 8,38; 9,29 e 8,70 cm² na área foliar da planta por aumento unitário da lâmina de água, aos 80, 90, 100, 110 e 120 dias após o transplantio, respectivamente, atingindo concentração máxima de 60 mL.L⁻¹ valores de área foliar da planta de 1338,4; 1267,2; 1330,4; 1187,9 e 1021,2 cm², evidenciando reduções da área foliar da planta a partir de 110 dias após o transplantio.

Com relação aos efeitos de lâminas de irrigação na área foliar da planta (Figura 3B), percebe-se que o comportamento foi semelhante ao proporcionado pelas concentrações de biofertilizante, com redução dos valores de área foliar à medida em que a planta envelhecia com o aumento da área foliar da planta com o incremento da lâmina de irrigação. As equações de regressão ajustadas aos dados experimentais da área foliar da planta do pimentão, aos 80, 100, 110 e 120 dias após o transplantio, resultantes da ação das lâminas de irrigação, tiveram comportamento linear com coeficientes de determinação variando de 0,89 a 0,99 (Figura 3B). Observa-se que a

área foliar da planta foi aumentada com o incremento da lâmina de irrigação, tendo havido acréscimos de 11,52; 10,24; 13,82 e 12,46 cm² com o aumento unitário da lâmina de irrigação, aos 80, 100, 110 e 120 dias após o transplântio, respectivamente atingindo, na lâmina máxima de 120% da necessidade de irrigação bruta, valores máximos de 1411,5; 1283,5; 1185,7 e 1009,5 cm², evidenciando reduções da área foliar da planta a partir de 100 dias após o transplântio.

Outro fato importante a se considerar é que houve redução da área foliar da planta com a redução da lâmina de irrigação, ou seja, com o déficit hídrico. O déficit hídrico é uma estratégia de manejo de irrigação em que se buscam economia de água e eficiência de uso de

água, quando a quantidade de água aplicada é menor que a evapotranspiração da cultura, em toda a zona radicular, durante um período particular de crescimento ou durante todo o ciclo. Na planta, o déficit hídrico interno é controlado pela capacidade de absorção das raízes e pela redução da transpiração. Sabe-se que, à medida em que a disponibilidade de água no solo decresce, a taxa de transpiração reduz, como resultado do ajuste estomático, com conseqüente redução da área foliar da planta (CLAVEL et al., 2004) e que as respostas relativas à transpiração das plantas quando submetidas a estresse hídrico, são bastante dependentes do cultivar e da condição ambiental.

Tabela 8. Análises de variância da área foliar da planta do pimentão em 5 épocas distintas (80, 90, 100, 110 e 120 dias após o transplântio)

| FONTE DE VARIÇÃO | GL | QUADRADOS MÉDIOS | | | | |
|----------------------------------|----|----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | Área Foliar da Planta (cm) | | | | |
| | | 80 DAT | 90 DAT | 100 DAT | 110 DAT | 120 DAT |
| Conc. Biofert. Enriq. (C) | 4 | 780426,860** | 734246,115** | 1020541,390** | 1238359,635** | 927969,190** |
| Reg. Linear | 1 | 157176,500** | 1864184,405** | 3166637,780** | 3887587,280** | 3407094,080** |
| Reg. Quadrática | 1 | 38,628 ^{ns} | 2372,232 ^{ns} | 173304,128 ^{ns} | 83400,700 ^{ns} | 0,228 ^{ns} |
| Desvio de | 2 | 774952,133 | 535212,411 | 371111,825 | 511255,280 | 152391,225 |
| Regressão | | | | | | |
| Lâmina de irrigação (L) | 4 | 866540,510** | 281999,665 ^{ns} | 986396,115** | 1202079,535** | 1119726,515** |
| Regressão Linear | 1 | 1812988,820** | 679544,820 ^{ns} | 2096947,205** | 3823995,125** | 3105779,645** |
| Regressão | 1 | 599122,514 ^{ns} | 179022,857 ^{ns} | 183756,889 ^{ns} | 109652,432 ^{ns} | 19041,003 ^{ns} |
| Quadrática | | | | | | |
| Desvio de | 2 | 527025,352 | 134715,494 | 832440,182 | 437335,291 | 677042,705 |
| Regressão | | | | | | |
| Interação (C x L) | 16 | 169517,747 ^{ns} | 121856,677 ^{ns} | 194991,790 ^{ns} | 209471,328 ^{ns} | 158421,633 ^{ns} |
| Resíduo | 75 | 200453,983 | 167471,213 | 152427,673 | 283332,030 | 204279,743 |
| Coef. de Variação | - | 27,16 | 23,83 | 28,10 | 29,89 | 24,75 |

*, **, significativo a nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente; ns – não significativo; GL-grau de liberdade; DAT- dias após o transplântio

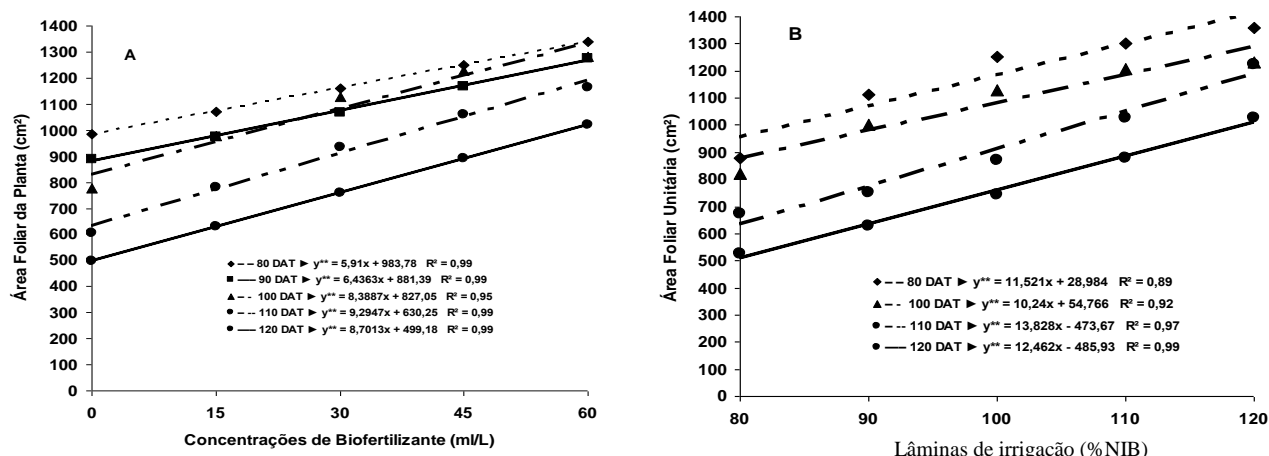


Figura 3. Efeitos de concentrações de biofertilizante enriquecido (A) e lâminas de irrigação (B) na área foliar total da planta do pimentão

Wanderley et al. (2012) ressaltam que o mecanismo de abertura e fechamento dos estômatos se baseia no grau de turgescência das células-guarda, em que, folha com estresse leve, os estômatos tendem a permanecer abertos; já em condições severas de estresse hídrico tende a ocorrer o fechamento estomático devido à difusão do ácido abscísico para as células-guarda. Já Guimarães et al. (2011) resalta que as plantas têm como primeira reação ao estresse hídrico, a redução do potencial osmótico e como consequência, hídrico das raízes, gerar um gradiente de potencial que seja capaz de promover a absorção de água a partir do solo, ou então reduzir a transpiração, de forma que a planta mantenha um balanço positivo de água.

CONCLUSÕES

As variáveis de crescimento do pimentão tiveram aumentos lineares crescentes com o incremento das concentrações de biofertilizante enriquecido e das lâminas de irrigação, correspondentes aos períodos observados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, F. S.; SILVA, E. F. F.; SOUZA, A. E. R.; ROLIM, M. M. Lixiviação de potássio em um cultivo de pimentão sob lâminas de irrigação e doses de potássio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 135-144, 2011.
- ARAÚJO, J. S.; ANDRADE, A. P.; RAMALHO, C. I.; AZEVEDO, C. A. V. Características de frutos de pimentão cultivado em ambiente protegido sob diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-PB, v.13, n.2, p.152-157, 2009.
- ARRUDA, R. S.; PEREIRA, M. M.; ALMEIDA, M. H.; PEREIRA, E. D.; MARINHO, A. B.; VIANA, T. V. A. Crescimento do diâmetro caulinar do pimentão submetido à lâmina de irrigação e doses de biofertilizante bovino. 64ª Reunião anual da SBPC (Sociedade Brasileira para o progresso da Ciência). **Resumo de comunicação livre**. UFMA, São Luis, 2012. 1p.
- CAMPOS, V. B.; CAVALCANTE, L. F. Salinidade da água e biofertilizante bovino: efeito sobre a biometria do pimentão. **Holos**, Ano 25, vol. 2, p.10-20, 2009.
- CAMPOS, V.B.; CAVALCANTE, L.F.; MORAIS, T.A.; MENESES JÚNIOR, J.C.; PRAZERES, S.S. Potássio, biofertilizante bovino e cobertura do solo: Efeito no crescimento do maracujazeiro-amarelo. **Revista Verde**, Mossoró, v.1, n.3, p 78.-86 de janeiro/março de 2008.
- CLAVEL, D.; SARR, B.; MARONE, E; ORTIZ, R. Potential agronomic and physiological traits of Spanish groundnut varieties (*Arachis hypogaea* L.) selection criteria under end-of-cycle drought conditions. **Agronomie**, Paris, v. 24, p. 101-111, 2004.
- DIAS, A. A.; LOPES, J. C.; CORRÊA, N. B. DIAS, D. C. F. S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plantas pimenta malagueta em função de substrato e de lâminas de água. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina-PR v. 30, n. 3, p. 115-121, 2008.
- FERREIRA, D. F. **Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2000. 66 p
- FERREIRA, L. L. SANTOS, D. MARINI, F. S. SILVA, V. F. ALMEIDA, D. G. RIBEIRO, T. S. Aplicação de biofertilizante e esterco bovino em sistemas de base ecológica na cultura do pimentão. **Revista Brasileira de Agroecologia**. v. 4, n.2, p.1008-1011. 2009.
- GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; OLIVEIRA, J. P.; RANGEL, P. H. N.; RODRIGUES, C. A. P. Sistema radicular do arroz de terras altas sob deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.41, p.126-134, 2011.
- KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. **Meteorologische Zeitschrift**, v.15, n.3, p. 259-263. 2006.
- MONTEIRO, M. T. M.; GOMES, V. F. MENDES FILHO, P.F.; GUIMARÃES, F. V. A. Absorção de nutrientes por mudas de pimentão micorrizado cultivado em substrato de pó de coco. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.2, p.95-101, 2009.
- MORAIS, N. B.; BEZERRA, F. M. L.; MEDEIROS, J. F.; CHAVES, S. W. P. Resposta de plantas de melancia cultivadas sob diferentes níveis de água e de nitrogênio. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 03, p. 369-377, 2008.
- MOURA, R. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; LEITE, M. A.; FRANCO, R. A. M.; FEITOSA, D. G.; MACHADO, L. F. Qualidade da água para uso em irrigação na micro bacia do córrego do cinturão verde, município de Ilha Solteira. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v.5, n. 1, p.68-74, 2011
- PEREIRA, E. D.; PEREIRA, M. M.; ALMEIDA, M. H.; ARRUDA, R. S.; MARINHO, A. B.; VIANA, T. V. A. Crescimento em altura do pimentão submetido à lâminas de irrigação e doses de biofertilizante bovino.64ª Reunião anual da SBPC (Sociedade Brasileira para o progresso da Ciência). **Resumo de comunicação livre**. UFMA, São Luis, 1p. 2012.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13ª ed. São Paulo: Nobel, 1990.

SANTOS, A. C. V. dos. Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza. Niterói: EMATER-Rio, 1992. 16p. il (Agropecuária Fluminense, 8).

SANTOS, A. C.; AKIBA, F. **Biofertilizantes líquidos: uso correto na agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: Seropédica: Imprensa Universitária/UFRRJ. 1996. 35 p.

SEDIYAMA, M. A. N.; VIDIGAL, S. M.; SANTOS, M. R.; SALGADO, L. T. Rendimento do pimentão em função da adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v. 27, n.1, p.294-299, 2009.

SOUZA, A.P.; PEREIRA, J.B.A.; SILVA, L.D.B.; GUERRA, J.G.M.; CARVALHO, D.F. Evapotranspiração, coeficientes de cultivo e eficiência do uso da água da cultura do pimentão em diferentes sistemas de cultivo. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 15-22, 2011.

TIVELLI, S. W.; MENDES, F.; GOTO, R. Estimativa da área foliar do pimentão (*Capsicum annum* L.) cv. Elisa, conduzido em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 15, 1997. Suplementos

WANDERLEY, J. A. C.; AZEVEDO, C. A. V.; BRITO, M. E. B.; ALVINO, F. C. G.; SOUSA, F. A.; FERNANDES, P. D. Aspectos fisiológicos do girassol sob sistema de captação de água “in situ” e adubação orgânica. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 8, 2012. Campina Grande. **Anais...Campina Grande: ABCMAC**, 2012.