

**Resíduo sólido de carcinicultura diminui os efeitos deletérios do estresse hídrico em plantas de girassol**

Shrimp farm waste reduces the deleterious effects on sunflower seedlings under drought stress

BRAGA, B. B.<sup>1</sup>; MARTINS, K.<sup>2</sup>; BARBOSA, R. M.<sup>2</sup>; NUNES JUNIOR, F. H.<sup>3</sup>; GONDIM, F. A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Mestranda em Engenharia Agrícola. Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, 2977 - Bloco 804 - Campus do Pici - CEP 60356-001 - Fortaleza – CE; e-mail: brenndabraga94@gmail.com;<sup>2</sup> Graduando em Engenharia Ambiental e Sanitária, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Maracanaú; Av. Parque Central, 1315 - Distrito Industrial I, Maracanaú - CE, 61939-140; e-mails: kaiomartin@gmail.com; rifandreo@gmail.com; <sup>3</sup> Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Jaguaribe; Av. B - Bairro Manoel Costa Moraes, Jaguaribe - CE, 63475-000; e-mail: holandajrb@gmail.com; <sup>4</sup> Professor do Programa de Pós-graduação em Energias Renováveis, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Maracanaú; Av. Parque Central, 1315 - Distrito Industrial I, Maracanaú - CE, 61939-140; e-mail: aragaofg@yahoo.com.br;

---

**RESUMO:** O trabalho objetivou avaliar os efeitos do uso de resíduo sólido orgânico de carcinicultura (RSC) sobre a germinação, o diâmetro dos caules e o número de folhas de plantas de girassol sob condições de estresse hídrico, estudando-se ainda os efeitos nos conteúdos de solutos orgânicos e proteínas solúveis. Sementes de girassol foram semeadas em baldes contendo: areia; areia + fertilizante orgânico misto; areia + 7 g de RSC e areia + 14 g de RSC. As plantas foram submetidas à rega diária próximo à capacidade de campo, decorridos 16 dias da semeadura (DAS), metade de cada grupo de plântulas foi submetido à suspensão de rega. Em condições de estresse hídrico, a média do número de folhas dos tratamentos contendo RSC mostrou-se 49 % maior do que o tratamento areia aos 21 DAS. Adicionalmente, verificou-se que as folhas das plantas do tratamento com 14 g de RSC promoveram maiores produções de proteínas solúveis e prolina do que o tratamento areia aos 21 DAS. A utilização de RSC proporcionou melhorias no número de folhas, diâmetro dos caules e produção de solutos orgânicos e proteínas, em relação às plantas que cresceram em substrato com areia ou areia + adubo/fertilizante orgânico misto.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Helianthus annus*, resíduo de camarão, seca.

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the effects of organic solid shrimp waste (SSW) on germination, stem diameter and leaf number of sunflower plants under conditions of water stress. Further studies assessed the effects on organic solute contents and soluble proteins. Sunflower seeds were sown in buckets containing: sand; sand + manure/organic fertilizer mixed; sand + 7 g SSW and sand + 14 g SSW. The plants were subjected to daily watering close to field capacity and with 16 days after sowing (DAS) half of each group of seedlings was subjected to irrigation suspension. Under drought stress conditions, the average of leaf number of treatments with SSW in substrate was 49 % higher than sand treatment at 21 DAS. Additionally, it was verified that the leaves of the plants with 14 g SSW were capable to increase the contents of soluble proteins and proline compared to the sand treatment at 21 DAS. The use of SSW in the substrate has provided an improvement in the parameters: number of leaves, stem diameter and the production of organic solutes and proteins when compared to plants growing in a substrate of sand or sand + manure/organic fertilizer mixed.

**KEYWORDS:** *Helianthus annus*, shrimp waste, drought.

## Introdução

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é amplamente cultivado como matéria-prima para a indústria alimentícia e se destaca como uma das espécies oleaginosas de maior potencial para a produção de biocombustíveis, capaz, assim, de fomentar o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel no Brasil, lançado pelo Governo Federal em 2004 (SANTOS JÚNIOR et al., 2011). Além disso, a cultura é utilizada na produção ornamental, na construção civil, como isolante térmico e acústico (VIEIRA, 2005) e, em sistemas envolvendo rotação ou sucessão de culturas, constituindo-se em uma importante opção para o produtor agrícola (LOPES et al., 2009).

No semiárido do nordeste brasileiro as precipitações irregulares, aliadas à baixa qualidade da água, têm comprometido diretamente a produção agrícola (SANTOS et al., 2009), pois, dentre os recursos utilizados pelas plantas, considera-se a água o mais requerido. Nesta região, ainda há a ocorrência de solos com baixa quantidade de matéria orgânica e nutrientes, características que contribuem para a redução de produtividade das culturas (FEITOSA et al., 2013). Por isso, tornam-se necessárias as buscas por tecnologias e práticas agrícolas que otimizem o uso desse recurso a fim de que a produtividade das culturas não seja comprometida.

Devido à rentabilidade econômica e à elevada produtividade, a carcinicultura, criação de camarão em cativeiro, é uma das atividades com maior potencial de crescimento no Nordeste brasileiro, principalmente no Ceará, cujo faturamento em 2012 equivaleu a US\$ 454 milhões, seguido pelo Rio Grande do Norte com exportação de US\$ 447 milhões (ABCC, 2012).

Entretanto, essa atividade desperta a atenção não somente pelo seu potencial econômico, mas também por gerar sérios impactos ambientais, como a produção de grandes quantidades de resíduos, oriundos tanto do desperdício quanto dos processos industriais (LEITÃO et al., 2011). Além disso, os efluentes dos viveiros de camarão são ricos em nutrientes, matéria orgânica e sólidos em suspensão, causando alterações no estado trófico dos corpos hídricos receptores (CASTELLO et al., 2008; ALENCAR et al., 2010).

Portanto, o descarte de efluentes para os corpos hídricos pode acarretar mudanças nas características da água e efeitos negativos sobre a biota, necessitando-se assim, serem, adequadamente, tratados antes da descarga final (LEITÃO et al., 2011). No entanto, durante o processo de tratamento desses efluentes, ocorre a geração de resíduos sólidos orgânicos,

chamados de lodo de estação de tratamento. Após a realização de tratamento adequado (como, por exemplo, a compostagem), esses resíduos podem ser reutilizados como biofertilizante, melhorando a qualidade de substratos que, posteriormente, seriam utilizados para o crescimento e nutrição de plantas (HERBETS et al., 2005). Esse tipo de produto é rico em sais minerais e elementos essenciais como fósforo, nitrogênio e potássio, podendo assim melhorar a qualidade nutricional e estrutura do solo (KRAY et al., 2011; KROB et al., 2011; SAMPAIO et al., 2012).

Os efeitos benéficos da adição de resíduos orgânicos ao solo na produção de girassol já foram demonstrados por outros autores. Nobre et al. (2010) observaram uma redução do número de dias necessários para iniciar o florescimento e maiores alturas das plantas quando utilizadas as doses de 1,4 % e 1,5 % de esterco bovino. Silva et al. (2012) demonstraram que o substrato contendo composto de lixo, teve efeito quadrático sobre as variáveis diâmetro do caule e altura da planta.

Neste sentido, o trabalho objetivou avaliar os efeitos do uso de resíduo sólido orgânico de carcinicultura (RSC) sobre a germinação, o diâmetro dos caules e o número de folhas de plantas de girassol sob condições de estresse hídrico, estudando-se ainda os efeitos nos conteúdos de solutos orgânicos e proteínas solúveis.

## Material e Métodos

O trabalho foi conduzido em agosto de 2015 no telado agrícola do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFCE) - campus Maracanaú, Ceará, Brasil. O telado consiste em uma área retangular de 18x10 m, isolada do meio externo e totalmente coberta por tela de plástico (*nylon*) de cor preta que ocasiona um sombreamento de 50 % em relação à área exterior. Os valores médios de temperatura e umidade relativa do ar durante o dia, dentro do telado, foram 33,3 °C e 54 %, respectivamente.

As sementes de girassol cultivar BRS 323, após seleção e limpeza com solução de hipoclorito de sódio (0,7 %), foram semeadas em baldes de plástico (5 L) contendo: 1) areia de granulometria fina (NBR 6502); 2) areia + adubo/fertilizante orgânico misto (11,8 % de N); 3) areia + 7 g de RSC; e 4) areia + 14 g de RSC.

O fertilizante orgânico misto utilizado foi obtido comercialmente (BIOADUBO®), e constitui-se de uma mistura de bagaço de cana, esterco bovino, esterco de galinha, serragem de madeira e gesso agrícola. As quantidades de fertilizante orgânico misto e RSC (7 g) foram calculadas seguindo-se a recomendação para a cultura de 80 kg de nitrogênio por ha e a quantidade de

Tabela 1. Análise química do resíduo sólido de carcinicultura utilizado na composição dos substratos para cultivo de plantas de *Helianthus annuus* L.

g kg <sup>-1</sup>										mg kg <sup>-1</sup>		
N	P	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
38,2	8,5	19,5	2,5	3,1	8,3	4,3	5,9	3,1	5.713,7	1.297,9	1.893,4	134,6

Fonte: Lab. de Solo/Água da UFC, 2013.

nitrogênio encontrada no resíduo (Tabela 1). Adicionalmente, a fim de verificar possível incremento no crescimento, esta concentração foi duplicada nas plantas que receberam 14 g de RSC.

Determinaram-se as condutividades elétricas e os pHs de cada substrato ao término do período experimental segundo o método da Embrapa (1997) (Tabela 2).

Tabela 2. Condutividade elétrica e pH dos substratos utilizados no cultivo de plantas de *Helianthus annuus* L. ao término do experimento. Os resultados representam a média de cinco repetições.

PARÂMETRO	CONTROLE				ESTRESSE			
	AREIA	ADUBO	7 g RSC	14 g RSC	AREIA	ADUBO	7 g RSC	14 g RSC
pH	7,05	7,46	7,37	7,01	5,85	7,2	5,77	6,55
CE (dS/m)	1,05	2,83	2,92	3,85	2,05	1,41	1,27	2,38

Após três dias da semeadura, determinou-se o percentual de germinação utilizando-se como critério a emergência da plântula do substrato. Durante o experimento, as plantas foram submetidas à rega diária próxima à capacidade de campo. Decorridos 16 dias da semeadura, metade de cada grupo de plântulas descrito acima foi submetido à suspensão de rega. Foram realizadas duas coletas: a primeira no 19º dia após a semeadura (três dias sob estresse hídrico) e a segunda no 21º dia (cinco dias sob estresse hídrico).

Durante as coletas determinaram-se o diâmetro dos caules e o número de folhas. Para as determinações da produção de solutos orgânicos e proteínas solúveis foram preparados extratos de folhas e raízes frescas conforme Gondim (2012). Os solutos orgânicos de baixos pesos moleculares determinados foram: N-aminossolúveis, carboidratos solúveis e prolina. Os teores de N-aminossolúveis foram determinados pelo método de Yemm e Cocking (1955), utilizando-se a ninidrina, seguido de leituras de absorvância em 570 nm e usando-se a leucina como padrão; os de carboidratos solúveis, pelo método de Dubois et al. (1956), utilizando-se o reagente fenol-ácido sulfúrico, seguido de leituras de absorvância em 490 nm e usando-se como padrão a D-glicose; e os de prolina pelo método de Bates et al. (1973), utilizando-se o reagente de ninidrina ácida, seguido de leituras de absorvância em 520 nm e

usando-se como padrão a prolina.

Os teores de proteínas solúveis foram determinados pelo método de Bradford (1976), utilizando-se o reagente *Coomassie Brilliant Blue* G-250, seguido de leituras de absorvância em 595 nm e usando-se albumina sérica bovina como padrão.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em um arranjo fatorial 2 (irrigadas ou não irrigadas) × 4 (areia, areia + fertilizante, areia + 7 g RSC, areia + 14 g RSC), com cinco repetições. Cada repetição constituiu-se de um vaso com duas plantas. Os dados de cada tempo de coleta foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ) através do programa Sigma Plot 11.0

## Resultados e Discussão

Os percentuais de germinação dos tratamentos em que foi adicionado RSC ao substrato não diferiram do tratamento que continha apenas areia. Contudo, o tratamento com areia + adubo/fertilizante orgânico no substrato teve o menor número de plantas germinadas, sendo 13 % inferior em comparação à média dos outros tratamentos (Figura 1).

De modo geral, nas duas coletas realizadas, a imposição de estresse hídrico ocasionou redução nos parâmetros número de folhas e diâmetro do coleto. Esse comportamento não foi observado para as plantas em que foi adicionado RSC ao substrato, principalmente na segunda coleta (Figura 2).

Para o número de folhas, em condições controle, os valores dos tratamentos contendo 7 g ou 14 g de RSC no substrato, mostraram-se 37 % maiores do que nas plantas do tratamento areia, na primeira coleta. Na segunda coleta, não houve diferenças entre os tratamentos. Em condições de estresse hídrico, as médias dos tratamentos contendo RSC mostraram-se 128 % e 49 % maiores do que o tratamento areia nos dias 19 e 21, respectivamente (Figura 2A).

Os diâmetros dos caules apresentaram resultados análogos àqueles verificados para o número de folhas. Dentro de uma mesma condição de irrigação, as plantas com RSC em seu substrato apresentaram maiores valores comparados aos demais tratamentos nos dois tempos analisados (Figura 2B).

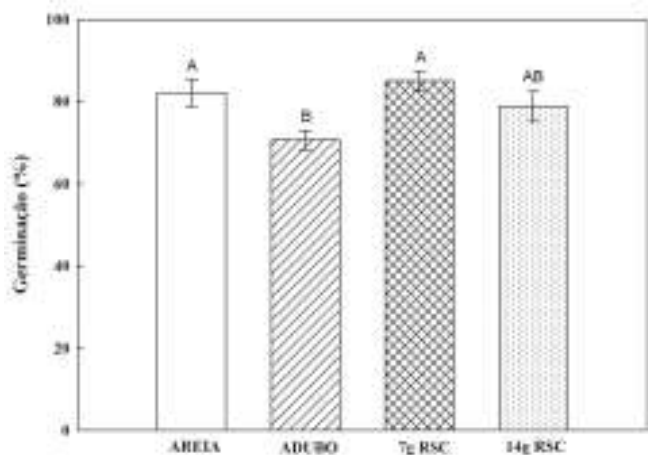


Figura 1. Germinação de plantas de girassol após três dias da sementeira em vasos contendo: areia; areia + adubo; areia + 7 g de RSC e areia + 14 g de RSC, irrigadas diariamente. Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas devido ao ao substrato, de acordo com o teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). As barras representam os valores das médias de cinco repetições  $\pm$  o erro padrão.

Segundo Karadođan e Akgün (2009), a produtividade vegetal e o controle da perda de água do girassol são profundamente influenciados pelo crescimento e o desenvolvimento das folhas. Toureiro et al. (2007) afirmam que, em condições de baixa disponibilidade de água no solo, a aceleração do processo de senescência das folhas é m dos mecanismos fisiológicos adaptativos desenvolvidos pelo girassol. Com isso, a planta objetiva diminuir a área foliar, com a perda das suas folhas e, conseqüentemente, a perda de água por transpiração.

Karadođan & Akgün (2009), ao avaliarem os efeitos da remoção de folhas no desempenho agrônômico do girassol, constataram que o rendimento, a produção de aquênios e os teores de óleo e proteína bruta no girassol reduziram significativamente com a diminuição do número de folhas. Tal comportamento reforça a importância da manutenção de um adequado número de folhas como meio fotossintético, capaz de acumular nutrientes e compostos orgânicos que serão transportados para os órgãos reprodutivos e os aquênios (LIMA JÚNIOR et al., 2010).

Com relação aos diâmetros dos caules, Nezamia et al. (2008), afirmam que uma das conseqüências do deficit hídrico sobre as plantas de girassol é a redução dos valores desta variável. De acordo com Biscaro et al. (2008), elevados diâmetros dos caules, como os encontrados nas plantas com RSC no substrato, constituem um atributo desejável às plantas de girassol pois proporcionam menor vulnerabilidade ao acamamento e facilitam a execução de práticas de manejo.

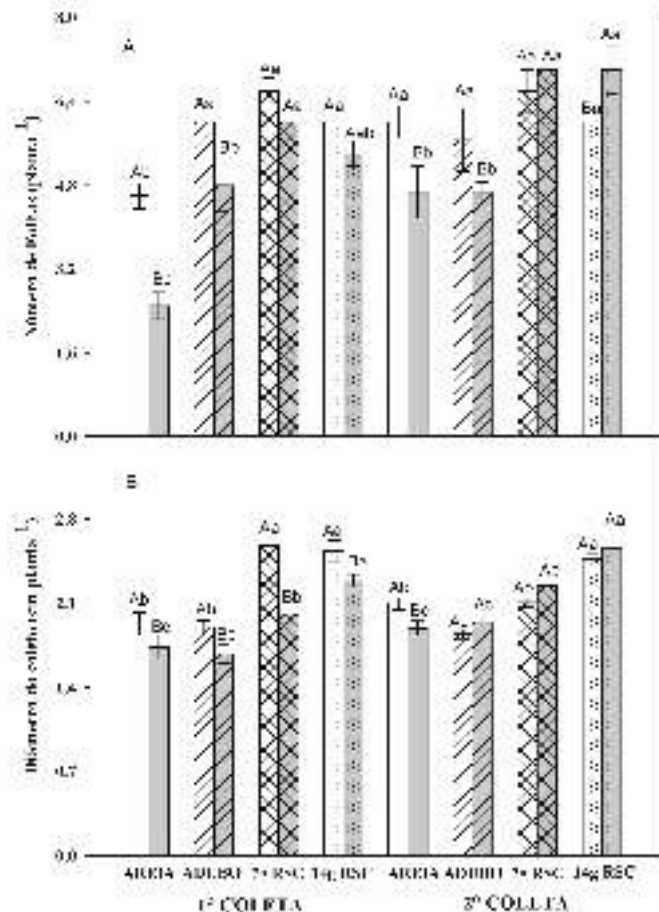


Figura 2. Número de folhas (A) e diâmetro do caule (B) de plantas de girassol aos 19 dias (primeira coleta) e 21 dias (segunda coleta) após a sementeira crescendo sob condições controle (barras brancas) ou de estresse hídrico (barras cinzas). Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas devido ao tipo de irrigação (controle e estresse), enquanto diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas devido ao substrato (areia, areia + fertilizante, areia + 7 g RSC, areia + 14 g RSC), de acordo com o teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). As análises estatísticas foram realizadas independentemente em cada coleta. As barras representam os valores das médias de cinco repetições  $\pm$  o erro padrão.

No presente trabalho, demonstraram-se os efeitos positivos da aplicação de RSC ao substrato, sendo eficiente em aumentar o número de folhas e os diâmetros dos caules. Semelhantemente, outros trabalhos também demonstraram resultados benéficos no número de folhas e diâmetros dos caules de plantas em que foram adicionados resíduos orgânicos ao solo. Silva et al. (2014a), utilizando fibra de coco como substrato, observaram incremento no número de folhas e nos diâmetros dos caules de girassol. Nascimento et al. (2006), demonstraram que a combinação de biossólido e irrigação com água residuária promoveram aumento no número de folhas de mamona.

Adicionalmente, é importante destacar que na literatura não existem trabalhos sobre o efeito do uso de RSC como substrato para produção agrícola. Portanto, o presente estudo mostrou-se de relevada importância ao demonstrar os efeitos benéficos da aplicação de RSC no substrato de plantas de girassol, tanto em condições controle como de estresse hídrico.

Além disso, os solos da região semiárida brasileira apresentam, de modo geral, baixas quantidades de nitrogênio e matéria orgânica. Esse tipo de resíduo contém elevados teores de compostos orgânicos e nutrientes, podendo atuar no aumento da capacidade de troca de cátions e na neutralização da acidez do solo. Assim, o uso de resíduos orgânicos, como o RSC, além de aumentar a produtividade e a qualidade agrícola, pode diminuir os custos de produção (ABREU JÚNIOR et al., 2005).

De maneira geral, a adição de RSC ao substrato, aumentou a produção de solutos orgânicos das folhas das plantas de girassol, principalmente em condições de déficit hídrico (Figura 3).

Verificou-se que, em condições de estresse, o tratamento com 14 g de RSC promoveu maior produção de proteínas solúveis do que o tratamento areia. Esses

incrementos foram de 140 % e 69 %, na primeira e segunda coletas, respectivamente. Em condições controle, não houve diferenças significativas entre os tratamentos com 14 g de resíduo e o tratamento areia, porém o tratamento com adubo apresentou menores concentrações de proteínas solúveis (Figura 3A).

Um evento comum sob condições de estresse hídrico é a redução nos teores de proteínas solúveis nas plantas. Isto provavelmente ocorre devido ao aumento da atividade enzimática da protease, enzima que promove a proteólise (TAIZ e ZEIGER, 2006). Nesse estudo, esse comportamento foi evidenciado apenas no tratamento areia. Sugere-se, portanto, que a aplicação de 14 g de RSC ao substrato possa ter diminuído a proteólise ou ter ocasionado incremento nos teores de proteínas solúveis em condições de estresse hídrico. Da mesma forma, Silva et al. (2009) avaliando quatro genótipos de umbuzeiro sob seca intermitente observaram reduções nos teores de proteínas solúveis.

Para os teores de carboidratos solúveis (Figura 3B), de modo geral, não houve diferenças significativas entre o tratamento areia e aqueles com RSC nas plantas irrigadas diariamente. Porém, em condições de estresse, as maiores concentrações ocorreram nos

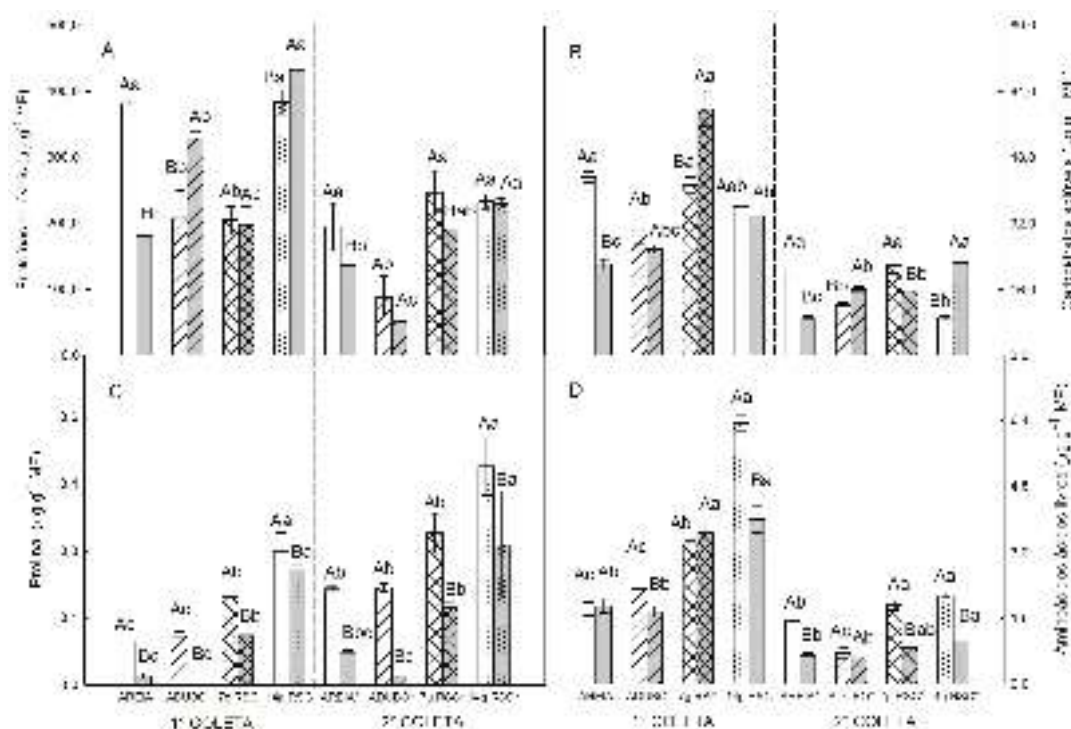


Figura 3. Teores de proteínas solúveis (A), carboidratos solúveis (B), prolina (C) e N-aminossolúveis (D) das folhas de plantas de girassol aos 19 (primeira coleta) e 21 dias (segunda coleta) após a sementeira crescendo sob condições controle (barras brancas) ou de estresse hídrico (barras cinzas). Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas devido ao tipo de irrigação (controle e estresse), enquanto diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas devido ao substrato (areia, areia + fertilizante, areia + 7 g RSC, areia + 14 g RSC), de acordo com o teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). As análises estatísticas foram realizadas independentemente em cada coleta. As barras representam os valores das médias de cinco repetições  $\pm$  o erro padrão.

tratamentos com 7 g e 14 g de RSC, no 19º e 21º dias após a semeadura, sendo a média dos dois tratamentos, superior em 170 % e 142 %, respectivamente, em relação ao tratamento areia.

Alguns estudos sugerem que os maiores teores de carboidratos solúveis poderiam contribuir para o aumento da tolerância das plantas ao estresse. Esse comportamento é caracterizado como uma aclimação da cultura ao déficit hídrico (FAGERIA, 1989; CARLESSO et al., 1995; FIOREZE et al., 2011).

Na figura 3C, pode-se observar a concentração de prolina nas folhas de girassol. A suspensão da irrigação ocasionou a redução dos valores desse soluto em comparação aos respectivos controles. Verificou-se também que, dentro de uma mesma condição de irrigação, o tratamento com 14 g de RSC foi superior aos demais em ambas as coletas. Nas plantas irrigadas diariamente, esse tratamento foi 211 % e 125 % superior ao tratamento areia na primeira e segunda coletas, respectivamente. Em condições de estresse hídrico, esses aumentos foram de 1100 % e 345 %, na primeira e segunda coletas, respectivamente.

Devido à sua propriedade osmoprotetora, a prolina desempenha importante papel na tolerância das plantas ao estresse. Em situações de baixa disponibilidade de água e elevada salinidade, o acúmulo desse aminoácido resulta em aumento na osmolaridade da célula, acarretando influxo de água, promovendo a manutenção do turgor necessário para a expansão celular (MORANDO et al., 2014). Segundo Silva (2012), a prolina interage com enzimas e outras proteínas preservando suas estruturas e atividades.

Na primeira coleta, a adição de RSC ocasionou aumento na produção de N-aminossolúveis nas folhas de girassol (Figura 3D). Em condições de estresse, não houve diferenças entre os dois tratamentos com resíduo, sendo a média destes 101 % maior que a média do tratamento areia. Em condições controle, o tratamento com 14 g de RSC se sobressaiu e foi 246 % maior que o tratamento areia. Na segunda coleta, os teores de N-aminossolúveis não diferiram entre os tratamentos 7 g e 14 g de RSC e as médias destes foram 32 % e 43 % superiores em relação ao tratamento areia em condições controle e de estresse, respectivamente.

O acúmulo de N-aminossolúveis é utilizado pela planta para diminuir os efeitos da seca, visto que este fenômeno pode aumentar a capacidade de retenção de água (RAMOS et al., 2005). Portanto, maiores concentrações desse soluto nas plantas dos substratos com RSC indicam que os efeitos deletérios do estresse

hídrico poderiam ser amenizados.

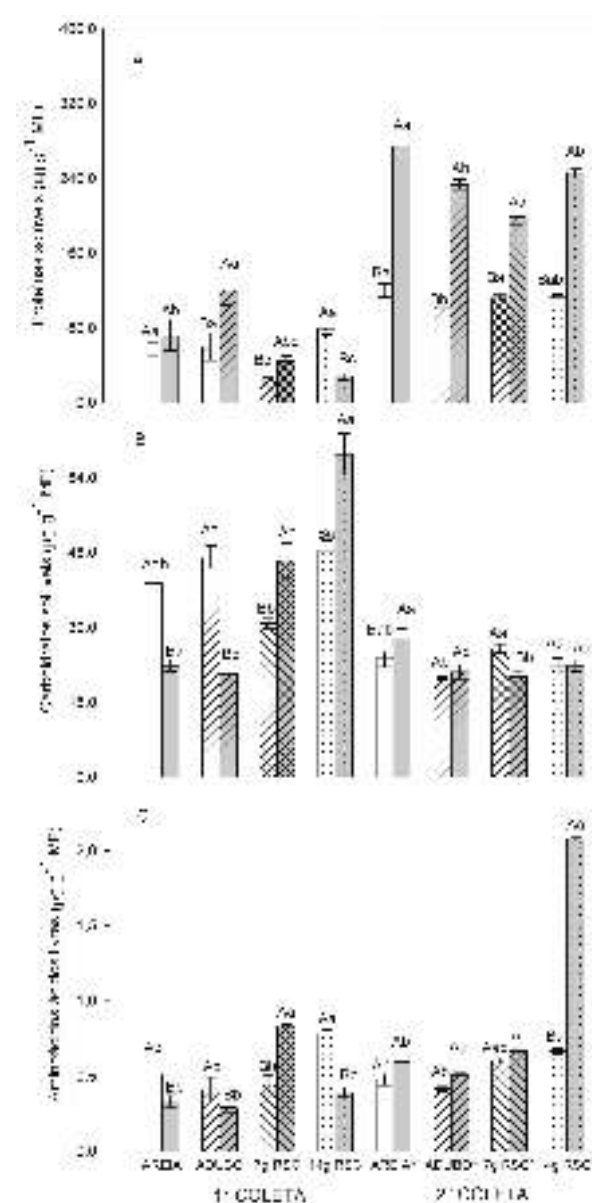


Figura 4. Teores de proteínas solúveis (A), carboidratos solúveis (B), N-aminossolúveis (C) em raízes de plantas de girassol aos 19 (primeira coleta) e 21 dias (segunda coleta) após a semeadura crescendo sob condições controle (barras brancas) ou estresse hídrico (barras cinzas). Diferentes letras maiúsculas indicam diferenças significativas devido ao tipo de irrigação (controle e estresse), enquanto diferentes letras minúsculas indicam diferenças significativas devido ao substrato (areia, areia + fertilizante, areia + 7 g RSC, areia + 14 g RSC), de acordo com o teste de Tukey ( $P \leq 0,05$ ). As análises estatísticas foram realizadas independentemente em cada coleta. As barras representam os valores das médias de cinco repetições  $\pm$  o erro padrão.

Ferreira et al. (2011) observaram que o uso de resíduos de caranguejo como fonte de adubação orgânica em até cerca de 5 % do volume do substrato incrementou os teores de carboidratos e N-aminossolúveis. Lobato et al. (2008), observaram que houve aumento nas concentrações de carboidratos

solúveis, prolina, N-aminossolúveis e uma redução nos teores de proteínas solúveis em plantas de soja submetidas a seis dias de estresse hídrico.

Para os teores de proteínas nas raízes, em uma mesma condição de irrigação, os tratamentos com RSC não promoveram ganhos significativos para esse soluto, tanto no 19º quanto no 21º dia após a semeadura (Figura 4A).

O mesmo comportamento ocorreu para os teores de carboidratos solúveis nas raízes (Figura 4B), exceto para as plantas da primeira coleta, em condições de estresse. Nesse caso, as maiores concentrações ocorreram nos tratamentos com 7 g e 14 g de RSC, com superioridades em relação ao tratamento areia de 94 % e 196 %, respectivamente.

Na Figura 4C, observa-se a concentração de N-aminossolúveis nas raízes das plantas de girassol. A adição de RSC ocasionou aumento dos teores desse soluto. Na primeira coleta a adição de 14 g de RSC ocasionou aumento de 51 % na produção de N-aminossolúveis em relação ao tratamento areia, em condições controle. Em condições de estresse, o maior valor foi encontrado no tratamento com 7 g de resíduo, sendo 148 % maior do que o tratamento areia. Na segunda coleta, nas plantas irrigadas diariamente, não houve diferenças entre os tratamentos com RSC, excetuando-se o tratamento com 14 g de RSC que foi 39 % maior do que com areia. Nas plantas submetidas ao déficit hídrico, o tratamento com 14 g de RSC se sobressaiu e foi 250 % maior que o tratamento areia.

Uma das estratégias das plantas para diminuir os efeitos da seca é a acumulação de solutos pela célula, facilitando, assim, a absorção de água pelas plantas, além de manter o potencial de pressão em níveis adequados para o crescimento vegetal (SILVA et al., 2014b). Com o déficit hídrico, vários metabólitos, como carboidratos, aminoácidos e proteínas, são acumulados e podem atuar como osmólitos na manutenção do turgor celular, na eliminação de espécies reativas de oxigênio e na estabilização de proteínas e estruturas da célula (SEKI et al., 2007).

A capacidade de ajuste osmótico apresenta variação entre diferentes culturas, devendo, dessa forma, ser considerado ao medir a habilidade da cultura em suportar condições de estresse hídrico (MORANDO et al., 2014). Atualmente, tem sido observada elevada capacidade de ajuste osmótico em espécies como o algodão e o sorgo; ajustes moderados em girassol; e baixa capacidade de ajuste, no trigo e na soja (OOSTERHUIS e WULLSCLEGER, 1988). Logo, o ajustamento osmótico é considerado como um dos

principais processos de aclimação de diversas culturas ao déficit hídrico, por sustentar a atividade metabólica no tecido e permitir a retomada do crescimento após a nova irrigação (MORANDO et al., 2014).

Diante desse contexto, no presente estudo os aumentos nas concentrações de solutos orgânicos e proteínas solúveis (Figuras 3 e 4) verificados nas plantas de girassol contendo RSC no substrato, em relação aos demais tratamentos, podem representar melhoria na aclimação das plantas às condições adversas (seca). Além disso, maiores teores desses compostos podem ter contribuído para os aumentos nos parâmetros de crescimento (diâmetro dos coletores e do número de folhas) encontrados nestas plantas em relação àquelas crescendo em substrato contendo areia ou adubo (Figura 2). Esses resultados evidenciam os efeitos positivos do uso de RSC no cultivo de plantas de girassol e uma possível solução para a destinação do resíduo.

### Conclusões

Nas condições experimentais empregadas, a adição de RSC ao substrato não influenciou o percentual de germinação na cultura do girassol. De modo geral, a utilização de RSC proporcionou melhoria nos parâmetros número de folhas e diâmetro dos caules, em relação às plantas crescendo em substrato com areia ou areia + adubo/fertilizante orgânico misto, principalmente em condições de estresse hídrico. Sobretudo nas folhas, a aplicação de 7 g ou 14 g de RSC ocasionou maior produção de solutos orgânicos e proteínas solúveis nas plantas de girassol do que o tratamento areia. O RSC pode ser uma alternativa aos fertilizantes no cultivo de plantas, reduzindo os custos de produção, além de ser uma destinação sustentável para o RSC.

### Agradecimentos

À EMBRAPA Produtos e Mercados por ter gentilmente cedido as sementes utilizadas nos experimentos.

### Referências Bibliográficas

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE CAMARÃO - **ABCC**. Disponível em: <<http://www.abccam.com.br/abcc/>>. Acesso em: 20 maio 2016.
- ABREU JÚNIOR, C.H. et al. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: propriedades químicas do solo e produção vegetal. **Tópicos Ciência do solo**, v.4, p.391-470, 2005.
- ALENCAR, J.R. et al. Cultivo de camarão branco

- Litopenaeus Vannamei (Boone, 1931) com a Macroalga Ulva Lacuata Linneaus (Chlorophyta) no tratamento de efluentes em sistema fechado de recirculação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.10, p.117-137, 2010.
- BATES, L.S. et al. Rapid determination of free proline for water-stress studies. **Plant and Soil**, v.39, p.205-207, 1973.
- BISCARO, G.A. et al. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia-MS. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, 32:1366-1373, 2008.
- BRADFORD, M.M.A. Rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p.248-254, 1976.
- CARLESSO, R. Absorção de água pelas plantas: água disponível versus extraível e a produtividade das culturas. **Revista Ciência Rural**, v.25, n.1, p.183-188, 1995.
- CASTELLO, J. P. et al. Rearing shrimps in pens: A predictive model for impact assessment. **Estuaries and Coasts**, v. 31, p.215-222, 2008.
- DUBOIS, M. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, v.28, n.3, p.350-356, 1956.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo, Rio de Janeiro:RJ, 1997. 212p. Disponível em: <[https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos\\_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf)>. Acesso em: 09 fev. 2016.
- FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília, EMBRAPA-CNPAC, 1989, 425p.
- FEITOSA, H. O. et al. Influência da adubação borácica e potássica no desempenho do girassol. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.3 p.302-307, 2013.
- FERREIRA, F. J. et al. Salinização do solo e desenvolvimento de meloeiro com a aplicação de resíduo de caranguejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.4, p.359-364, 2011.
- FIOREZE, S. L. et al. Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em casa de vegetação. **Revista Ceres**, v.58, n.3, p.342-349, 2011.
- GONDIM, F. A. **Pré-tratamento foliar com H2O2 como estratégia para minimizar os efeitos deletérios da salinidade em plantas de milho**. 2012. 147p. Tese (Doutorado em Bioquímica). Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012. 147p.
- HERBETS, R.A. et al. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. **Revista Saúde e Ambiente**, v.6, p.41-50, 2005.
- KARADOĐAN, T.; AKGÜN, İ. Effect of leaf removal on sunflower yield and yield components and some quality characters. **Helia**, v.32, p.123-134, 2009.
- KRAY, C. H. et al. Avaliação da aplicação de composto de lixo urbano e lodo de esgoto em dois solos diferentes. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.17, n.2, p.119-125, 2011.
- KROB, A. D. et al. Propriedades químicas de um argissolo tratado sucessivamente com composto de lixo urbano. **Ciência Rural**, v.41, n.3, p.433-439, 2011.
- LIMA JÚNIOR, I. S et al. Desfolha artificial simulando danos de pragas na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L., Asteraceae). **Revista Ceres**, v.57, n.1, p.23-27, 2010.
- LEITÃO, R. C. et al. Reúso da água da despesca na produção de camarão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.12, p.1314-1320, 2011.
- LOBATO, A. K. S. et al. Physiological and biochemical behavior in soybean (*Glycine max* cv. Sambaiba) plants under water deficit. **Australian Journal of Crop Science**, v.2, p.25-32, 2008.
- LOPES, P. V. L. et al. **Produtividade de genótipos de girassol em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia**. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2009. 4p. (Comunicado Técnico, 208).
- MORANDO, R. et al. Déficit hídrico: efeito sobre a cultura da soja. **Journal of Agronomic Sciences**, v.3, p.114-129, 2014.
- NASCIMENTO, M. B. H. et al. Uso de biossólido e de água residuária no crescimento e desenvolvimento da mamona. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.10, p.1001-1007, 2006.
- NEZAMI, A. et al. Effects of drought stress and defoliation on sunflower (*Helianthus annuus*) in controlled conditions. **Journal Desert**, v.12, p.99-104, 2008.
- NOBRE, R.G. et al. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.747-754, 2010.
- OOSTERHUIS, D.; WULLSCHLEGER, S. D. Drought tolerance and osmotic adjustment of various crops in response to water stress. **Arkansas Farm Research**, v.37, p.12, 1988.
- RAMOS, M. L. G. et al. Differences in ureide and amino acid content of water stressed soybean inoculated



- with Bradyrhizobium japonicum and B.elkanii. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.5, p.453-458, 2005
- SAMPAIO, T. F. et al. Lodo de esgoto na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.36, n.9, p. 1637-1645, 2012.
- SANTOS, P. R. et al. Acúmulo de cátions em dois cultivares de feijoeiro crescidos em soluções salinas. **Revista Ceres**, v.56, n.10, p.666-678, 2012.
- SANTOS JÚNIOR, J. A. et al. Cultivo de girassol em sistema hidropônico sob diferentes níveis de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n.4, p.842-849, 2011.
- SEKI, M. et al. Regulatory metabolic networks in drought stress responses. **Current Opinion in Plant Biology**, v.10, p.296- 302, 2007.
- SILVA, C. E. et al. Water relations and organic solutes production on four umbu tree (*Spondias tuberosa*) genotypes under intermittent drought. **Brazilian Society of Plant Physiology**, v.21, n.1, p.43-53, 2009.
- SILVA, R.C.B. **Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de melancia submetidas ao aumento do CO<sub>2</sub>, temperatura e salinidade**. 2012. 88p. Dissertação (Mestrado em Horticultura Irrigada), Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, 2012. 88p.
- SILVA, T.T.S. et al. Efeito da adubação orgânica sobre o crescimento do girassol irrigado com água residuária. In: **Workshop Internacional de Inovações Tecnológicas na Irrigação** (Vol. 4). 2012.
- SILVA, R. F. et al. Produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em substratos orgânicos alternativos. **Ciência Florestal**, v.24, n.3, p.609-619, 2014b.
- SILVA, V. F. et al. Cultivo de girassol em variedades de substratos. **Revista Monografias Ambientais**, v.13, n.4, p.3453-3459, 2014a.
- VIEIRA, O. V. Características da cultura do girassol e sua inserção em sistemas de cultivos no Brasil. **Revista Plantio Direto**, edição nº 88, julho/agosto de 2005. Aldeia Norte Editora, Passo Fundo-RS. Disponível em: [http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont\\_int&id=64](http://www.plantiodireto.com.br/?body=cont_int&id=64) 3. Acessado em: 09 fev. 2016.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia do estresse. In: **Fisiologia vegetal**. São Paulo, Artmed. p.613-641, 2006.
- TOUREIRO, C. M. et al. Resposta das culturas do girassol e do milho a diferentes cenários de rega deficitária. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 30, p.33-47, 2007.
- YEMM, E. W.; COCKING, E. C. The determination of amino acids with ninhydrin. **The Analyst**, v. 80, p.209-213, 1995.