

---

**NOTA TÉCNICA:****DESENVOLVIMENTO DE VARIEDADES DE GIRASSOL CULTIVADAS COM RESÍDUOS SÓLIDOS**

Pedro Henrique Pinto Ribeiro<sup>1</sup>, Samuel Silva<sup>2</sup>, José Dantas Neto<sup>3</sup>, Marcel Gomes Dias Lago<sup>4</sup>, Marconi Batista Teixeira<sup>5</sup>

**RESUMO**

O girassol é a quinta oleaginosa em produção de grãos e a quarta em produção de óleo no mundo, ficando atrás somente do dende, soja e canola. Este trabalho teve como objetivo estudar o comportamento das variedades de girassol Ollysson e AG962 na presença de metais pesados no solo. A pesquisa foi realizada em estufa na Universidade Federal de Campina Grande, no período de 01 de junho a 14 de agosto de 2011. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com as variedades para tratamentos e 18 repetições. Foi utilizado solo misturado com composto de resíduo sólido contendo 371,6 mg kg<sup>-1</sup> de metais pesados. As variáveis analisadas nesse trabalho foram altura da planta, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar. A variedade Ollysson apresentou maior crescimento, número de folhas por planta e área foliar. Porém teve diâmetro do caule estatisticamente igual à AG962.

**Palavras-chave:** biometria, variedades, resíduos sólidos

**ABSTRACT****DEVELOPMENT OF VARIETIES OF SUNFLOWERS CULTIVATED WITH SOLID WASTE**

The sunflower is the fifth oleaginous in grain production and fourth in production of oil in the world, behind only oil palm, soy and canola. This work aimed to study the behavior of sunflower varieties Ollysson and AG962 in the presence of heavy metals in soil. The survey was conducted in the greenhouse at the Federal University of Campina Grande, in the period from June 1 to August 14, 2011. The experimental design was completely randomized with the varieties for treatments and 18 replications. Was used soil mixed with composed of solid waste containing 371,6 mg kg<sup>-1</sup> of heavy metals. The variables analyzed in this study were plant height, stem diameter, number of leaves and leaf area. The variety Ollysson had higher growth, number of leaves per plant and leaf area. However, had stem diameters statistically equal to AG962.

**Keywords:** biometrics, cultivars, solid waste

---

**Recebido para publicação em 13/07/2013. Aprovado em 29/02/2013.**

- 1 - Tecnólogo em Irrigação e Drenagem, Mestrando em Irrigação e Drenagem, UFCG/Campina Grande-PB, pedroirri@gmail.com  
2 - Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Irrigação e Drenagem, UFCG/Campina Grande-PB, sam\_capela@hotmail.com  
3 - Engenheiro Agrônomo, Professor Associado IV do CTRN/UFCG/Campina Grande-PB, zedantas1955@gmail.com  
4 - Engenheiro Agrícola, UFCG/Campina Grande-PB, marcel.lago@hotmail.com  
5 - Engenheiro Agrônomo, Professor do IFGoiano/Rio Verde-GO, marconibt@gmail.com

## INTRODUÇÃO

As atividades industriais e de mineração aliadas ao uso inadequado de fertilizantes e pesticidas no solo contribuem para a contaminação do solo, cursos de água e lençol freático por metais pesados. Essas contaminações geralmente ocorrem em áreas próximas de complexos industriais, urbanos e também nas áreas rurais de agricultura altamente tecnificada, gerando acréscimos nos teores naturais de elementos do solo como Zn, Pb, Ni, Cd, Cu, Hg, As, entre outros (ALLOWAY, 1990). Quando as concentrações desses elementos estão acima de um dado limite denominado valor de intervenção, há risco potencial de efeito deletério sobre a saúde humana, havendo necessidade de uma ação imediata na área, como por exemplo a fitorremediação.

As soluções tecnológicas que atendam à legislação ambiental se fazem necessárias e nesse contexto destaca-se a fitoextração, que utiliza plantas para remover os metais do solo, acumulando-os nas raízes e na parte aérea. De acordo com Ernest (1996), essa é uma tecnologia de baixo custo e o seu sucesso depende do grau de contaminação do metal no solo e da capacidade das plantas em extrair e acumular o mesmo. Essa técnica possui outros benefícios como a manutenção da fertilidade do solo e a grande aceitação pública por ser uma tecnologia 'verde', além de utilizar a radiação solar como principal fonte de energia para a remoção dos elementos contaminantes do solo (USEPA, 2004). No entanto, dentre as desvantagens dessa técnica, há o risco de que plantas usadas para minimizar a poluição ambiental entrem na cadeia alimentar e causem sérios danos à saúde de pessoas e animais (ANDRADE *et al.*, 2007), devendo o produtor eliminar ou utilizar as plantas para outros fins.

As plantas hiperacumuladoras são altamente especializadas em acumular ou tolerar altíssimas concentrações elevadas de metais como: > 10.000 mg kg<sup>-1</sup> de Zn e Mn; > 1.000 mg kg<sup>-1</sup> de Pb, Ni e Cu; > 100 mg kg<sup>-1</sup> de Cd (RASKIN *et al.*, 1994). No entanto, espécies ou variedades de uma mesma espécie vegetal, quando expostas a uma concentração similar de metais pesados, podem diferir na absorção e/ou distribuição interna desses na planta (SHAW, 1989). Isso pode resultar em diferenças no crescimento e no estágio de desenvolvimento da cultura, os quais podem ser influenciados também pelo tempo de exposição ao metal e pelas diferentes espécies químicas dos

elementos (ALLOWAY, 1993).

O estudo e a exploração comercial de plantas fitoextratoras estão bastante avançados nos países desenvolvidos e com políticas ambientais bem definidas, em que, dentre as 400 plantas hiperacumuladoras identificadas até o momento, a maioria é originária de áreas contaminadas da Europa, Estados Unidos, Nova Zelândia e Austrália (KHAN *et al.*, 2000). Entretanto, no Brasil, essa técnica é pouco explorada por falta de capacitação técnica, desconhecimento do mercado e pelo fato de as plantas hiperacumuladoras conhecidas serem, em sua maioria, de clima temperado (PEREIRA, 2005). Isso é refletido pelos atuais estudos referentes à extração de metais pesados por essas plantas, a exemplo do girassol, em que os resultados são ainda incipientes e preliminares. No entanto, a perspectiva para essa planta ser utilizada na fitorremediação de áreas degradadas com solos contaminados já começa a despontar no meio científico. Andrade *et al.* (2009), estudando a capacidade de fitoextração de algumas culturas, observaram que o girassol apresentou o maior índice de translocação de Pb e Zn.

Tendo em vista a escassez de estudos com o cultivo do girassol em áreas brasileiras com altos níveis de elementos contaminantes, essa pesquisa teve como objetivo avaliar índices biométricos de variedades de girassol cultivados em solo com alta concentração de metais pesados.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, no período de 01 de junho a 14 de agosto de 2011.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 2 tratamentos e 18 repetições, totalizando 36 parcelas experimentais. Os tratamentos contaram com duas variedades de girassol (AG962 e Ollysson) selecionadas por serem materiais promissores para o cultivo na região Nordeste. As parcelas foram constituídas por vasos de 0,35 m de diâmetro e 0,52 m de altura com capacidade para 50 L, os quais foram preenchidos por uma mistura de solo com 410 g de composto de resíduo sólido, adquirido na usina de separação de lixo e reciclagem do município de Esperança-PB. No processo de compostagem, após a seleção do material, o resíduo ficou em monitoramento durante

um período suficiente (cerca de 120 dias) para que a matéria orgânica fosse decomposta pela ação de microorganismos. A quantidade de composto foi determinada em função da quantidade de metais pesados disponíveis e da capacidade de extração pela planta, baseada na literatura.

A semeadura foi realizada utilizando 10 sementes por vaso e aos 15 dias após a emergência (DAE) foi realizado o primeiro desbaste, deixando-se três plantas por vaso. Neste mesmo dia também foi iniciada a irrigação, utilizando água de abastecimento. A irrigação foi feita manualmente de acordo com a necessidade diária da cultura. Aos 30 DAE foi realizado o segundo desbaste, deixando-se duas plantas por vaso, e por fim aos 45

DAE foi realizado o último desbaste, deixando-se apenas uma planta por vaso. O controle de plantas daninhas, pragas e doenças foram realizados quando necessário ao longo do ciclo da cultura.

O solo utilizado no preenchimento dos vasos foi coletado no município de Campina Grande-PB a 0,20 m de profundidade. Após a coleta, as amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas, peneiradas em malha de 2 mm de abertura e encaminhadas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo da Universidade Federal da Paraíba, onde o solo foi caracterizado como Neossolo Regolítico Eutrófico (EMBRAPA, 1997). A análise física e química do solo está apresentada no Quadro 1.

**Quadro 1.** Análise física e química de Neossolo Regolítico Eutrófico, utilizado no cultivo de variedades de girassol em Campina Grande-PB, no período de 01 de junho a 14 de agosto de 2011

Parâmetros	Valores
Cálcio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	0,87
Magnésio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	1,63
Sódio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	1,73
Potássio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	0,88
Enxofre ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	5,12
Hidrogênio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	0,79
Alumínio ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	Ausente
Carbonato de Cálcio Qualitativo	Ausente
Carbonato	0,00
Carbono Orgânico ( $\text{g dm}^{-3}$ )	5,20
Matéria Orgânica ( $\text{g dm}^{-3}$ )	8,36
Nitrogênio ( $\text{g dm}^{-3}$ )	0,52
Fósforo Assimilável ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	2,85
Cloreto ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	2,50
Bicarbonato ( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )	2,70
pH (extrato de saturação)	6,37
pH $\text{H}_2\text{O}$ (1:2,5)	6,60
CE (extrato da pasta de saturação) ( $\text{dS m}^{-1}$ )	571,30
Porcentagem de saturação por bases (%)	19,66

Os parâmetros físicos, químicos, biológicos, metais pesados, macro e micro nutrientes do composto orgânico (Quadro 2) foram analisados no Laboratório de Fertilizantes e Resíduos do Instituto Agronômico de Campinas, com método de ensaio conforme a Instrução Normativa 28 de 27/07/2007.

**Quadro 2.** Características químicas do composto orgânico utilizado no cultivo de variedades de girassol em Campina Grande-PB, no período de 01 de junho a 14 de agosto de 2011

Parâmetros	Valores
pH	8,0
Umidade a 60 – 65 °C (%)	48,5
Matéria orgânica (g kg <sup>-1</sup> )	115,0
Carbono orgânico (g kg <sup>-1</sup> )	73,8
Nitrogênio Kjeldahl (g kg <sup>-1</sup> )	8,4
Relação C/N	8,8
Boro (mg kg <sup>-1</sup> )	15,0
Cádmio (mg kg <sup>-1</sup> )	<1,0 <sup>(1)</sup>
Cálcio (g kg <sup>-1</sup> )	23,8
Chumbo (mg kg <sup>-1</sup> )	29,2
Cobre (mg kg <sup>-1</sup> )	47,5
Enxofre (g kg <sup>-1</sup> )	1,7
Ferro (mg kg <sup>-1</sup> )	11,8
Fósforo (g kg <sup>-1</sup> )	2,6
Magnésio (g kg <sup>-1</sup> )	2,5
Manganês (mg kg <sup>-1</sup> )	106,0
Níquel (mg kg <sup>-1</sup> )	25,9
Potássio (mg kg <sup>-1</sup> )	51,5
Zinco (mg kg <sup>-1</sup> )	163,0

(1) Não determinado, concentrações menores que o limite de quantificação

Os parâmetros biológicos do composto orgânico foram analisados pelo método EPA 503, em que os resultados estão apresentados no Quadro 3.

**Quadro 3.** Análise parasitária do composto orgânico utilizado no cultivo de variedades de girassol em Campina Grande-PB, no período de 01 de junho a 14 de agosto de 2011

Parâmetro	Unidade <sup>1</sup>	Valores
Coliformes termotolerantes	NMP/g de MS	118,92
Salmonella spp.	NMP/10g de MS	Ausente
Ovos viáveis de helmintos	Ovos/4g de ST	0,19

A altura do girassol foi medida a cada 15 dias, até aos 75 dias após a emergência (DAE), a partir do nível do solo até ao ápice da planta. A medição do diâmetro do caule foi realizada com auxílio de um paquímetro digital, em que as leituras foram efetuadas na região do colo de cada planta, a uma distância de 3 cm da superfície do solo, nos mesmos períodos estabelecidos para mensuração da altura do girassol.

A contagem do número de folhas foi realizada considerando-se as folhas que apresentaram comprimento mínimo de 3,0 cm nas épocas de coleta de dados, as quais foram realizadas aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAE. Nessas datas também foi mensurada a nervura principal da folha, utilizada no cálculo da área foliar, conforme a metodologia proposta por Maldaner *et al.* (2009).

O modelo logístico foi utilizado para estimar o crescimento, no qual foram ajustadas as variáveis dependentes de altura da planta em função dos dias após a emergência.

$$w = \frac{w_f}{\left[ 1 + \left( \frac{w_f}{w_o} - 1 \right) \exp(-r \text{ DAE}) \right]} \quad (1)$$

em que,

w = variável de crescimento (cm);

DAE = dias após a emergência;

w<sub>o</sub> = crescimento inicial da cultura (cm);

w<sub>f</sub> = crescimento final da cultura (cm);

r = taxa máxima de crescimento relativo (cm cm<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup>).

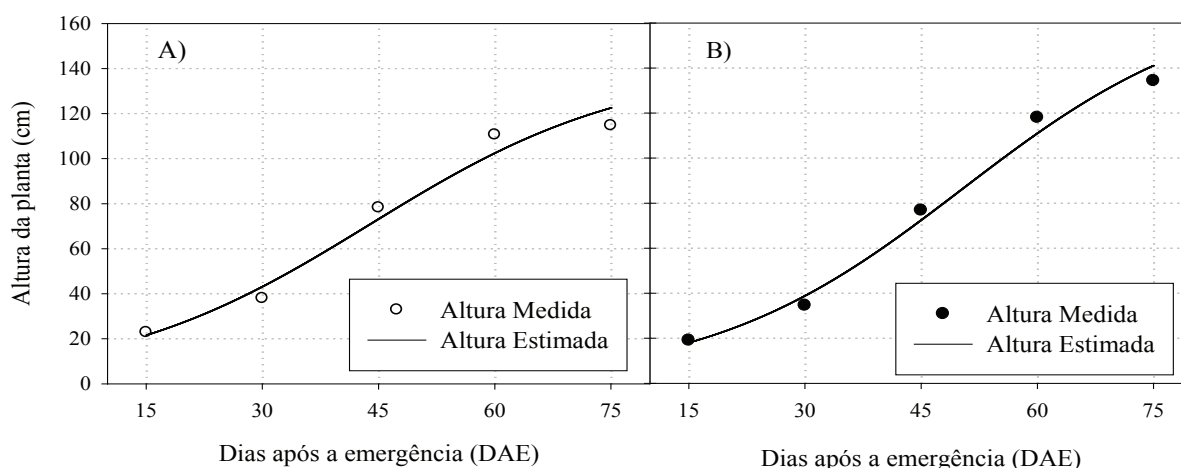
Para quantificar a aproximação dos dados estimados aos observados, aplicou-se o coeficiente de concordância de Willmontt, representado pela letra “d” (WILLMONTT, 1981). O coeficiente “d” expressa a concordância relativa entre as estimativas e os dados observados, variando de zero (que indica nulidade) a 1 (que indica perfeita exatidão). A estimativa do modelo proposto foi avaliada também pelo teste estatístico t de Student.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O girassol apresentou bom crescimento ao longo do ciclo de cultivo, em que aos 75 DAE a variedade Ollyson apresentou 134,3 cm de altura, enquanto que a AG962 apresentou 114,6 cm (Figura 1). Essa diferença de altura (19,6 cm) entre as duas variedades foi estatisticamente significativa ao nível de 1% probabilidade pelo Teste t. Isso mostra que na presença de metais pesados no solo a variedade Ollyson cresce em torno de 17% a mais que a AG962 e, conforme Garbisu e Alkorta (2001), a planta ideal para fitoextração deve ter alta taxa de crescimento para indicar seu potencial de tolerância aos metais pesados. A severa redução no crescimento foi verificada em girassol cultivado em solos com elevados teores de metais pesados (ANDRADE *et al.*, 2009). Andaleeb *et al.* (2008)

observaram que a altura de variedades de girassol diminuiu em função do nível de Cr no solo, pois este elemento, quando transportado para a parte aérea da planta, afeta o metabolismo celular. Isso mostra que variedades de plantas da mesma espécie possuem comportamentos diferenciados quando submetidas à mesma situação de cultivo.

A altura das duas variedades foram superiores aos valores obtidos por Silva *et al.* (2009), os quais, estudando híbridos de girassol Agrobél 960, BRHS 5 e Hélio 251, encontraram alturas de 82,2 cm, 98,4 cm e 97,1 cm, respectivamente. Dutra *et al.* (2012), em experimento com girassol e lâminas de irrigação em casa de vegetação, avaliaram a altura das plantas aos 45 dias após a emergência e observaram que para a maior lâmina hídrica a altura do girassol foi de 27 cm. No entanto, em experimento de campo e para a mesma época de avaliação, quando o girassol foi submetido à irrigação por Acosta (2009) e a doses de nitrogênio por Biscaro *et al.* (2008), a altura média das plantas foi de 130 cm e 114 cm, respectivamente. Essa diferença de crescimento se deve ao fato de que plantas cultivadas em casa de vegetação sofrem o fenômeno de hipoxia e, com isso, há maior produção de etileno na parte aérea, o qual reduz o crescimento de folhas, caules e raízes, além de causar epinastia, senescência e abscisão foliar,



**Figura 1.** Valores observados da altura de variedades de girassol AG962 (A) e Ollyson (B), e curvas ajustadas pelo modelo logístico, ao longo dos dias após a emergência (DAE), em cultivo protegido e na presença de metais pesados no solo na região de Campina Grande-PB, no período de 01 de junho a 14 de agosto de 2011.

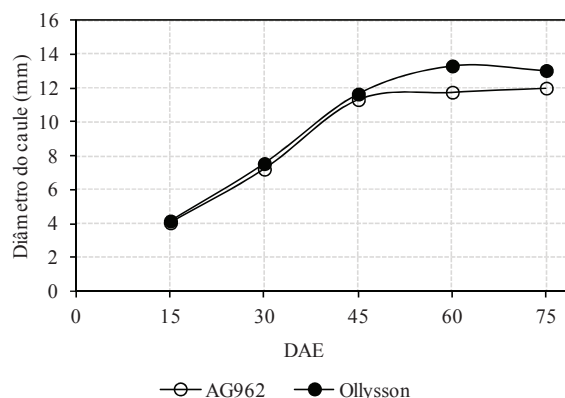


aumento da espessura da base caulinar, formação de raízes adventícias, formação de aerênquimas, hipertrofia de lenticelas dos caules e raízes, bem como redução da fotossíntese (KERBAUY, 2004; TAIZ; ZEIGER, 2009).

O modelo logístico utilizado na estimativa do crescimento das plantas de girassol em função dos dias após a emergência teve ajustes estatísticos significativos ( $p < 0,05$ ) (Quadro 4). Os coeficientes de regressão para o ajuste do modelo foram superiores a 0,96, com máximo de 0,98 para a variedade Ollysson, na qual o ajuste do modelo mostrou o menor erro padrão de estimativa ( $\pm 0,1151$ ). A concordância entre os valores de altura da planta observados e estimados foi elevada, com coeficiente de concordância de Willmontt (d) entre 0,9934 (AG962) e 0,9968 (Ollysson), indicando que o modelo logístico foi capaz de estimar o crescimento do girassol.

O diâmetro do caule da variedade AG962 apresentou estabilidade no crescimento aos 45 DAE (Figura 2). Porém, o caule da variedade Ollysson cresceu até aos 60 DAE, quando diferiu estatisticamente ( $p < 1\%$ ) da AG962. No final do ciclo, o diâmetro do caule da variedade Ollysson decresceu, atingindo 13,05 mm e sendo estatisticamente igual à AG962, que teve diâmetro final de 12,01 mm. A diminuição no diâmetro final da variedade Ollysson deve-se à redução de turgidez causada pelo decréscimo da umidade na

planta, por ser esta a fase de maturação (TAIZ; ZEIGER, 2009; SILVEIRA, 2000).



**Figura 2.** Diâmetro do caule das variedades de girassol Ollysson e AG962 ao longo dos dias após a emergência (DAE), em cultivo protegido e na presença de metais pesados no solo na região de Campina Grande-PB, no período de 01 de junho a 14 de agosto de 2011.

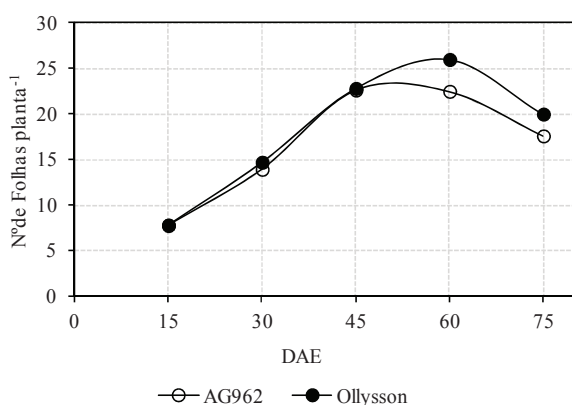
Biscaro *et al.* (2008), obtiveram diâmetro médio do caule de 18,4 mm ao estudar a adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado. Conforme os autores, o diâmetro do caule é uma característica importante no girassol, pois diminui o acamamento da cultura e facilita seu manejo, tratamentos culturais e colheita.

**Quadro 4.** Valores ajustados pelo modelo logístico para altura inicial ( $w_0$ , cm) e final ( $w_f$ , cm) e taxa máxima de crescimento relativo ( $r$ ,  $\text{cm cm}^{-1} \text{dia}^{-1}$ ) de variedades de girassol.  $R^2_{\text{adj}}$  é o coeficiente de regressão, valores entre parênteses representam o erro padrão de estimativa (EPE, cm) dos coeficientes e d é o coeficiente de Willmontt

Parâmetros	Variedade	
	AG962	Ollysson
$w_f$ (cm)	141,8592*( $\pm 32,3899$ )	172,4119*( $\pm 38,0558$ )
$w_0$ (cm)	9,7385 <sup>ns</sup> ( $\pm 2,7270$ )	7,7273*( $\pm 1,7460$ )
$r$ ( $\text{cm cm}^{-1} \text{dia}^{-1}$ )	0,0594*( $\pm 0,0137$ )	0,0609*( $\pm 0,0101$ )
$R^2_{\text{adj}}$	0,9657	0,9810
EPE (cm)	0,1312	0,1151
d	0,9934	0,9968

\* significativo a  $p < 0,05$  e ns não significativo pelo teste t.

O número de folhas das duas variedades aumentou, de forma semelhante, até aos 45 DAE, em que as variedades Ollysson e AG962 estiveram com 23 folhas por planta (Figura 3). Porém, aos 60 DAE, enquanto a cultivar Ollysson atingiu o número máximo de folhas por planta (26), na AG962 houve redução para 22 folhas por planta. O número final de folhas por planta das cultivares Ollysson e AG962 foi 20 e 18, respectivamente, os quais foram estatisticamente diferentes ( $p < 0,01$ ). Essa redução no número de folhas ocorre porque, de acordo com Silveira (2000), quando o girassol atinge a fase de maturação fisiológica, as folhas liguladas começam a cair. Além disso, a redução de umidade na planta na época de colheita faz com que algumas folhas entrem em processo de senescência, pois a produção e consumo de fotoassimilados não é mais interessante.

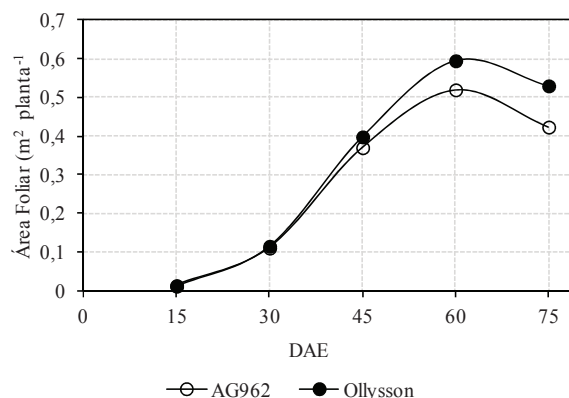


**Figura 3.** Número de folhas por planta das variedades de girassol Ollysson e AG962 ao longo dos dias após a semeadura (DAE), em cultivo protegido e na presença de metais pesados no solo, na região de Campina Grande-PB, no período de 01 de junho a 14 de agosto de 2011.

Bruginski e Pissaia (2002), avaliaram o crescimento do híbrido de girassol M 734 cultivado com cobertura nitrogenada, ou seja, sob plantio direto na palha, e obtiveram uma média de 39,3 folhas por planta de girassol.

A área foliar por planta das duas variedades não diferiu estatisticamente ao longo do ciclo de cultivo e atingiu o máximo aos 60 DAE, em que as variedades

Ollysson e AG962 tiveram área foliar de 0,59 m<sup>2</sup> e 0,52 m<sup>2</sup>, respectivamente (Figura 4). No final do ciclo de cultivo houve redução da área foliar, em que a variedade Ollysson esteve com 0,53 m<sup>2</sup> e a AG962 com 0,42 m<sup>2</sup> de área foliar por planta. De acordo com Cruz (2010), isto ocorre porque a planta ao atingir o tamanho definitivo, entra na fase de senescência, diminuindo a AF, com menor intercepção de energia luminosa e degeneração do sistema fotossintético. Como a fotossíntese depende da AF, o rendimento da cultura será tanto maior quanto mais rápido a planta atingir o índice de área foliar ótimo e quanto mais tempo à AF permanecer ativa. Com relação à diferença entre as duas variedades, observou-se que a Ollysson foi mais eficiente em desenvolver área foliar na presença de metais pesados no solo. Pena *et al.* (2008) avaliaram o efeito de vários metais pesados em plantas de girassol e observaram que, a exceção do Pb<sup>2+</sup>, todos os metais testados (Al<sup>3+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup> e Zn<sup>2+</sup>) causaram decréscimo significativo na área foliar após 4 dias de exposição.



**Figura 4.** Área foliar por planta das variedades de girassol Ollysson e AG962 ao longo dos dias após a semeadura (DAE), em cultivo protegido e na presença de metais pesados no solo, na região de Campina Grande-PB, no período de 01 de junho a 14 de agosto de 2011.

## CONCLUSÕES

- A variedade Ollysson apresentou melhores índices de desenvolvimento do que a AG962, possuindo, portanto, maior potencial para ser usada na fitoremediação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOSTA, J.F. **Consumo hídrico da cultura do girassol irrigada na região da Chapada do Apodi – RN**. 2009. 143f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, 2009.
- ALLOWAY, B.J. **Heavy metals in soils**. New York: John Wiley, 1993. 339p.
- ALLOWAY, B.J. **Heavy metals in soils**. New York: John Wiley & Sons, 1990. 339p.
- ANDRADE, J.C.M.; TAVARES, S.R.L.; MAHLER, C.F. **O uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 175p.
- ANDRADE, M.G.; MELO, V.F.; GABARDO, J.; SOUZA, L.C.P.; REISSMANN, C.B. Metais pesados em solos de área de mineração e metalurgia de chumbo. I – Fitoextração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, n.6, 2009.
- BISCARO, G.A.; MACHADO, J.R.; TOSTA, M.S.; MENDONÇA, V.; SORATTO, R.P.; CARVALHO, L.A. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia – MS. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.5, p.1366-1373, 2008.
- BRUGINSKI, D.H.; PISSAIA, A.; Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: II – morfologia da planta e partição de massa seca. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.3, n.1-2, p.47-53, 2002.
- CRUZ, T.V.; PEIXOTO, C.P.; MARTINS, M.C. Crescimento e produtividade de soja em diferentes épocas de semeadura no Oeste da Bahia. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, p.33-42, 2010.
- DUTRA, C.C.; PRADO, E.A.F.; PAIM, L.R.; SCALON, S.P.Q. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.1, p.2657-2668, 2012.
- ERNEST, W.H.O. Bioavailability of heavy metals and decontamination of soils by plants. **Applied Geochemistry**, Mainz, v.11, n.1-2, p.163-167, 1996.
- ANDALEEB, F.; ZIA, M.A.; ASHRAF, M.; KHALID, Z.M. Effect of chromium on growth attributes in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Journal of Environmental Sciences**, Beijing, v.20, n.12, p.1475-1480, 2008.
- GARBISU, C.; ALKORTA, I. Phytoextraction: a cost effective plant-based technology for the removal of metals from the environment. **Bioresource Technology**, Miramar, v.77, p.229–236, 2001.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Guanabara: Koogan, 2004. 439p.
- KHAN, M.A.; GUL, B.; WEBER, D. J. Germination responses of *Salicornia rubra* to temperature and salinity. **Journal of Arid Environments**, v.45, n.3, p.207-214, 2000.
- MALDANER, I.C.; HELDWEIN, A.B.; LOOSE, L.H.; LUCAS, D.D.P.; GUSE, F.I.; BERTOLUZZI, M.P. Modelos de determinação não-destrutiva da área foliar em girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1356-1361, 2009.
- PENA, L.B.; ZAWOZNIK, M.S.; TOMARO, M.L.; GALLEGO, S.M. Heavy metals effects on proteolytic system in sunflower leaves. **Chemosphere**, v.72, n.5, p.741-746, 2008.
- PEREIRA, B.F.F. **Potencial fitorremediador das culturas de feijão-de-porco, girassol e milho cultivados em Latossolo Vermelho contaminado com chumbo**. 2005. 68f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Agroambientais) – Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2005.
- RASKIN, I.; KUMAR, P.B.A.N.; DUSHENKOV, S.; SALT, D.E. Bioconcentration of heavy metals by plants. **Current Opinion Biotechnology**, London, v.5, n.3, p.285-290, 1994.
- SHAW, A.J. **Heavy metal tolerance in plants: Evolutionary aspects**. New York: CRC Press, 1989. 355p.



SILVA, A.G.; PIRES, R.; MORAES, E.B.; OLIVEIRA, A.C.B.; CARVALHO, C.G.P. Desempenho de híbridos de girassol em espaçamentos reduzidos. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.1, p.31-38, jan./mar. 2009.

SILVEIRA, J.M. **Fenologia y calidad de semillas de girasol** (*Helianthus annuus* L.). 2000. 244f. Tesis (Doctoral Producción Vegetal, Fitotecnia) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 2000.

SOUZA, L.H.B.; PEIXOTO, C.P.; MACHADO,

G.S.; PEIXOTO, M.F.S.P.; CRUZ, T.V. Fenologia, área foliar e massa da matéria seca de girassol em diferentes épocas de semeadura e populações de plantas no recôncavo da Bahia. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n.13, p.572-585, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 613p.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US-EPA). **Introduction to phytoremediation**: EPA/600/R-99/107. Cincinnati: National Risk Management Research Laboratory, 2000.