



DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n4p350-357>

## Crescimento do girassol adubado com resíduo líquido do processamento de mandioca

Mara S. M. Dantas<sup>1</sup>, Mario M. Rolim<sup>2</sup>, Anamaria de S. Duarte<sup>3</sup>,  
Elvira M. R. Pedrosa<sup>4</sup>, José N. Tabosa<sup>5</sup> & Daniel da C. Dantas<sup>6</sup>

### Palavras-chave:

*Helianthus annuus* L.  
*Manihot esculenta* crantz  
manipueira  
massa seca  
aquênios

### RESUMO

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o crescimento do girassol, Helio 250, fertilizado com manipueira. Para tanto, conduziu-se um experimento no Instituto Agrônomo de Pernambuco, localizada em Vitória de Santo Antão, PE. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas e representadas pelas doses (0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) e as subparcelas pelas épocas de amostragens (15, 30, 45, 60, 75 e 90) dias após a semeadura. Foram determinados altura de plantas, número de folhas, massa fresca e seca de folhas, massa fresca e seca do caule, massa fresca e seca do capítulo. A dose de 136 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de manipueira proporcionou um desenvolvimento mais adequado das plantas sendo que os maiores valores de altura de plantas, número de folhas, massa fresca e massa seca das folhas foram obtidos aos 60 dias após a semeadura enquanto os máximos valores de massa fresca e seca do caule, massa fresca e massa seca do capítulo ocorreram aos 73 e 86 dias após a semeadura, respectivamente sendo, portanto, recomendado o uso da manipueira como fonte de nutrientes para a cultura do girassol.

### Key words:

*Helianthus annuus* L.  
*Manihot esculenta* crantz  
cassava wastewater  
dry matter  
achenes

## Growth of sunflower fertilized with liquid waste from processing of cassava

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the growth of sunflower, Helio 250, fertilized with liquid waste of cassava processing. An experiment was conducted at the Agronomic Institute of Pernambuco, located in Vitoria de Santo Antão, PE. The randomized complete block design was used with six treatments and four replications. The treatments were arranged in a split plot, being the plots represented by doses (0, 8.5, 17, 34, 68 and 136 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) and subplots by sampling dates -15, 30, 45, 60, 75 and 90 days after sowing. Plant height, number of leaves, fresh and dry weight of leaves and stem, and chapter were determined. The dose of 136 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> cassava enhanced growth of plants, and the maximum height of plants, number of leaves, fresh and dry mass of leaves were obtained at 60 days after sowing, while the maximum values of fresh and dry mass of stem and of chapter were observed at 73 and 86 days after sowing, respectively, and therefore recommended the use of liquid waste of cassava processing as a source of nutrients for sunflower cultivation.

Protocolo 144-2014 – 07/05/2014 • Aprovado em 05/12/2014 • Publicado em 02/03/2015

<sup>1</sup> UFRPE. Recife, PE. E-mail: mara\_suy@hotmail.com

<sup>2</sup> UFRPE. Recife, PE. E-mail: rolim@deagri.ufrpe.br

<sup>3</sup> UFRPE. Recife, PE. E-mail: asousaduarte@gmail.com (Autora correspondente)

<sup>4</sup> UFRPE. Recife, PE. E-mail: elvira.pedrosa@deagri.ufrpe.br

<sup>5</sup> UFRPE. Recife, PE. E-mail: tabosa@ipa.br

<sup>6</sup> UFRPE. Recife, PE. E-mail: d1cdantas@hotmail.com

## INTRODUÇÃO

Os problemas econômicos e ambientais causados pela exploração e pelo uso do petróleo têm favorecido problemas de escassez de combustível forçando a procura de outras fontes renováveis, como aquelas derivadas da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) e de óleos vegetais extraídos de oleaginosas como a soja (*Glycine max*), mamona (*Ricinus communis* L.), girassol (*Helianthus annuus*), o pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) e o amendoim (*Arachis hypogaea* L.), entre outros (Ramos et al., 2009; Porte et al., 2010).

Segundo Vêras et al. (2012), o Brasil dispõe de tecnologias avançadas em toda a cadeia produtiva de biocombustíveis; no entanto, os que mais se destacam são o bioálcool e o biodiesel produzidos respectivamente a partir da cana-de-açúcar e de oleaginosas.

A produção brasileira de biodiesel é de 2,5 bilhões de litro ao ano e a Lei Nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005, que dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira, torna obrigatória a adição de 5% de biodiesel ao óleo diesel consumido no Brasil, o que aumenta a necessidade de cultivo de oleaginosas que possam ser utilizadas na produção de óleos vegetais para atender à demanda de mercado nos próximos anos (Thomaz et al., 2012).

A cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) vem, a cada ano, ocupando novas áreas e aumentando significativamente sua produção devido às suas características peculiares de rusticidade, resistência à seca, teor e qualidade de óleo. O cultivo de girassol visando à produção de biodiesel está relacionado às características como: elevado teor de óleo, resistência ao estresse hídrico e boa produtividade e adaptação ao cultivo consorciado sem que haja comprometimento da cultura principal (Thomaz et al., 2012). Desta forma, tem-se buscado estabelecer práticas de cultivo do girassol que permitam viabilizar sua exploração sob técnicas racionais e econômicas; portanto, a utilização de resíduos agroindustriais pode apresentar-se como alternativa de nutrientes para os cultivos agrícolas.

A manipueira é um resíduo líquido produzido no processo de fabricação de farinha de mesa e extração da fécula da mandioca (*Manihot esculenta*) rico em açúcares, amidos, proteínas, linamarina, sais e outras substâncias (Duarte et al., 2012). De todos os resíduos gerados no processamento da mandioca a manipueira é o mais prejudicial ao meio ambiente em razão da presença de alta carga orgânica e de linamarina, que é um glicosídeo cianogênico de elevada toxicidade, os quais provocam redução do oxigênio dissolvido e eutrofização dos corpos d'água, morte da fauna aquática e intoxicação dos animais que consomem a água contaminada com manipueira (Campos et al., 2006). No entanto e apesar da manipueira ser um resíduo potencialmente poluidor quando descartado de forma inadequada no meio ambiente, a presença de nutrientes, principalmente potássio, nitrogênio, magnésio, cálcio e fósforo, pode viabilizar a sua utilização como biofertilizante na atividade agrícola (Cardoso et al., 2009).

O uso adequado de manipueira como fonte de nutrientes para o cultivo de diversas culturas tem apresentado resultados promissores em pesquisas conduzidas por diversos autores. Salvador et al. (2012), avaliaram o efeito da aplicação de

diferentes concentrações de manipueira, diluída em água na formação de mudas de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) em tubetes preenchidos com Latossolo Vermelho distrófico, Argissolo Vermelho distrófico, Neossolo litólico, substrato comercial plantmax® e areia lavada e constataram que a produção de massa seca da parte aérea, de massa seca de raízes e a altura de plantas foram maiores com o uso de volumes iguais a 50, 25 e 38% de manipueira diluída, respectivamente.

Duarte et al. (2012) verificaram, trabalhando com doses de manipueira (0; 12,5; 25; 45 e 65 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) com a cultura da alface (*Lactuca sativa*) correlações positivas entre as variáveis de crescimento: altura de planta, número de folhas, área foliar e produção de massa verde e seca da alface, com o aumento das doses de manipueira em que a dose de 45 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> que promoveu melhor desenvolvimento da cultura. Repostas semelhantes foram apresentadas por Silva Júnior et al. (2012) e Araújo et al. (2012) em pesquisas desenvolvidas com banana (*Musa sp.*) e milho (*Zea mays*), respectivamente, cultivados em condições de campo.

Tendo em vista os prováveis impactos ao meio ambiente devido ao descarte inadequado da manipueira, juntamente com a necessidade de obtenção de novas fontes energéticas, associado à possibilidade de aproveitamento deste resíduo como fertilizante objetivou-se, com este trabalho, avaliar o crescimento da cultura do girassol fertilizado com diferentes doses de manipueira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Vitória de Santo Antão, PE, no período de outubro de 2012 a janeiro de 2013, situado nas coordenadas geográficas 8° 8' 00" S e 35° 22' 00" W. A altitude média do município é de 146 m e clima classificado como C1S2 A' a. O verão é quente e seco, com máximas entre 25 e 36 °C e mínimas entre 17 e 20 °C; no inverno as mínimas ficam entre 16 e 19 °C e máximas de 22 e 26 °C com precipitação pluviométrica média anual de 1834 mm.

O solo da área foi classificado, segundo EMBRAPA (2006), como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. Com vista à determinação dos atributos físicos e químicos do solo, coletas de solo foram realizadas na camada de 0-0,40 m utilizando-se a metodologia da EMBRAPA (2006) cujos resultados se encontram na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas e químicas do Latossolo Vermelho amarelo distrófico antes da aplicação da manipueira

Parâmetros	Unidade	Valor
Areia	g kg <sup>-1</sup>	578
Silte	g kg <sup>-1</sup>	122
Argila	g kg <sup>-1</sup>	300
pH (1:2,5 H <sub>2</sub> O)		6,60
CE	dS m <sup>-1</sup>	0,55
Fósforo	mg dm <sup>-3</sup>	7,47
Potássio	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,45
Cálcio	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,7
Magnésio	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,8
Sódio	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,27
Alumínio	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,00
Acidez potencial	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,93
Carbono orgânico	g kg <sup>-1</sup>	28

No preparo do solo foram realizados uma aração, uma gradagem e sulcamento das linhas de plantio espaçadas 1,0 m com 0,30 m de profundidade. Utilizaram-se o método de irrigação localizada por gotejamento, do tipo fita flexível de 16 mm e emissores espaçados 0,20 m e vazão de 1,0 L h<sup>-1</sup>. Após a instalação do sistema de irrigação foram confeccionados sulcos de 0,08 m de profundidade e aplicadas as doses de manipueira em cada linha de plantio.

A determinação da composição físico-química da manipueira foi realizada no Laboratório de Engenharia Ambiental e de Qualidade da UFPE utilizando-se a metodologia da APHA (1995) em que os resultados estão apresentados na Tabela 2.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram dispostos em parcelas subdivididas sendo as parcelas representadas pelas doses de manipueira: 0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e as subparcelas pelas épocas de amostragem das plantas de 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a semeadura (DAS).

As doses aplicadas de manipueira correspondem a 0, 25, 50, 100, 200 e 400 kg ha<sup>-1</sup> de potássio) respectivamente; a dose foi calculada com base no teor de potássio presente no resíduo por ser o elemento encontrado em maior concentração na manipueira.

A dose de manipueira a ser aplicada ao solo foi calculada com base no teor de potássio encontrado no resíduo e no solo seguindo a recomendação proposta por Ribeiro et al. (1999), considerando a dose 8,5 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> como a quantidade de potássio exigida pela cultura para as condições do local correspondendo a 25 kg ha<sup>-1</sup> de potássio; as demais doses foram calculadas com base na dose ideal levando-se em conta os fatores multiplicativos dois, quatro, oito e dezesseis vezes a dose inicial.

As doses de manipueira foram aplicadas ao solo de uma só vez e após a aplicação esperou-se um período de 15 dias para fazer a semeadura a fim de evitar os efeitos tóxicos do ácido cianídrico contido no resíduo sobre as plantas.

Cada parcela experimental foi composta por quatro fileiras de 6 m de comprimento espaçadas 1,0 m entre linhas e 0,20 m entre plantas perfazendo o total de 120 plantas por parcela, o que equivale a uma densidade de 50.000 plantas ha<sup>-1</sup>. A área útil por parcela foi de 10,4 m<sup>2</sup> correspondendo a 52 plantas localizadas nas duas fileiras centrais; para isto, foram desprezadas duas plantas de cada extremidade, durante a colheita.

As sementes de girassol utilizadas foram da cultivar Helio 250; a semeadura foi feita diretamente em campo colocando-se cinco sementes por cova; sete dias após a emergência foi realizado o desbaste das plantas deixando-se apenas a planta mais vigorosa. Durante o período de condução do experimento foram realizadas capinas além de controle fitossanitário, utilizando-se o óleo de nim (*Azadirachta indica*) como defensivo natural e catação manual, por se tratar de uma área de produção orgânica.

O manejo da irrigação foi realizado de acordo com a evapotranspiração da cultura (ETc) sendo a evapotranspiração de referência (ETo) estimada obtida pelo método de Hargreaves-Samani utilizando os dados climatológicos do

Tabela 2. Caracterização dos parâmetros físico-químicos da manipueira utilizada na fertilização da cultura do girassol

Parâmetros	Unidade	Teor
Demanda química de oxigênio - DQO	mg L <sup>-1</sup>	66.617
Condutividade elétrica	dS m <sup>-1</sup>	7,27
pH		6,60
Nitrogênio Total	mg L <sup>-1</sup>	3.064,0
Fósforo	mg L <sup>-1</sup>	312,0
Potássio	mg L <sup>-1</sup>	3.200,0
Cálcio	mg L <sup>-1</sup>	241,9
Magnésio	mg L <sup>-1</sup>	1.588,2
Sódio	mg L <sup>-1</sup>	390,0
Sulfato	mg L <sup>-1</sup>	2.205,0
Cloretos	mg L <sup>-1</sup>	795,0

dia anterior, provenientes da estação do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC/INPE, localizada no município de Vitória do Santo Antão e se utilizando os coeficientes de cultivo (Kc) recomendados para a cultura do girassol; durante o ciclo da cultura (90 dias) foi aplicada uma lâmina de irrigação de 357 mm.

A partir dos 15 dias após a semeadura (DAS) foram coletadas três plantas por parcela, em intervalos de quinze dias até os 90 DAS. Após cada coleta as plantas foram cortadas rente ao solo, fracionadas em caules, folhas e inflorescências, sendo acondicionadas em sacos de papel e colocadas, posteriormente, em estufa com circulação forçada de ar na temperatura de 65° C até atingir massa constante. Foram determinadas as variáveis de crescimento: altura de plantas (AP), número de folhas (NF), massa fresca das folhas (MFF), massa fresca do caule (MFC), massa fresca do capítulo (MFCAP), massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca do capítulo (MSCAP).

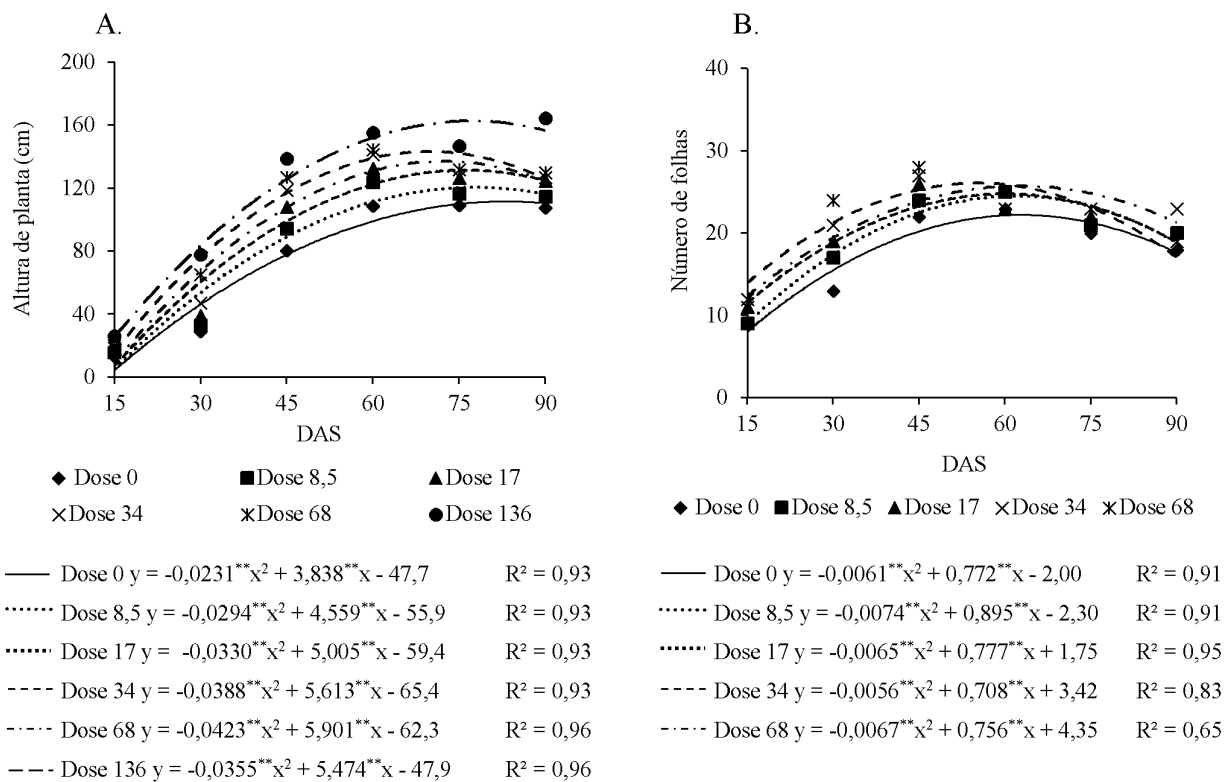
Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do software SAS a 0,05 de probabilidade pelo teste F (p < 0,05). Quando a variável resposta apresentou significância, foram realizadas análises de regressão, com a escolha de modelos matemáticos significativos a 0,01, com maior coeficiente de determinação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos dados indicou que as variáveis estudadas nesta pesquisa foram influenciadas significativamente pela aplicação de doses crescentes de manipueira ao solo e pelas épocas de avaliação.

Houve efeito entre os fatores doses de manipueira e épocas de avaliação para as variáveis altura de planta e número de folhas em que o modelo quadrático apresentou melhor ajuste em função das épocas de avaliação (Figuras 1A e B).

As alturas médias de planta foram, aos 15 DAS, de 4,7; 5,9; 8,3; 10,1; 16,7 e 26,2 cm, respectivamente para as doses de 0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>; aumentando até atingir valores máximos de 110,9; 120,8; 129,9; 137,3; 143,5 e 163,1 cm, estimados pelas equações de regressão para as seguintes épocas de avaliação: 77, 75, 72, 69, 69 e 77 DAS; após essas épocas de avaliação verificou-se tendência de diminuição devido à formação dos aquênios que contribui para o aumento do peso do capítulo fazendo com que inclinasse para baixo havendo a dispersão de suas sementes e a propagação da espécie (Zobiolo et al., 2010).



\*\* significativo a 0,01 de probabilidade; \* significativo a 0,05 de probabilidade

Figura 1. Altura de planta (A) e número de folhas (B) do girassol, cultivar Helio 250, em função das épocas de avaliação

A altura das plantas cultivadas foi superior à das avaliadas no estudo desenvolvido por Freitas et al. (2012) na mesma época de avaliação adotada. Os autores mencionaram que a altura média de plantas no florescimento pleno, foi de 100,1 e 112,4 cm, quando utilizaram água de poço e água residuária doméstica tratada para irrigação, respectivamente.

Aos 77 DAS, também se utilizando a maior dose de manureira ( $136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), as plantas foram 32% mais altas que as sem tal resíduo ( $0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ) devido, provavelmente, ao maior fornecimento de nutrientes oferecido às plantas que receberam a dose  $136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , já que se tratava da mesma cultivar. Segundo Zobiole et al. (2010), a altura da planta apresenta herança genética quantitativa sendo encontrado predomínio de efeitos gênicos aditivos e o de efeitos gênicos não aditivos na determinação desta característica fenológica podendo apresentar uma oscilação no crescimento variando de 0,7 a 4,0 m de altura, a depender do híbrido empregado. Segundo Vieira et al. (2010), as folhas maduras se tornam a principal fonte de fotoassimilados para os órgãos novos (folhas, raízes e frutos) no período de florescimento e frutificação.

O número de folhas de uma planta de girassol pode variar de 20 a 40 (Ribeiro, 2008). Verifica-se que o menor número de folhas (Figura 1B) se deu aos 15 DAS, encontrando-se 8, 9, 12, 12, 14 e 16, sendo esses valores referentes ao se aplicar doses 0; 8,5; 17; 34; 68 e  $136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ; os valores máximos de número de folhas (22, 25, 25, 26, 26 e 29) se deram aos 63, 60, 60, 63, 56 e 60 DAS, épocas de avaliação estimadas pelas equações de regressão e correspondentes ao estágio vegetativo R5.10 enquanto foram observados, para o número de folhas na dose de  $136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  ( $y = -0,007^{**}x^2 + 0,797^{**}x + 6,24$  e  $R^2 = 0,52$ ) os menores e maiores números de folhas aos 15 e 60 DAS, com 16 e 29 folhas, respectivamente porém, a partir das épocas de avaliação estimadas citadas anteriormente, é possível observar

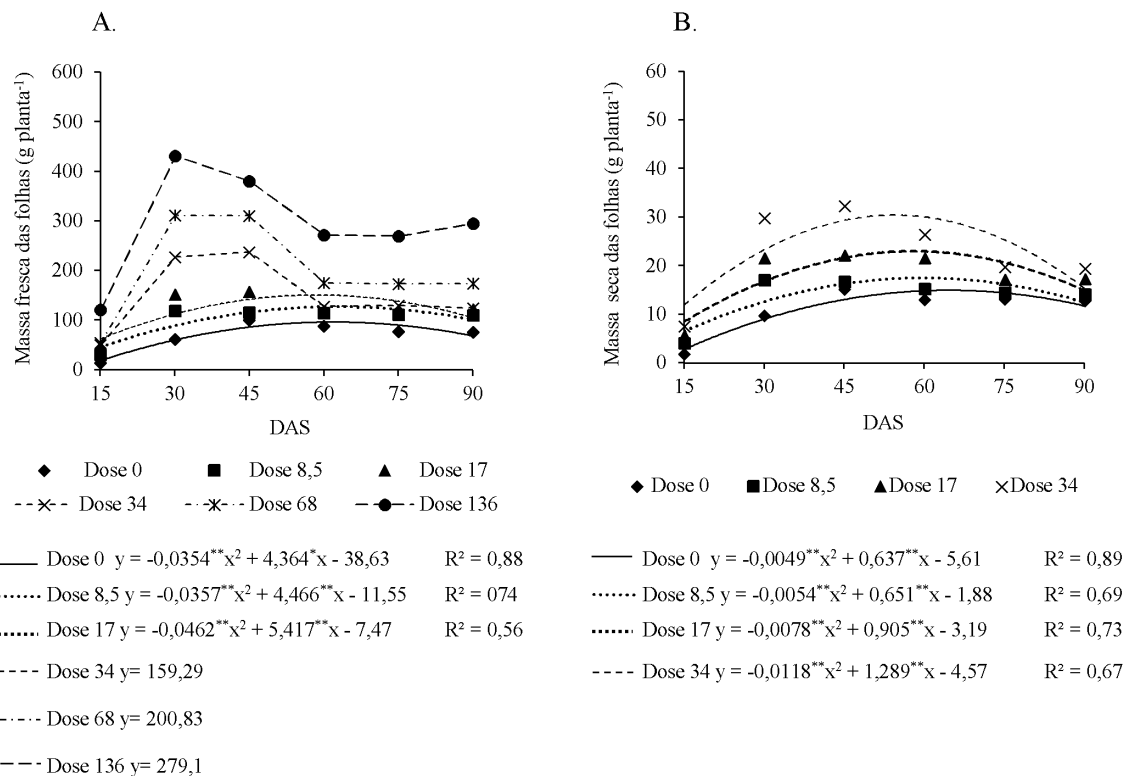
(Figura 1B) que ocorre diminuição do número de folhas em virtude da senescência das folhas, independente da dose de manureira utilizada indicando o final do ciclo vegetativo R5 (floração) e o início da fase de enchimento de aquênios (ciclo vegetativo R6), a qual demanda uma translocação maior de fotoassimilados, conforme explicam Silva et al. (2011).

De modo geral, a massa fresca e seca da parte aérea (folha, caule e capítulo) foi influenciada significativamente ( $p < 0,01$ ) pelas doses de manureira e épocas de avaliação, exceto para a variável massa fresca das folhas, quando foram utilizadas as doses 34; 68 e  $136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  e massa seca do caule, quando se aplicaram  $136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .

Considerando as variáveis massa fresca e seca das folhas (Figuras 2A e B), avaliou-se, por meio das equações de regressão, que o maior acúmulo de massa fresca e seca se deu, em média, aos 60 DAS para todas as doses constatando-se decréscimos dessas variáveis após tal período. Observou-se efeito quadrático em função das épocas de avaliação sendo estimados, aos 60 DAS, valores máximos iguais 95,85; 128,11 e  $156,72 \text{ g}$  de massa fresca de folhas por planta, obtidos quando foram aplicadas as três primeiras doses de manureira.

Analisando a massa seca das folhas, observaram-se os valores máximos de 15,10; 17,74; 23,01; 30,33 g, encontrados quando foram utilizadas doses iguais a 0; 8,5; 17; 34; 68 e  $136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ , respectivamente. Verificou-se ainda que para a matéria seca a máxima resposta obtida se correlacionou com a maior dose de manureira aplicada ao solo.

Para as doses 68 e  $136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  foram gerados os modelos para massa seca das folhas por planta e respectivos coeficientes de determinação:  $y_{(68)} = -0,015^{**}x^2 + 1,656^{**}x - 3,73$  e  $R^2 = 0,51$  e  $y_{(136)} = -0,014^{**}x^2 + 1,73^{**}x - 2,90$ ,  $R^2 = 0,51$ , a partir dos quais se observaram valores máximos de 41,98 e 47,08 g de massa seca das folhas por planta.



\*\* significativo a 0,01 de probabilidade; \* significativo a 0,05 de probabilidade

Figura 2. Massa fresca (A) e massa seca (B) das folhas do girassol, cultivar Helio 250, em função das épocas das avaliações

As respostas encontradas neste estudo com relação à produção de massa fresca das folhas concordam com as apresentadas por Magalhães (2012) quando aplicou doses de manureira (0; 12,6; 25,2; 50,4; 75,6 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) em um solo de textura franco-argilosa cultivado com milho e encontrou um acúmulo maior de massa fresca das folhas (96,6 g planta<sup>-1</sup>) aos 63 DAS. Essas respostas se assemelham, ainda, aos resultados apresentados por Zobiolo et al. (2010) que, estudando a marcha de absorção de nutrientes pelo girassol, variedade BRS 191, cultivado em um Latossolo Vermelho eutroférrico, obtiveram maior índice de massa seca das folhas de girassol igual a 48,72 g planta<sup>-1</sup> aos 74 DAS.

Sfredo et al. (1984) afirmam que o período em que ocorrem a maior absorção de nutrientes e a maior velocidade de acúmulo de massa seca do girassol se refere ao início do florescimento, geralmente aos 60 DAS, aumentando até a maturação fisiológica com a ocorrência do máximo acúmulo de massa seca total da planta; no entanto, o período de florescimento, o enchimento de grãos e a maturidade fisiológica do girassol, são determinados pelo genótipo e pelas condições ambientais em que as plantas estão sendo submetidas (Kaya et al., 2004).

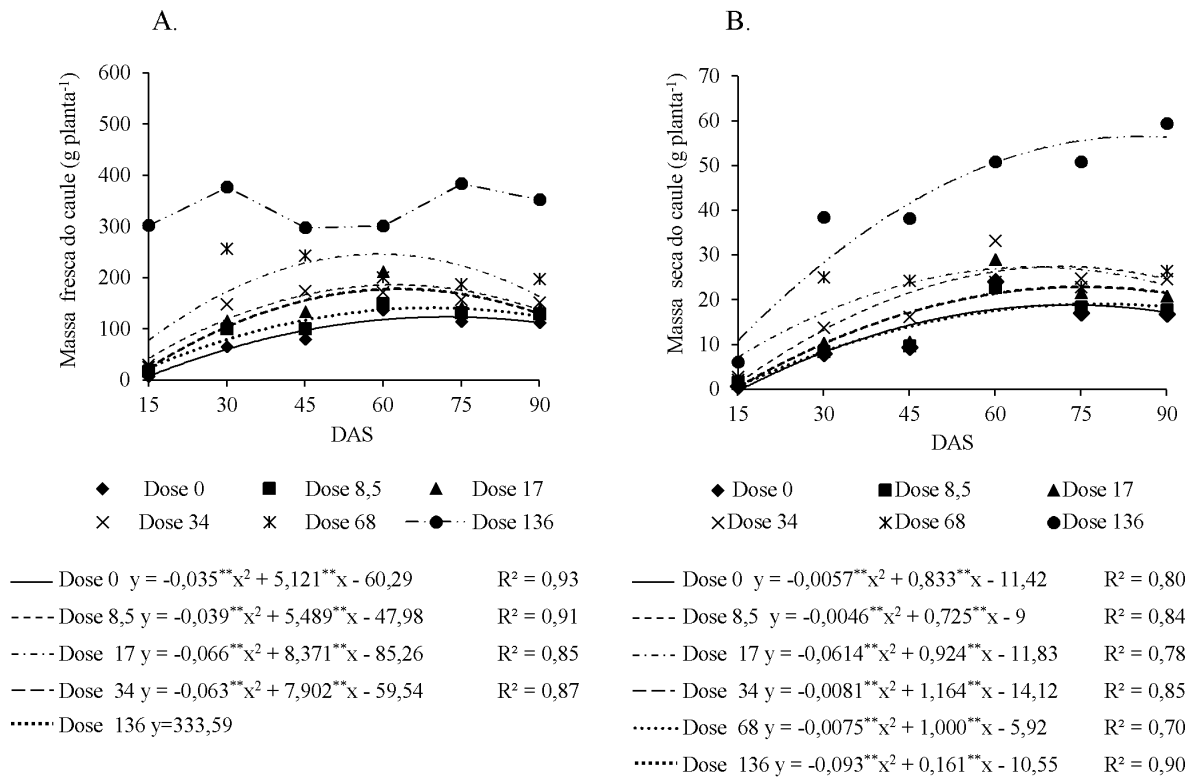
Para a massa fresca e seca do caule (Figuras 3A e B), observou-se tendência semelhante à massa fresca e seca das folhas, isto é, a massa fresca e seca do caule aumentou em função da época da avaliação, independente da dose de manureira aplicada ao solo. Registrou-se acréscimo contínuo de tais variáveis seguindo ajuste quadrático, com produção máxima de matéria fresca de caule, relativa às doses 0; 8,5; 17; 34 e 68 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, iguais a 127,03; 145,15; 180,16; 188,21 e 246,93 g planta<sup>-1</sup> obtidas aos 73, 70, 63, 63 e 59 DAS, respectivamente.

Quanto ao conteúdo de massa seca do caule, percebe-se que o menor e o maior acúmulo ocorreram aproximadamente aos

82 DAS mediante a aplicação da menor (0 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) e da maior dose de manureira (136 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), sendo conseguidos 18,35 e 56,80 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente, observando-se declínio desta variável a partir de tal época. Para a mesma época de avaliação a manureira utilizada como adubação promoveu um aumento de 67% da matéria seca do caule.

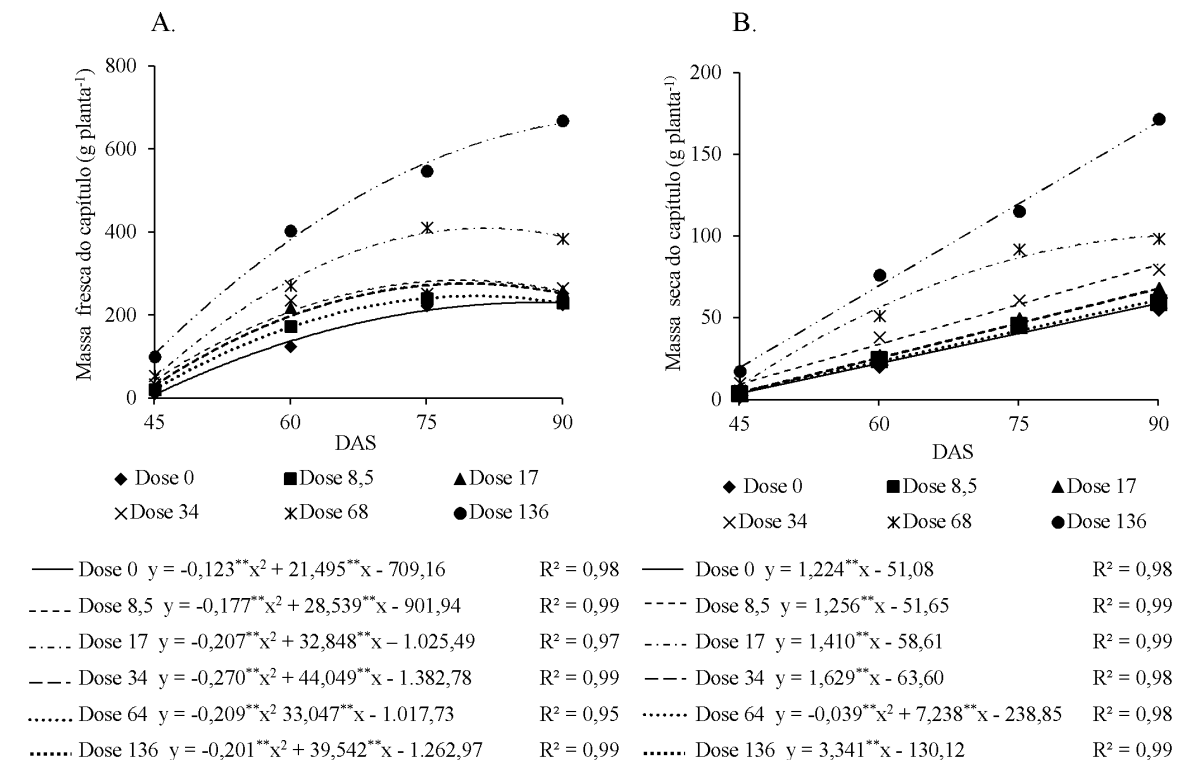
Verifica-se ainda que o acúmulo de massa fresca e seca do caule foi maior do que o acúmulo de massa fresca e seca quantificado para folhas concordando com os resultados apresentados por Dutra et al. (2012), quando avaliaram o desenvolvimento de plantas de girassol, cultivar EMBRAPA 122, em diferentes condições de capacidade de retenção de água, relatando aumento de 2,75 para 22,75 g planta<sup>-1</sup>, quando usaram 60 e 100% da capacidade de retenção de água, respectivamente. Zobiolo et al. (2010) também constataram acréscimo de massa seca de caule obtendo rendimento máximo de 90,58 g planta<sup>-1</sup> aos 83 DAS em cultivo convencional de girassol e apresentaram a seguinte sequência de produção de matéria seca: caule > folha > aquênio > capítulo > pecíolo, assemelhando-se às respostas aqui encontradas quanto à partição de biomassa das folhas e do caule.

Para a massa fresca e seca do capítulo observou-se efeito quadrático positivo e linear crescente em função das épocas de avaliação e das doses de manureira aplicadas ao solo (Figura 4A e B), exceto para a massa fresca do capítulo quando se aplicou a maior dose de manureira. Os máximos valores obtidos de massa fresca do capítulo foram iguais a 229,91; 248,38; 277,72; 288,69; 413,72 e 709,03 g planta<sup>-1</sup> encontrados, respectivamente, aos 87; 80; 79; 79; 81 e 90 DAS e para a variável massa seca do capítulo a máxima produção estimada aos 90 DAS foi de 59,08; 61,39; 68,29; 83,01; 108,98 e 170,57 g planta<sup>-1</sup>, conseguidas devido à aplicação de doses de manureira iguais a 0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.



\*\* significativo a 0,01 de probabilidade; \* significativo a 0,05 de probabilidade

Figura 3. Massa fresca do caule (A) e massa seca do caule (B) do girassol, cultivar Helio 250, em função das épocas das avaliações



\*\* significativo a 0,01 de probabilidade; \* significativo a 0,05 de probabilidade

Figura 4. Massa fresca do capítulo (A) e massa seca do capítulo (B) do girassol, cultivar Helio 250, em função das épocas das avaliações

O decréscimo de massa fresca do capítulo ocorrido a partir dos 87; 80; 79; 79 e 81 DAS (Figura 4A) se deu, provavelmente, em virtude da maturação fisiológica dos aquênios fase que pode durar de vinte a trinta dias dependendo das condições climáticas e é caracterizada pela perda de água dos aquênios

que apresentam teor de umidade entre 30 e 32% no início da fase reprodutiva (R9) e podendo chegar de 14 a 16% de umidade com a postergação da colheita, conforme relatam Vieira et al. (2010). O acúmulo crescente de massa seca do capítulo ao longo do ciclo (Figura 4B) denota a absorção

contínua de nutrientes pelas plantas os quais são retirados com maior intensidade entre o período de florescimento e a maturação fisiológica dos aquênios, propiciando uma produção de matéria seca mais elevada.

Em relação à massa fresca e à massa seca do capítulo, os resultados encontrados neste estudo concordam com as observações feitas por Joner et al. (2011) ao avaliar a produtividade e a composição de aquênios, folhas e capítulos de duas cultivares de girassol, Helio 251 e Helio 360, cultivados em um Argissolo Vermelho distrófico arênico, Santa Maria, RS, e encontraram 129,0; 303,79; 26,33 e 56,88 g de massa fresca e seca obtidas para as cultivares Helio 251 e 360, respectivamente. As respostas aqui obtidas também se assemelham às apresentadas por Zobiolo et al. (2010), quando obtiveram produção máxima de matéria seca do capítulo de plantas de girassol, híbrido BRS 191, igual a 41,73 g planta<sup>-1</sup>, obtida aos 85 DAS.

Com base no exposto verifica-se que o uso das maiores doses de manipueira ao solo como fonte de fertilizantes propiciou aumento das variáveis fenológicas aqui estudadas evidenciando que os nutrientes existentes neste resíduo foram bem aproveitados pelas plantas contribuindo para o seu desenvolvimento, corroborando as observações realizadas por Cardoso et al. (2009) que afirmam, avaliando o potencial da manipueira como biofertilizante, que o milho cultivado em área biofertilizada com manipueira apresentou maior massa fresca da parte aérea que o milho cultivado em solo adubado com fertilizante mineral, sendo este aumento creditado ao poder fertilizante da manipueira.

Ainda na cultura do milho, Araújo et al. (2012) verificaram, analisando o efeito da manipueira como fertilizante foliar, efeito das doses de manipueira para as variáveis altura da planta, altura de inserção da 1ª espiga, comprimento do caule, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar. Na cultura da banana Silva Júnior et al. (2012) não encontraram, estudando o potencial fertilizante da manipueira, correlação positiva entre o uso de manipueira e os parâmetros altura, diâmetro e número de folhas da bananeira.

## CONCLUSÕES

1. O uso da manipueira como fertilizante proporcionou maior crescimento da cultivar de girassol Helio 250.
2. O incremento das doses de manipueira promoveu aumentos crescentes nas variáveis de crescimento do girassol.
3. As maiores respostas de número de folhas, massa fresca e seca de folhas, caule e capítulo, foram obtidas quando se aplicou a dose de 136 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de manipueira;
4. Nas condições em que foi desenvolvido o estudo, a partição de massa fresca e seca se deu na seguinte sequência: capítulo > caule > folhas.

## LITERATURA CITADA

- APHA - American Public Health Association, AWWA - American Water Works Association, WPCF - Washington Press Club Foundation. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington: American Public Health Association, 17.ed. 1995. 2198p.
- Araújo, N. C.; Ferreira, T. C.; Oliveira, S. J. C.; Gonçalves, C. P.; Araújo, F. A. C. Avaliação do uso de efluente de casas de farinha como fertilizante foliar na cultura do milho (*Zea mays* L.). Revista Engenharia na Agricultura, v.20, p.340-349, 2012. <http://dx.doi.org/10.13083/1414-3984.v20n04a06>
- Campos, A. T.; Daga, J.; Rodrigues, E. E.; Franzener, G.; Suguy, M. M.; Syperrecker, V. I. G. Tratamento de águas residuárias de fecularia por meio de lagoas de estabilização. Engenharia Agrícola, v.26, p.235-242, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162006000100026>
- Cardoso, E.; Cardoso, D.; Cristiano, M.; Silva, L.; Back, A. J.; Bernadim, A. M.; Paula, M. M. S. Use of *Manihot esculenta*, crantz processing residue as biofertilizer in corn crops. Research Journal of Agronomy, v.3, p.1-8, 2009.
- Duarte, A. S.; Silva, E. F. F.; Rolim, M. M.; Ferreira, R. F. A. L.; Malheiros, S. M. M.; Albuquerque, F. S. Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, p.262-267, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000300005>
- Outra, 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, v.33, p.2657-2668, 2012. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Supl1p2657>
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 2006. 306p.
- Freitas, C. A.; Silva, A. R.; Bezerra, F. M.; Andrade, R. R.; Mota, F. S.; Aquino, B. F. Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.16, p.1031-1039, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012001000001>
- Joner, G.; Metz, P. A. M.; Arboitte, M. Z.; Pizzuti, L. A. D.; Brondani, I. L.; Restle, J. Aspectos agrônômicos e produtivos dos híbridos do girassol (*Helianthus annuus* L.) Helio 251 e Helio 360. Ciência Animal Brasileira, v.12, p.266-273, 2011. <http://dx.doi.org/10.5216/cab.v12i2.9697>
- Kaya, Y.; Baltensperger, D.; Nelson, L.; Miller, J. Maturity grouping in sunflower, *Helianthus annuus* L. Helia, v.27, p.257-270, 2004. <http://dx.doi.org/10.2298/HEL0440257K>
- Magalhães, A. G. Desenvolvimento, produção e alterações químicas em solos adubados com manipueira. Recife: UFRPE, 2012, 84p. Tese Doutorado
- Porte, A. F.; Schneider, R. C. S.; Kaercher, J. A.; Klamt, R. A.; Schmatz, W. L.; Silva, W. L. T.; Severo Filho, W. A. Sunflower biodiesel production and application in family farms in Brazil. Fuel, v.89, p.3718-3724, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2010.07.025>
- Ramos, M. J.; Fernández, C. M.; Casas, A.; Rodríguez, L.; Pérez, A. Influence of fatty acid composition of raw materials on biodiesel properties. Bioresource Technology, v.100, p.261-268, 2009. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2008.06.039>
- Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez V., V. H. (Ed.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação. Viçosa: UFV, p.25-32, 1999.
- Ribeiro, J. L. Manejo da cultura do girassol no Meio-Norte do Brasil. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2008. 10p. Circular Técnica n.48.

- Salvador, M. A.; José, J. V.; Rezende, R.; Oliveira, H. V.; Gava, R. Aplicação de efluente líquido de fecularia em substratos e solos para produção de mudas de eucalipto. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, v.5, p.175-188, 2012.
- Sfredo, G. J.; Sarruge, J. R.; Haag, H. P. Dry matter production by two cultivars on sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, v.41, p.21-36, 1984. <http://dx.doi.org/10.1590/S0071-12761984000100002>
- Silva, J. A. G. D.; Schwertner, D. V.; Carbonera, R.; Crestani, M.; Gaviraghi, F.; Schiavo, J.; Arenhardt, E. G. Distância genética em fenótipos de girassol. *Current Agricultural Science and Technology*, v.17, p.326-337, 2011.
- Silva Júnior, J. J.; Coelho, E. F.; Santa'Ana, A. V.; Santana Júnior, E. B.; Pamponet, A. J. M. Uso da manipueira na bananeira 'Terra Maranhão' e seus efeitos no solo e na produtividade. *Irriga*, v.17, p.353-363, 2012.
- Thomaz, G. L.; Zagonel, J.; Colasante, L. O.; Nogueira, R. R. Produção do girassol e teor de óleo nos aquênios em função da temperatura do ar, precipitação pluvial e radiação solar. *Ciência Rural*, v.42, p.1380-1385, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782012000800008>
- Véras, G.; Brito, A. L. B.; Silva, A. C.; Silva, P. Costa, G. B.; Félix, L. C. N. Classificação de biodiesel na região do visível. *Química Nova*, v.3, p.315-318, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422012000200015>
- Vieira, E. L.; Souza, G. S.; Santos, A. R.; Silva, J. S. Manual de fisiologia vegetal. 1. ed. São Luis: EDUFMA, 2010. 230p.
- Zobiolo, L. H. S.; Castro, C.; Oliveira, F. A.; Oliveira Júnior, A.; Moreira, A. Curva de crescimento, estado nutricional, teor de óleo e produtividade do girassol híbrido BRS 191 cultivado no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, v.14, p.55-62, 2010.