

Desempenho agronômico do rabanete adubado com *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. em duas épocas de cultivo¹

Agronomic performance in radish fertilised with *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. in two growing seasons

Antonia Francilene Alves da Silva², Ênio Gomes Flôr Souza^{3*}, Aurélio Paes Barros Júnior⁴, Francisco Bezerra Neto⁴ e Lindomar Maria da Silveira⁴

RESUMO - Indicadores agronômicos foram avaliados no rabanete adubado com diferentes quantidades de biomassa de *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. (Flor-de-seda), em distintos tempos de incorporação ao solo e cultivada em duas épocas (primavera e outono-inverno), no município de Serra Talhada-PE. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições, sendo o primeiro fator: as quantidades de biomassa de *C. procera* (5,4; 8,8; 12,2 e 15,6 t ha⁻¹ em base seca); e o segundo: tempos de incorporação ao solo (0; 10; 20 e 30 dias antes do plantio do rabanete). As características determinadas no rabanete foram: altura de plantas, número de folhas por planta, diâmetro de raízes, massas seca e fresca de raiz tuberosa, massa fresca de raiz comercial. O rendimento máximo do rabanete foi obtido na quantidade de biomassa de *C. procera* de 15,6 t ha⁻¹ incorporada ao solo. Uma sincronia entre o fornecimento de nutrientes pelo adubo verde e o período de máxima demanda pelo rabanete foi observada no tempo de incorporação de 22 dias antes do plantio. O cultivo no outono-inverno aumentou o ciclo do rabanete, proporcionando maiores rendimentos comercial e total de raízes.

Palavras-chave: *Raphanus sativus*. Flor-de-seda. Adubação orgânica. Adubação verde. Eficiência produtiva.

ABSTRACT - Agronomic indicators were evaluated in radish fertilised with different amounts of biomass from *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. (known locally as Flor-de-seda) incorporated into the soil at different times, and grown in two seasons (spring and autumn-winter), in the town of Serra Talhada, in the State of Pernambuco, Brazil. The experimental design was of randomised blocks, with the treatments arranged in a 4 x 4 factorial scheme with three replications, the first factor comprising the amounts of biomass of *C. procera* (5.4, 8.8, 12.2 and 15.6 t ha⁻¹ on a dry basis) and the second, the times of incorporation (0, 10, 20 and 30 days before sowing the radish). The following characteristics were determined in the radish: plant height, number of leaves per plant, root diameter, fresh and dry tuberous root weight, and fresh commercial root weight. Maximum radish yield was obtained with 15.6 t ha⁻¹ of *C. procera* biomass incorporated into the soil. The supply of nutrients from the green manure, and the period of maximum demand by the radish, were seen to be in sync for the incorporation time of 22 days before planting. Cultivation in the autumn-winter increased the radish cycle, providing greater commercial and total root yield.

Key words: *Raphanus sativus*. Flor-de-seda. Organic fertilizer. Green manure. Production efficiency.

DOI: 10.5935/1806-6690.20170038

*Autor para correspondência

Recebido para publicação em 07/04/2014; aprovado em 22/06/2016

¹Parte da Dissertação de Mestrado da primeira autora, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE

²Unidade Acadêmica de Serra Talhada/UAST, Universidade Federal Rural de Pernambuco/UFRPE, Av. Gregório Ferraz Nogueira, s/n, José Tomé de Souza Ramos, Serra Talhada-PE, Brasil, 56.909-535, francilene67@yahoo.com.br

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas/IFAL, Campus Piranhas, Av. Sergipe, s/n, Vila Cascavel, Xingó, Piranhas-AL, Brasil, 57.460-000, enio.souza@ifal.edu.br

⁴Departamento de Ciências Vegetais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA, Rua Francisco Mota, 572, Costa e Silva, Mossoró-RN, Brasil, 59.600-971, aurelio.barros@ufersa.edu.br, bezerra@ufersa.edu.br, lindomarmaria@ufersa.edu.br

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o nível de conscientização quanto às relações da agricultura com o meio ambiente e os recursos naturais cresceu substancialmente. Com isso, o emprego de práticas agroecológicas na produção de vegetais tem possibilitado aos agricultores, sobretudo aqueles de base familiar, alcançar um mercado de produtos diferenciados, notadamente, pela eliminação no uso de adubos e defensivos sintéticos, ao passo que insumos localmente disponíveis assumem papel preponderante na formação desse agrossistema.

Em cultivos agroecológicos, uma das alternativas viáveis para suprimento da demanda de nutrientes em hortaliças é a adubação verde, caracterizada pela incorporação ao solo de massa vegetal não decomposta de plantas cultivadas no local ou fora dele, com a finalidade de preservar e restaurar os teores de matéria orgânica e nutrientes dos solos (CALEGARI *et al.*, 1993). As espécies mais utilizadas como adubo verde são as leguminosas, pois além de fornecerem ao solo os nutrientes presentes em sua biomassa, promovem benefícios em virtude da fixação biológica de nitrogênio por meio de simbiose com as bactérias existentes em seus sistemas radiculares. Porém, plantas de ocorrência espontânea na paisagem das propriedades rurais nordestinas também podem ser utilizadas para aumento na fertilidade dos solos e melhoria nas suas características físicas e biológicas (FAVERO *et al.*, 2000; OLIVEIRA *et al.*, 2011).

No bioma Caatinga, por exemplo, encontram-se disseminadas várias espécies espontâneas com potencial de uso na adubação verde de hortaliças, como a Jitirana (*Merremia aegyptia* L.), o Mata-pasto (*Senna obtusifolia* L.) e a Flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R. Br.) (BATISTA *et al.*, 2013; LINHARES, 2009). Estas plantas se destacam por já serem adaptadas às condições edafoclimáticas desse ecossistema, possuindo alta produção de biomassa seca e relação C/N inferior a 30/1, o que favorece o processo de mineralização em detrimento à imobilização (LINHARES *et al.*, 2012).

Em situações de seca severa, como nos últimos anos, a *C. procera* se sobressai em relação às espécies citadas acima, uma vez que tem a capacidade de germinar e acumular fotoassimilados mesmo quando submetida a estresses térmicos, hídricos e salinos (CARVALHO JÚNIOR *et al.*, 2010; SOUTO *et al.*, 2008). Outra característica importante da *C. procera* é sua rebrota vigorosa após o corte, conferindo a essa planta maior facilidade de manejo e obtenção (ANDRADE *et al.*, 2008). Estudos recentes no semiárido reforçam a viabilidade agrônoma da utilização dessa espécie como adubo verde em hortaliças de raízes (BATISTA *et al.*, 2013; BEZERRA, 2012; LINHARES *et al.*, 2011; SILVA *et al.*, 2013). Porém,

não há trabalhos que demonstrem a influência dos fatores meteorológicos sobre o potencial produtivo do rabanete (*Raphanus sativus* L.) e o tempo para mineralização do adubo verde.

O rabanete é uma *Brassicaceae* de ciclo curto, cuja qualidade das raízes pode ser afetada por desordens nutricionais ou variações na umidade e temperatura na zona radicular. A fim de se evitar a formação de raízes consideradas refugo, a adubação verde pode atender a demanda por nutrientes do rabanete e ajudar na manutenção da umidade e temperatura do solo em níveis adequados ao perfeito desenvolvimento das raízes.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar os indicadores agrônômicos do rabanete em função de diferentes quantidades de biomassa de *C. procera* e seus tempos de incorporação, em duas épocas de cultivo (primavera e outono-inverno), nas condições de Serra Talhada, Pernambuco.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização da área experimental

Os experimentos foram conduzidos em campo, em duas épocas de cultivo: primavera (outubro a dezembro de 2011) e outono-inverno (abril a julho de 2012), na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), localizada a 7°57'15" de latitude Sul e 38°17'41" de longitude Oeste, com 461 m de altitude, na microrregião do Sertão do Pajeú, norte de Pernambuco. O clima nessa região, pela classificação de Köppen, é Bwh, ou seja, seco, muito quente e com estação chuvosa no verão, atingindo temperaturas médias anuais superiores a 25 °C e pluviosidade média de 650 mm ano⁻¹, com chuvas irregulares (MELO *et al.*, 2008).

Os dados meteorológicos médios do período de realização dos experimentos são apresentados na Figura 1, os quais foram obtidos de uma estação meteorológica automática, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e localizada a 50 m da área experimental, que disponibilizava essas informações a cada hora na sua página virtual. O fotoperíodo foi calculado de acordo com Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002).

Antes da instalação dos experimentos, foram retiradas amostras de solo na profundidade de 0-0,20 m, sendo analisadas no Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da UFRPE-UAST. Os resultados foram, na primavera: pH em H₂O (1:2,5) = 6,60; M.O. = 8,40 g kg⁻¹; P = 15,0 mg dm⁻³; K⁺ = 0,59 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 3,40 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 2,0 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,0 cmol_c dm⁻³; e no

outono-inverno: pH em H₂O (1:2,5) = 6,5; M.O. = 12,70 g kg⁻¹; P = 20,0 mg dm⁻³; K⁺ = 0,45 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 3,40 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 2,0 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,0 cmol_c dm⁻³.

Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado em cada experimento foi o de blocos completos casualizados, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições, sendo o primeiro fator constituído por quatro quantidades de biomassa de *C. procera* (5,4; 8,8; 12,2 e 15,6 t ha⁻¹ em base seca), e o segundo fator, por quatro tempos de incorporação ao solo deste adubo (0; 10; 20 e 30 dias antes da semeadura do rabanete). A área total da parcela foi de 1,44 m², com área útil de 0,80 m².

Instalação e condução dos experimentos

A cultivar utilizada de rabanete foi a 'Crimson Gigante', recomendada para as condições do Nordeste brasileiro, no espaçamento de 0,20 m entre fileiras e 0,05 m entre plantas. O preparo do solo de cada área experimental consistiu de uma gradagem. Em seguida, o levantamento dos canteiros foi realizado manualmente, utilizando enxadas. Cada canteiro correspondeu a um bloco experimental, com largura de 1,20 m e comprimento de 19,20 m.

A *C. procera* foi coletada nas proximidades da UAST e depois triturada em máquina forrageira convencional, obtendo-se fragmentos entre dois e três centímetros e posta para secar até atingir um teor de umidade de 10%. Foram feitas análises químicas do adubo verde, cujos resultados de teores de nutrientes na matéria seca a 70 °C foram: N = 17,4 g kg⁻¹; P = 4,4 g kg⁻¹; K = 23,5 g kg⁻¹; Ca = 14,3 g kg⁻¹; Mg = 23,0 g kg⁻¹; Fe =

463,0 mg kg⁻¹; Zn = 40 mg kg⁻¹; Cu = 29 mg kg⁻¹; Mn = 90 mg kg⁻¹; B = 71 mg kg⁻¹; Na = 1.640 mg kg⁻¹; M.O. = 764 g kg⁻¹; C/N = 25/1.

O adubo foi incorporado na camada de 0-0,20 m do solo nas parcelas experimentais, de acordo com os tratamentos. Irrigações diárias foram realizadas em dois turnos com a finalidade de favorecer a atividade microbiana do solo no processo de mineralização da matéria orgânica.

Quanto ao plantio, realizou-se semeadura direta, a dois centímetros de profundidade, colocando-se quatro sementes por cova. Após sete dias do plantio, ocorreu o desbaste, deixando-se uma planta por cova. No 15º dia após o plantio, foi feita a amontoa, de modo a proteger a raiz da radiação solar. Capinas manuais foram realizadas sempre que necessárias.

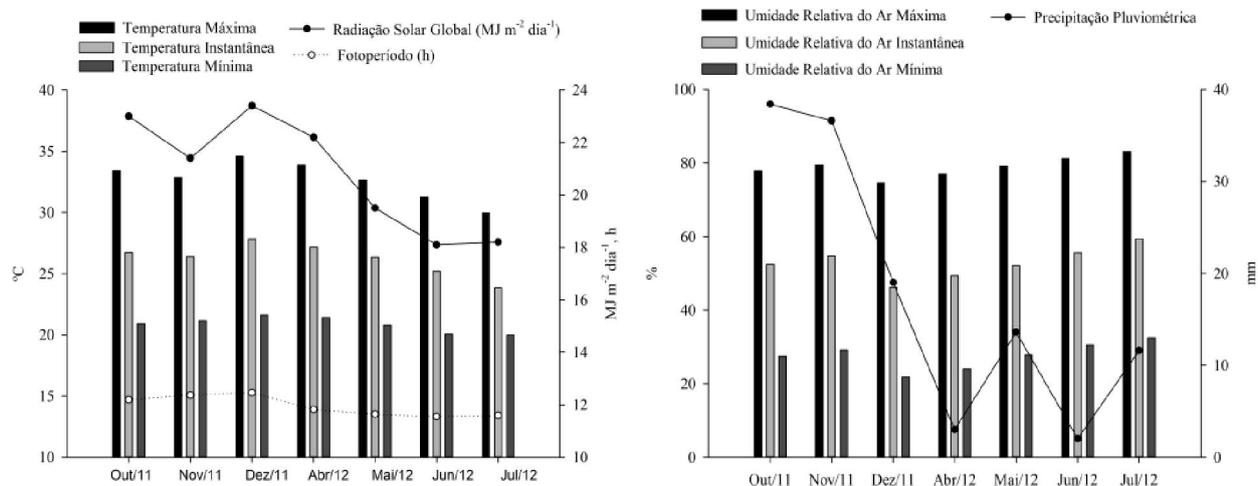
Épocas de cultivo

O plantio do rabanete na primeira época de cultivo (primavera) foi realizado no dia 7 de novembro de 2011, enquanto que no outono-inverno foi feito no dia 29 de maio de 2012. Na primavera, a colheita do rabanete foi realizada aos 32 dias após a semeadura (DAS), enquanto que no outono-inverno foi feita aos 39 DAS.

Variáveis avaliadas

A colheita foi realizada quando as raízes do rabanete tinham diâmetro acima de três centímetros, considerado padrão para comercialização. Quando da colheita, avaliaram-se as seguintes características em uma amostra de 20 plantas: altura de planta, obtida medindo-se com régua a partir do nível do solo até a extremidade da folha mais alta; número de folhas por planta, que foi

Figura 1 - Valores médios de temperaturas (°C) e umidades relativas do ar (%) instantânea, máxima e mínima, radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹), fotoperíodo (h) e precipitação pluviométrica (mm) em cada época de cultivo do rabanete



determinado pela contagem direta do número de folhas maiores que três centímetros de comprimento, partindo-se das folhas basais até a última folha aberta; diâmetro de raízes, determinado através de um paquímetro digital e expresso em cm; massa seca de raízes, determinada após secagem em estufa com circulação forçada de ar, com temperatura regulada a 65 °C, até atingir peso constante, e expressa em g planta⁻¹; massa fresca de raiz tuberosa, determinada a partir da massa fresca de todas as raízes da área útil, expressa em g planta⁻¹; e massa fresca de raiz comercial, determinada a partir da massa fresca de raízes das plantas da área útil livres de rachaduras, bifurcações, nematóides e danos mecânicos, expressa em g planta⁻¹.

Análises estatísticas

Análises de variância foram feitas para as características avaliadas, onde foram aplicadas correções para 70% de área efetivamente plantada, através do aplicativo SISVAR 3.01 (FERREIRA, 2003). Uma análise conjunta dessas mesmas características foi realizada. Procedimento de ajustamento de curvas de resposta foi feito entre as características avaliadas e os fatores quantitativos através do programa SigmaPlot 12.0 (SYSTAT SOFTWARE, 2011). O teste de Tukey (p<0,05) foi empregado para comparar as médias entre as épocas

de cultivo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conjunta dos experimentos constatou efeitos isolados das quantidades de biomassa de *C. procera* sobre o diâmetro e a massa seca de raízes de rabanete (Figura 2). Estas características aumentaram com as doses crescentes de *C. procera* incorporada ao solo, alcançando valores máximos na quantidade de 15,6 t ha⁻¹ do adubo verde, correspondendo a um incremento de 0,8 cm de diâmetro e 0,5 g planta⁻¹ de massa seca de raízes de rabanete em relação à menor quantidade de *C. procera* (5,4 t ha⁻¹). Provavelmente, o aumento dessas características com as quantidades crescentes de adubo verde foi devido a uma maior disponibilidade de nutrientes fornecida pela dinâmica da decomposição e mineralização do material vegetal incorporado (GÓES *et al.*, 2011). Associada à melhoria da fertilidade do solo, a adubação verde com espécies espontâneas da Caatinga também favorece o desenvolvimento de actinomicetos, fungos e bactérias benéficos ao crescimento das plantas, pois atuam na solubilização dos nutrientes provenientes da matéria

Figura 2 - Diâmetro (A) e massa seca de raízes (B) de rabanete em função das quantidades de biomassa de *C. procera* (Flor-de-seda)

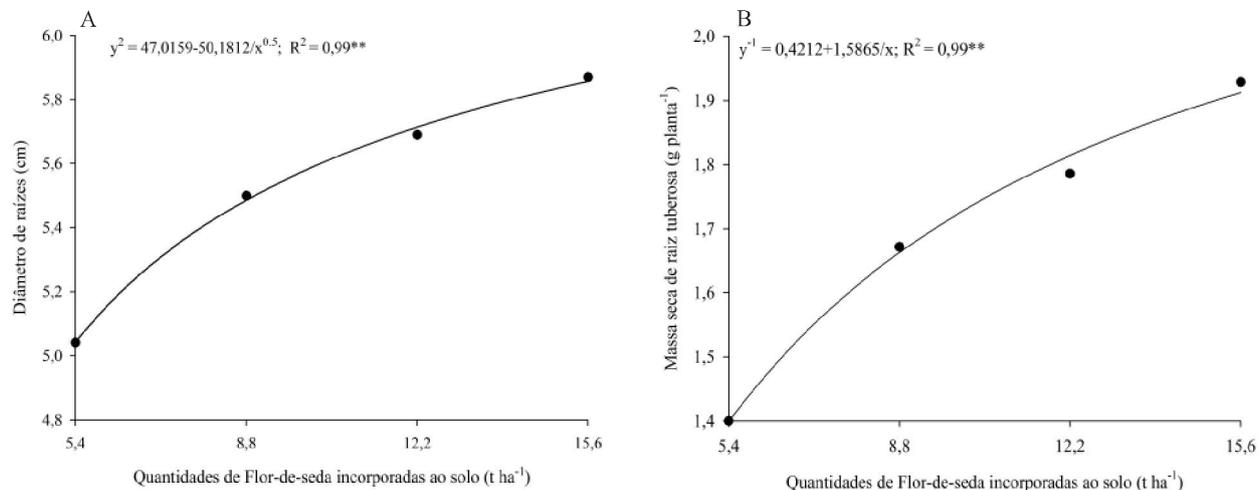


Tabela 1 - Valores médios de diâmetro e massa seca de raiz tuberosa de rabanete adubado com *C. procera* (Flor-de-seda), em duas épocas de cultivo

Época de cultivo	Diâmetros de raízes (cm)	Massa seca de raiz tuberosa (g planta ⁻¹)
Primavera	5,36 b*	1,66 b
Outono-inverno	5,69 a	1,74 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

orgânica e aumentam a superfície de absorção das raízes (BATISTA *et al.*, 2013).

O diâmetro e a massa seca de raiz tuberosa também foram influenciados de forma isolada pelas épocas de cultivo (Tabela 1). Para essas características, a condução da cultura no outono-inverno (5,69 cm e 1,74 g planta⁻¹) obteve resultados superiores em relação ao cultivo na primavera (5,36 cm e 1,66 g planta⁻¹). As temperaturas elevadas e o fotoperíodo prolongado na primavera (Figura 1) podem ter contribuído para redução no acúmulo de biomassa pelas raízes do rabanete, uma vez que essa condição diminuiu o ciclo vegetativo da cultura, com posterior mudança do dreno das raízes para a inflorescência (TAIZ; ZEIGER, 2013). Segundo Polley (2002), altas temperaturas também podem diminuir o acúmulo de massa seca em espécies C3, devido à crescente fotorrespiração.

Houve efeito significativo dos tempos de incorporação ao solo da *C. procera* sobre as seguintes variáveis: altura de plantas, número de folhas por planta, diâmetro, massa seca de raiz tuberosa e massa fresca de raiz comercial (Figura 3), estimando-se valores máximos de 18,4 cm, 6,9 folhas por planta, 5,9 cm, 1,86 g planta⁻¹ e 39,85 g planta⁻¹, respectivamente, quando o adubo verde foi incorporado ao solo 22 dias antes da semeadura do rabanete, decrescendo, em seguida, até o último tempo de incorporação (Figura 3). Valores semelhantes de tempo de incorporação foram observados por Linhares *et al.* (2009a), porém com o uso da *M. aegyptia* na produção de rabanete.

Essa otimização pode ser decorrente da estreita relação C/N da *C. procera* (25/1), conferindo uma capacidade de decomposição rápida, com mineralização dos nutrientes, principalmente N (GIACOMINI *et al.*, 2003), em um curto espaço de tempo entre a adubação e o período de máxima demanda nutricional do rabanete. El-Desuki *et al.* (2005) verificaram que o rabanete tem sua altura, número de folhas, diâmetro e massa seca de raízes incrementados com níveis maiores de adubação nitrogenada.

Linhares *et al.* (2011), avaliando a velocidade de decomposição da *C. procera* no cultivo de rabanete, porém com tratamentos consistindo apenas aos tempos de 0 e 15 dias de incorporação antes do plantio, constataram que o maior período de permanência no solo do adubo promoveu desempenho agrônômico superior a essa hortaliça. Esse mesmo tempo ideal de incorporação foi obtido por Linhares *et al.* (2009b) na produção de rúcula sob adubação com *C. procera*, em condições de vaso. Os autores igualmente atribuíram essa rápida mineralização à baixa relação C/N do material vegetal avaliado. Além dessa característica, ressalta-se que a irrigação constante e a ocorrência de temperaturas médias acima de 25 °C (Figura 1) também foram condições estimulantes à atividade microbiana

no solo.

Houve interação significativa entre as quantidades de biomassa de *C. procera* e os tempos de incorporação ao solo para a massa fresca de raiz tuberosa (Figura 4). Para todos os períodos de permanência no solo, o aumento no fornecimento do adubo verde elevou a massa fresca de raiz tuberosa, com valor máximo de 55,29 g planta⁻¹ na quantidade de 15,6 t ha⁻¹ de *C. procera* depositada no solo 20 dias antes do plantio do rabanete (Figura 4A). A partir do desdobramento inverso da interação, observou-se que o tratamento referente à adubação com 15,6 t ha⁻¹ de *C. procera*, associado ao tempo de incorporação de 22 dias antes da semeadura da cultura, possibilitou ao rabanete alcançar média otimizada de 55,71 g planta⁻¹ referente à massa fresca de raiz tuberosa (Figura 4B).

Avaliando-se a produtividade de rabanete influenciada pelo uso de espécies espontâneas, nas condições de Mossoró-RN, Batista *et al.* (2013) também observaram que a maior produção total de raízes (11,81 g planta⁻¹) foi obtida com 15,6 t ha⁻¹ de biomassa de *C. procera* com 21 dias de incorporação antes da semeadura do rabanete. Há, portanto, comportamentos semelhantes entre os resultados verificados em Mossoró e em Serra Talhada, porém com diferentes respostas produtivas do rabanete, o que pode estar relacionado com a influência das condições meteorológicas durante a condução dos experimentos em cada localidade.

Para altura de plantas, número de folhas por planta, massas frescas da raiz tuberosa e da raiz comercial de rabanete ocorreu interação entre os efeitos dos fatores quantidades de biomassa de *C. procera* e épocas de cultivo (Figura 5 e Tabela 2). No outono-inverno, a maior biomassa de adubo verde (15,6 t ha⁻¹) promoveu valores médios máximos de 20,44 cm de altura, 7,17 folhas por planta, 50,03 g planta⁻¹ de massa fresca da raiz tuberosa e 42,06 g planta⁻¹ de massa fresca da raiz comercial de rabanete (Figura 5). Para massa fresca da raiz tuberosa, apenas houve diferença significativa entre as épocas de cultivo nas quantidades de 5,4 e 8,8 t ha⁻¹ de *C. procera*, enquanto para o rendimento comercial de raízes ocorreram resultados superiores no outono-inverno quando se adubou até a quantidade de 12,2 t ha⁻¹ (Tabela 2).

Provavelmente, o cultivo do rabanete na primavera obteve menores indicadores agrônômicos devido à influência dos fatores meteorológicos sobre as plantas, pois nessa época de cultivo houve temperaturas médias e radiação solar superiores aos observados no plantio de outono-inverno (Figura 1). Tais condições na primavera provocaram menor massa fresca de raiz comercial (aumento na porcentagem de raízes refugo), uma vez que a temperatura e a radiação solar elevadas promoveram oscilações mais bruscas na umidade do solo entre os

intervalos de irrigação, causando rachaduras nas raízes do rabanete (Figura 5D). De acordo com Costa *et al.* (2006), variações de umidade e temperatura no solo durante o desenvolvimento dessa hortaliça podem prejudicar a produtividade e a qualidade das raízes. Na primavera, o

aumento na adubação verde reduziu esse efeito (Figura 5D), pois a incorporação da *C. procera* também tem a capacidade de diminuir a amplitude térmica na zona radicular (BATISTA, 2011), funcionando como uma espécie de cobertura morta ou *mulching*.

Figura 3 - Altura de plantas (A), números de folhas por planta (B), diâmetro (C), massa seca (D) e produtividade comercial de raízes (E) de rabanete em função dos tempos de incorporação ao solo da *C. procera* (Flor-de-seda)

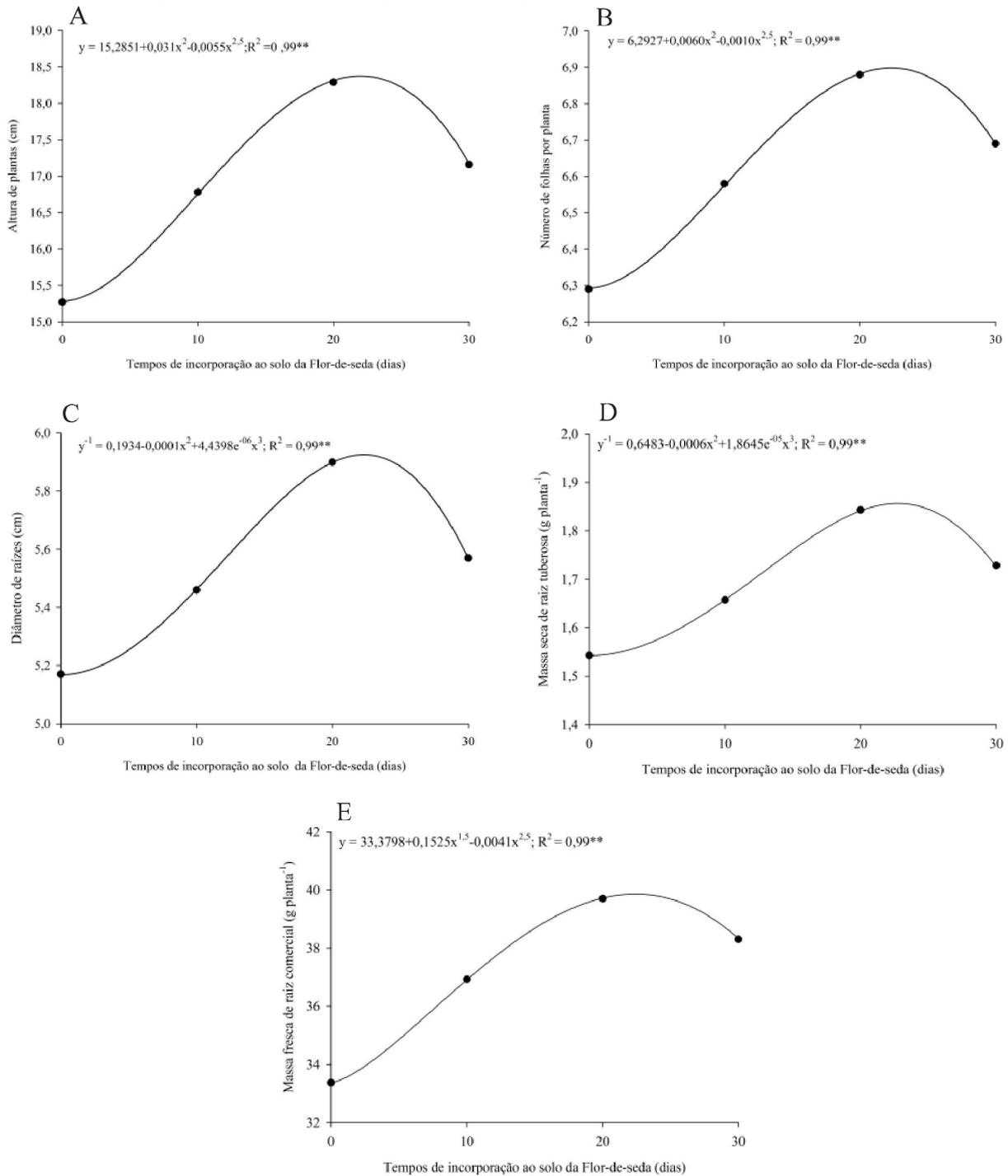


Figura 4 - Massa fresca de raiz tuberosa de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de biomassa de *C. procera* (Flor-de-seda) em função dos seus tempos de incorporação (A) e o inverso (B)

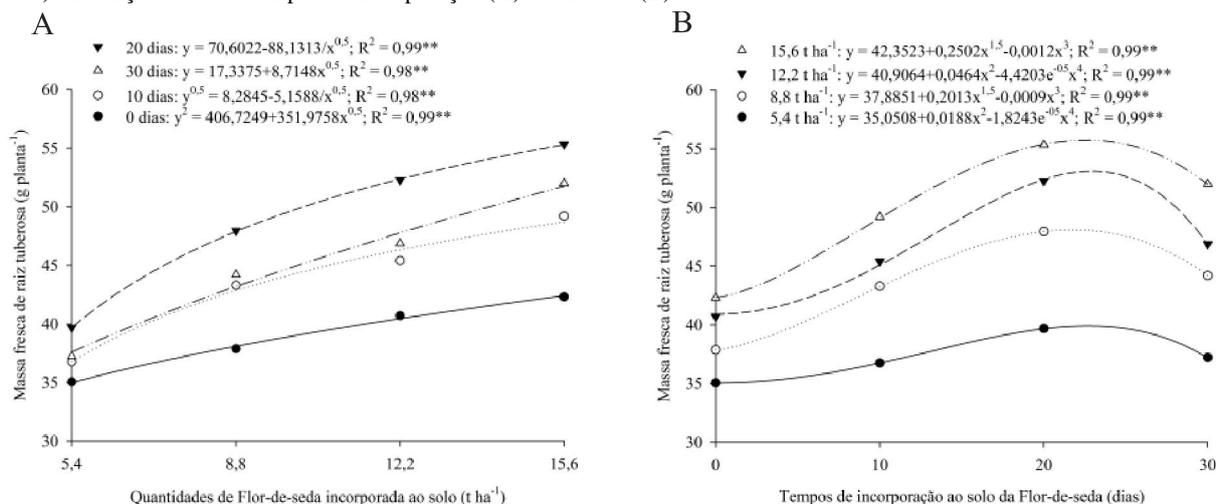


Figura 5 - Altura de plantas (A), número de folhas por planta (B), massa fresca de raiz tuberosa (C) e comercial (D) de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de biomassa de *C. procera* (Flor-de-seda) em função das épocas de cultivo

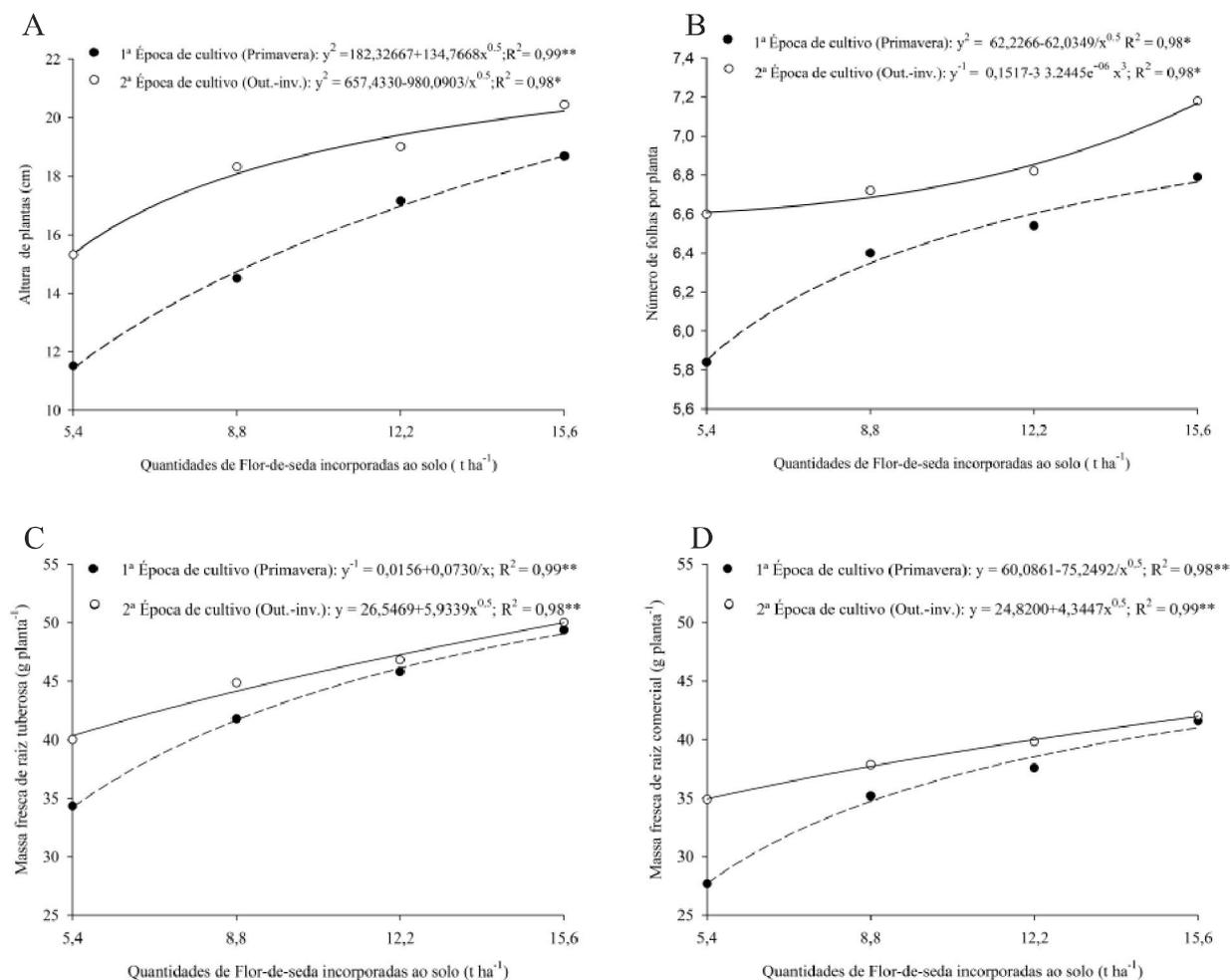


Tabela 2 – Valores médios de altura de plantas, número de folhas por planta, massa fresca de raízes tuberosa e comercial de rabanete do desdobramento da interação das épocas de cultivo em função das quantidades de biomassa de *C. procera* (Flor-de-seda)

Épocas de cultivo	Quantidades de <i>C. procera</i> (t ha ⁻¹)			
	5,4	8,8	12,2	15,6
	Altura de planta (cm)			
Primavera	11,52 b*	14,51 b	17,16 b	18,69 b
Outono-inverno	15,32 a	18,32 a	19,00 a	20,44 a
	Número de folhas por planta			
Primavera	5,84 b*	6,40 b	6,53 b	6,78 b
Outono-inverno	6,60 a	6,71 a	6,81 a	7,17 a
	Massa fresca de raiz tuberosa (g planta ⁻¹)			
Primavera	34,31 b*	41,77 b	45,81 a	49,39 a
Outono-inverno	40,03 a	44,86 a	46,81 a	50,03 a
	Massa fresca de raiz comercial (g planta ⁻¹)			
Primavera	27,67 b*	35,16 b	37,57 b	41,59 a
Outono-inverno	34,87 a	37,84 a	39,81 a	42,06 a

*Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna para cada característica, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de Tukey

Trabalhos de pesquisa têm relatado que hortaliças folhosas e tuberosas respondem positivamente à adubação verde com espécies espontâneas da Caatinga. Por exemplo, a altura de planta e os rendimentos de massa verde e de massa seca da rúcula, cuja família *Brassicaceae* e o ciclo de cultivo são os mesmos do rabanete, foram favorecidos com o aumento nas doses de *C. procera* (15,6 t ha⁻¹), *M. aegyptia* (12,2 t ha⁻¹) e *S. obtusifolia* (15,6 t ha⁻¹), incorporadas aos 15; 20 e 30 dias antes do plantio, respectivamente (LINHARES, 2009). O desempenho agrônomico da cenoura e da beterraba também foi maior com o crescente aumento nos níveis da adubação com *M. aegyptia* (15,6 t ha⁻¹) e *C. procera* (45 t ha⁻¹) sob parcelamento (OLIVEIRA *et al.*, 2011, 2012; SILVA *et al.*, 2011, 2013). Batista *et al.* (2013) observaram que a dose superior dos adubos verdes *M. aegyptia*, *C. procera* e *S. obtusifolia* (21 t ha⁻¹) possibilitou uma maior massa fresca de raiz comercial de rabanete (10,01 g planta⁻¹) e redução na porcentagem de raízes refugo.

Os resultados encontrados no presente estudo foram superiores aos observados por Cortez *et al.* (2010) em Jaboticabal-SP, que associando esterco bovino e ureia no cultivo de rabanete híbrido nº 19, encontraram máxima massa fresca comercial de raízes (36,32 g planta⁻¹) com 75 t ha⁻¹ do adubo orgânico e 139 kg ha⁻¹ de N. Em cultivo orgânico de rabanete híbrido nº 19, Salgado *et al.* (2006) obtiveram 35,2 g planta⁻¹ de raiz comercial em monocultivo no município de Seropédica-RJ.

No inverno de Mossoró-RN, Grangeiro *et al.* (2008) observaram 22,74 g planta⁻¹ de massa fresca de raiz comercial de rabanete cv. Crimson Gigante sob adubação química. Essas constatações demonstram a viabilidade agrônômica da produção de rabanete adubado com *C. procera* no semiárido do estado de Pernambuco.

CONCLUSÕES

1. O melhor desempenho agrônomico do rabanete foi obtido via adubação com 15,6 t ha⁻¹ de *C. procera*;
2. O tempo ideal de incorporação do adubo verde consistiu em 22 dias antes da semeadura do rabanete;
3. O cultivo no outono-inverno promoveu maiores massas frescas total e comercial às raízes do rabanete adubado com *C. procera*.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pela concessão de bolsa de mestrado, e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PGPV), da UFRPE-UAST, pelo apoio a todas as atividades desenvolvidas nessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. V. M. *et al.* Produtividade e qualidade da Flor-de-seda em diferentes densidades e sistemas de plantio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 1, p. 1-8, 2008.
- BATISTA, M. A. V. **Adubação verde na produtividade, qualidade e rentabilidade de beterraba e rabanete**. 2011. 123 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2011.
- BATISTA, M. A. V. *et al.* Atributos microbiológicos do solo e produtividade de rabanete influenciados pelo uso de espécies espontâneas. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4, p. 587-594, 2013.
- BEZERRA, A. K. de H. **Produção e indicadores econômicos de cenoura e rúcula em sistema consorciado sob diferentes quantidades de Flor-de-seda**. 2012. 52 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.
- CALEGARI, A. *et al.* Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M. B. B. (Coord.). **Adubação verde no sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993. p. 1-56.
- CARVALHO JÚNIOR, S. B. de *et al.* Produção e avaliação bromatológica de espécies forrageiras irrigadas com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 10, p. 1045-1051, 2010.
- CORTEZ, J. W. M. *et al.* Cattle manure and N-urea in radish crop (*Raphanus sativus*). **Ciencia e Investigación Agraria**, v. 37, n. 1, p. 45-53, 2010.
- COSTA, C. C. *et al.* Crescimento, produtividade e qualidade de raízes de rabanete cultivadas sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 118-122, 2006.
- EL-DE SUKI, M. *et al.* Effect of plant density and nitrogen application on the growth, yield and quality of radish (*Raphanus sativus* L.). **Journal of Agronomy**, v. 4, n. 3, p. 225-229, 2005.
- FAVERO, C. *et al.* Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 171-177, 2000.
- FERREIRA, D. F. **Programa SISVAR: sistema de análise de variância**. Versão 4.6 (Build 6.0). Lavras: UFLA, 2003.
- GIACOMINI, S. J. *et al.* Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 2, p. 325-334, 2003.
- GÓES, S. B. *et al.* Productive performance of lettuce at different amounts and times of decomposition of dry scarlet starglory. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 4, p. 1036-1042, 2011.
- GRANGEIRO, L. C. *et al.* Crescimento e produtividade de coentro e rabanete em função da época de estabelecimento do consórcio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 55-60, 2008.
- LINHARES, P. C. F. *et al.* Quantidades e tempos de decomposição da flor-de-seda no desempenho agrônômico do rabanete. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 168-173, 2011.
- LINHARES, P. C. F. *et al.* Quantidades e tempos de decomposição da jitrana no desempenho agrônômico do coentro. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 243-248, 2012.
- LINHARES, P. C. F. *et al.* Velocidade de decomposição da flor-de-seda no desempenho agrônômico da rúcula cv. Cultivada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 2, p. 46-50, 2009b.
- LINHARES, P. C. F. *et al.* Velocidade e tempo de decomposição da jitrana incorporada na cultura do rabanete. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 22, n. 2, p. 213-217, 2009a.
- LINHARES, P. C. F. **Vegetação espontânea como adubo verde no desempenho agroecológico de hortaliças folhosas**. 2009. 109 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2009.
- MELO, R. O. *et al.* Susceptibilidade à compactação e correlação entre as propriedades físicas de um Neossolo sob vegetação de caatinga. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 5, p. 12-17, 2008.
- OLIVEIRA, M. K. T. de *et al.* Desempenho agroecológico da cenoura adubada com jitrana (*Merremia aegyptia*). **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 433-439, 2012.
- OLIVEIRA, M. K. T. de *et al.* Desempenho agrônômico da cenoura adubada com jitrana antes de sua semeadura. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 2, p. 364-372, 2011.
- PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.
- POLLEY, H. W. Implications of atmospheric and climatic change for crop yield and water use efficiency. **Crop Science**, v. 42, p. 131-140, 2002.
- SALGADO, A. S. *et al.* Consórcios alface-cenoura e alface-rabanete sob manejo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 7, p. 1141-1147, 2006.
- SILVA, M. L. da *et al.* Produção de beterraba fertilizada com jitrana em diferentes doses e tempos de incorporação ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 801-809, 2011.
- SILVA, M. L. da *et al.* Produção de cenoura fertilizada com Flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R. Br.). **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 4, p. 732-740, 2013.
- SOUTO, P. C. *et al.* Biometria de frutos e número de sementes de *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. no semiárido da Paraíba. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 3, n. 1, p. 108-113, 2008.
- SYSTAT SOFTWARE. **SigmaPlot for Windows Version 12.0**. San Jose: Systat Software Inc., 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954 p.