

ANTONIA FRANCILENE ALVES DA SILVA

**ADUBAÇÃO VERDE COM ESPÉCIE ESPONTÂNEA NA PRODUTIVIDADE E
RENTABILIDADE DO RABANETE EM DUAS ÉPOCAS DE CULTIVO**

Serra Talhada-PE

2014

ANTONIA FRANCILENE ALVES DA SILVA

**ADUBAÇÃO VERDE COM ESPÉCIE ESPONTÂNEA NA PRODUTIVIDADE E
RENTABILIDADE DO RABANETE EM DUAS ÉPOCAS DE CULTIVO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Dr. Aurélio Paes Barros Júnior
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Lindomar Maria da Silveira

Serra Talhada-PE

2014

Com base no disposto na **Lei Federal Nº 9.610**, de 19 de fevereiro de 1998. [...] Autorizo para fins acadêmicos e científico a UFRPE/UAST, a divulgação e reprodução PARCIAL, desta Dissertação “Adubação verde com espécie espontânea na produtividade e rentabilidade do rabanete em duas épocas de cultivo”. Sem ressarcimento dos direitos autorais, da obra, a partir da data abaixo indicada ou até que manifestação em sentido contrário de minha parte determine a cessação desta autorização.

Antonia Francilene Alves da Silva
Assinatura

30 de abril de 2014.
Data

Ficha catalográfica

S586a Silva, Antonia Francilene Alves da.
Adubação verde com espécie espontânea na produtividade e rentabilidade do rabanete em duas épocas de cultivo. / Antonia Francilene Alves da Silva. – 2014.
62 f.: il.
Orientador: Aurélio Paes Barros Júnior.
Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, Serra Talhada, 2014.
Referências e apêndice.

1. *Raphanus sativus*. 2. *Calotropis procera*. 3. Adubação orgânica. 4. Eficiência agrônômica. 5. Eficiência econômica. I. Barros Júnior, Aurélio Paes, orientador. II. Silveira, Lindomar Maria da, Co-orientador. III. Título.

CDD 631

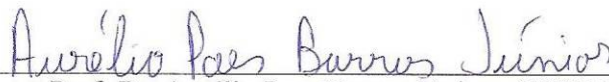
ANTONIA FRANCILENE ALVES DA SILVA

ADUBAÇÃO VERDE COM ESPÉCIE ESPONTÂNEA NA PRODUTIVIDADE E
RENTABILIDADE DO RABANETE EM DUAS ÉPOCAS DE CULTIVO

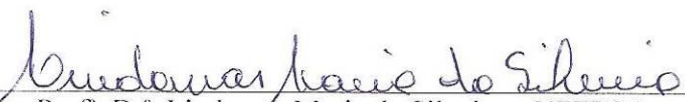
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

APROVADA em 28 de Fevereiro de 2014.

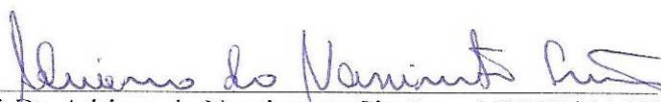
Banca Examinadora



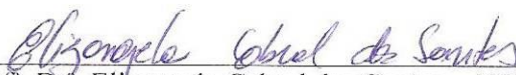
Prof. Dr. Aurélio Paes Barros Júnior – UFERSA
Orientador



Prof.^a. Dr.^a. Lindomar Maria da Silveira – UFERSA
Coorientadora, Examinadora Interna



Prof. Dr. Adriano do Nascimento Simões – UFRPE/UAAT
Examinador Interno



Prof.^a. Dr.^a. Elizângela Cabral dos Santos – UFERSA
Examinadora Externa

À minha mãe Maria Francisca Alves Silva pelo apoio e incentivo nas minhas decisões, por ser meu suporte e razão do que sou hoje.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por iluminar meus caminhos e me dar forças para seguir em frente nos momentos difíceis da minha vida.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), pela oportunidade, pela oportunidade de fazer este curso de Pós-graduação.

Ao corpo docente do Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pelos conhecimentos transmitidos no decorrer do curso.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão da bolsa de estudo e pelo financiamento do projeto.

A minha mãe Maria Francisca Alves Silva, irmã Lourizan Alves Silva e toda a minha família, por todo apoio e dedicação durante esta etapa em minha vida.

A Ricardo Normandes Valadares por todo apoio, incentivo e carinho nesta etapa da minha vida.

Aos amigos do Maranhão Raelly da Silva Lima, Clemilton Alves da Silva, Maria da Conceição da Costa Andrade Vasconcelos, Wale Lopes de Oliveira, que mesmo distantes sempre incentivaram.

Ao Prof. Aurélio Paes Barros Júnior pela orientação, sugestões e atenção dispensada durante a realização deste trabalho.

À professora Lindomar Maria da Silveira pela coorientação e contribuições na realização deste trabalho.

A todos do grupo SEMEAH pela ajuda na condução dos experimentos, Falkner Michael de Sousa Santana, Bruno Novaes Menezes Martins, Edson Fábio da Silva, Ygor Henrique Leal, José Raliuson Inácio Silva, Euvaldo Pereira de Cerqueira Júnior, Bruno Leonardo Lopes de Carvalho Freitas, Michelle Justino Gomes Alves, Michele Barboza, Thaís Stephane Oliveira Santos e especialmente a Manoel Galdino dos Santos pela dedicação nos experimentos.

A Enio Gomes Flôr Souza pela ajuda na elaboração deste trabalho.

Aos todos os colegas e amigos do programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal.

Às amigas Karina Mendes Pinheiro e Vanessa Renata Sousa adquiridas no decorrer deste período, pelo companheirismo, divididos nos momentos difíceis e também nos momentos de alegria.

Aos amigos de moradia e convivência Karmile Maria da Silva, Kaline Kelly Maria da Silva , Diêgo da Paixão Andrade e Dona Hortência Maria da Silva pela hospitalidade.

A todas as pessoas que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

“O SENHOR é o meu pastor; nada me faltará. Deitar-me faz em pastos verdejantes; guia-me mansamente a águas tranquilas. Refrigera a minha alma; guia-me nas veredas da justiça por amor do seu nome. Ainda que eu ande pelo vale da sombra da morte, não temerei mal algum, porque tu estás comigo; a tua vara e o teu cajado me consolam. Preparas uma mesa perante mim na presença dos meus inimigos; unges com óleo a minha cabeça, o meu cálice transborda. Certamente que a bondade e a misericórdia me seguirão todos os dias da minha vida, e habitarei na casa do Senhor por longos dias”.

ADUBAÇÃO VERDE COM ESPÉCIE ESPONTÂNEA NA PRODUTIVIDADE E RENTABILIDADE DO RABANETE EM DUAS ÉPOCAS DE CULTIVO

RESUMO GERAL

Na região do Semiárido nordestino, a utilização de espécies espontâneas da Caatinga como fonte de adubo verde para produção de hortaliças vem se destacando, uma vez que este segmento da agricultura se caracteriza particularmente por ser praticado em regime de agricultura familiar e seria uma forma de minimizar o custo de produção, já que esse insumo seria retirado da propriedade. Dentre essas espécies, podemos destacar a Flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R.Br.), pois é uma planta que se desenvolve bem em áreas degradadas, com baixa fertilidade e baixa pluviosidade. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agroeconômico do rabanete cv. Crimson Gigante adubado com Flor-de-seda, em diferentes quantidades e tempos de incorporação ao solo do adubo verde, em função de duas épocas de cultivo. Dois experimentos foram realizados no período de outubro a dezembro de 2011 e de abril a julho de 2012 na área experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), em Serra Talhada, PE. Em ambos os experimentos, o delineamento experimental usado foi de blocos casualizados com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições, sendo o primeiro fator constituído por diferentes quantidades de Flor-de-seda incorporadas ao solo (5,4; 8,8; 12,2 e 15,6 t ha⁻¹ em base seca), e o segundo, por diferentes tempos de incorporação desse adubo (0, 10, 20 e 30 dias). As características agronômicas avaliadas foram: alturas de plantas, número de folhas por planta, diâmetro das raízes, massa seca das raízes, produtividade total e comercial de raízes. Também foram avaliados os indicadores econômicos: renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade. A pressuposição da homogeneidade das variâncias foi aceita para todas as variáveis, possibilitando, assim, a realização de uma análise conjunta dos experimentos. Os melhores desempenhos agronômicos da cultura do rabanete foram obtidos na quantidade 15,6 t ha⁻¹. O melhor tempo de incorporação ocorreu 20 dias antes do plantio. As maiores receita bruta e líquida foi observada com a quantidade de 15,6 t ha⁻¹ de Flor-de-seda. Com relação à taxa de retorno e índice de lucratividade a melhor quantidade de Flor-de-seda foi a de 8,8 t ha⁻¹. A incorporação do adubo verde 20 dias antes do plantio da cultura foi considerada ideal à viabilidade econômica. A segunda época de cultivo de abril a julho proporcionou os maiores

índices de produtividade e econômicos. O cultivo do rabanete é viável agroeconomicamente com o uso de Flor-de-seda como adubo verde.

Palavras-chaves: *Raphanus sativus*, *Calotropis procera*, Adubação orgânica, Eficiência agronômica e econômica.

GREEN MANURE WITH SPONTANEOUS TYPE IN PRODUCTIVITY AND PROFITABILITY OF RADISH IN TWO SEASONS GROWING

GENERAL ABSTRACT

In the northeastern semi-arid region, the use of wild species of the Caatinga as a source of green manure for vegetable production has been highlighted, since this segment of agriculture is characterized particularly by being practiced in family farming regime and would be a way to minimize the cost of production, since this input would be removed from the property. Among these species, we can highlight the Flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R.Br.), it is a plant that grows well in degraded areas with low fertility and low rainfall. In this sense, the objective of this study was to evaluate the performance of agronomic radish cv. Crimson Giant fertilized with Flor-de-seda times and in different amounts of soil incorporation of green manure, according to two growing seasons. Two experiments were conducted in the period October to December 2011 and from April to July 2012 in the experimental area Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), in Serra Talhada, PE. In both experiments, the experimental design was randomized blocks with treatments arranged in a 4 x 4 factorial design with three replications, with three replications, with the first factor consisting of different amounts of Flor-de-seda incorporated into the soil (5.4, 8.8, 12.2 and 15.6 t ha⁻¹ on a dry basis), and second, by incorporating different times of the fertilizer (0, 10, 20 and 30 days). The traits evaluated were: plant height, number of leaves per plant, root diameter, root dry weight, total and marketable yields of roots. Gross income, net income, rate of return and profitability index: economic indicators were also evaluated. The assumption of homogeneity of variances was accepted for all variables, thus enabling the execution of a joint analysis of experiments. The best agronomic performance culture of radish were obtained in the amount 15.6 t ha⁻¹. The best time of incorporation occurred 20 days before planting. The highest gross and net revenue was observed with the amount of 15.6 t ha⁻¹ Flor-de-seda. With respect to the rate of return and profitability index the best amount of Flor-de-seda was 8.8 t ha⁻¹. The incorporation of green manure 20 days before planting the crop was considered ideal economic viability. The second growing season from April to July provided the highest levels of productivity and economic. The cultivation of radish is feasible agroeconomicamente using Flor-de-seda as green manure.

Keywords: *Raphanus sativus*, *Calotropis procera*, Organic fertilization, Agronomic and economic efficiency.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1	Valores médios de temperaturas (°C) instantânea, máxima e mínima, radiação solar global ($\text{MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) e fotoperíodo (h) em cada época de cultivo de rúcula adubada com Flor-de-seda. Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011 e 2012.....	22
Figura 2	Altura de plantas de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de Flor-de-seda em função das épocas de cultivo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012..	26
Figura 3	Altura de plantas de rabanete em função do tempo de incorporação da Flor-de-seda, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST 2011-2012.....	27
Figura 4	Números de folhas por plantas de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de Flor-de-seda em função das épocas de cultivo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011 e 2012	28
Figura 5	Números de folhas por plantas de rabanete em função do tempo de incorporação da Flor-de-seda, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST 2011-2012	29
Figura 6	Diâmetro das raízes de rabanete em função das quantidades de Flor-de-seda (A) e dos tempos de incorporação ao solo do adubo verde (B), Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012	30
Figura 7	Massa seca das raízes de rabanete em função das quantidades de Flor-de-seda (A) e dos tempos de incorporação ao solo do adubo verde (B), Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.....	31
Figura 8	Produtividade total de plantas de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de Flor-de-seda em função das épocas de cultivo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012	32
Figura 9	Produtividade total de plantas de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de Flor-de-seda em função do tempo de incorporação (A) e do tempo de incorporação em função das quantidades (B), Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.....	34

Figura 10	Produtividade comercial de plantas de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de Flor-de-seda em função das épocas de cultivo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.....	36
Figura 11	Produtividade comercial de plantas de rabanete em função do tempo de incorporação de Flor-de-seda, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST 2011-2012	37

CAPÍTULO 2

Figura 1	Renda bruta na produção de um hectare de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de Flor-de-seda em função das épocas de cultivo, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST 2011-2012.....	49
Figura 2	Renda bruta na produção de um hectare de rabanete em função do tempo de incorporação da Flor-de-seda, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST 2011-2012.....	50
Figura 3	Renda líquida na produção de um hectare de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de Flor-de-seda em função das épocas de cultivo, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST 2011-2012.....	53
Figura 4	Renda líquida de plantas de rabanete em função do tempo de incorporação da Flor-de-seda ao solo, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST 2011-2012.....	54
Figura 5	Taxa de retorno na produção de um hectare de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de Flor-de-seda em função das épocas de cultivo, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST 2011-2012.....	55
Figura 6	Taxa de retorno na produção de um hectare de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de Flor-de-seda em função das épocas de cultivo, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST 2011-2012.	56
Figura 7	Índice de lucratividade na produção de um hectare de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de Flor-de-seda em função das épocas de cultivo, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST 2011-2012.....	57
Figura 8	Índice de lucratividade na produção de um hectare de rabanete em função do tempo de incorporação da Flor-de-seda ao solo, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST 2011-2012	58

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1	Análises químicas do solo das áreas experimentais, na camada de 0 a 20 cm, em duas épocas de cultivo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.	23
Tabela 2	Valores de “F” para altura de plantas (AP), número de folhas por planta (NF), diâmetro de raízes (DR), massa seca das raízes (MSR), produtividades total (PT) e comercial (PC) de plantas de rabanete, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST, 2011-2012.	25
Tabela 3	Valores médios altura de plantas de rabanete do desdobramento da interação das épocas de cultivo em função das quantidades de Flor-de-seda incorporadas ao solo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.....	26
Tabela 4	Valores médios do números de folhas por plantas de rabanete do desdobramento da interação das épocas de cultivo em função das quantidades de Flor-de-seda incorporada ao solo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.....	28
Tabela 5	Valores médios de diâmetro e massa seca das raízes de rabanete adubado com Flor-de-seda, em duas épocas de cultivo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.	31
Tabela 6	Valores médios da produtividade total de plantas de rabanete do desdobramento da interação das épocas de cultivo em função das quantidades de Flor-de-seda incorporadas ao solo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.....	32
Tabela 7	Valores médios da produtividade comercial de plantas de rabanete do desdobramento da interação das épocas de cultivo em função das quantidades de Flor-de-seda incorporadas ao solo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012..	36

CAPÍTULO 2

Tabela 1	Valores de “F” para renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR), índice de lucratividade (IL) de plantas de rabanete, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST, 2011-2012.	48
Tabela 2	Valores médios de renda bruta na produção de um hectare de rabanete do desdobramento da interação épocas de cultivo em função das quantidades de Flor-de-seda incorporada ao solo, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST, 2011-2012.....	49
Tabela 3	Coeficientes de custos variáveis, fixos e de oportunidade na produção de um hectare de rabanete em função das épocas de cultivo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012	51
Tabela 4	Custos totais na produção de um hectare de rabanete em função das quantidades de Flor-de-seda incorporadas ao solo e das épocas de cultivo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.....	52
Tabela 5	Valores médios de renda líquida na produção de um hectare de rabanete do desdobramento da interação épocas de cultivo em função das quantidades de Flor-de-seda incorporada ao solo, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST, 2011-2012.....	53
Tabela 6	Valores médios de taxa de retorno na produção de um hectare de rabanete do desdobramento da interação épocas de cultivo em função das quantidades de Flor-de-seda incorporada ao solo, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST, 2011-2012.....	55
Tabela 7	Valores médios de taxa de retorno na produção de um hectare de rabanete do desdobramento da interação épocas de cultivo em função das quantidades de Flor-de-seda incorporada ao solo, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST, 2011-2012.....	56
Tabela 8	Valores médios de índice de lucratividade na produção de um hectare de rabanete do desdobramento da interação épocas de cultivo em função das quantidades de adubo verde ao solo, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST, 2011-2012.....	58

LISTA DE APÊNDICE

Tabela 1	Indicadores econômicos de renda bruta (RB), custo de produção (CP), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) para o cultivo de um hectare de rabanete sob diferentes quantidades e tempos de incorporação da Flor-de-seda, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST, 2011.....	62
Tabela 2	Indicadores econômicos de renda bruta (RB), custo de produção (CP), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) para o cultivo de um hectare de rabanete sob diferentes quantidades e tempos de incorporação da Flor-de-seda, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST, 2012.....	62

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	17
CAPÍTULO 1 – DESEMPENHO AGRONÔMICO DO RABANETE ADUBADO COM FLOR-DE-SEDA EM DUAS ÉPOCAS DE CULTIVO	18
1 INTRODUÇÃO	20
2 MATERIAL E MÉTODOS	22
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
4 CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	39
CAPÍTULO 2 – RENTABILIDADE DO RABANETE ADUBADO COM FLOR- DE-SEDA EM DUAS ÉPOCAS DE CULTIVO	42
1 INTRODUÇÃO	44
2 MATERIAL E MÉTODOS	46
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
4 CONCLUSÕES	59
REFERÊNCIAS	60
APÊNDICE	62

APRESENTAÇÃO

Nos últimos anos, o nível de conscientização quanto às relações da agricultura com o meio ambiente e os recursos naturais cresceu substancialmente. Com isso agricultura orgânica surgiu como um mercado inovador, principalmente para pequenos e médios produtores, inclusive em comunidades de agricultores familiares, devido à baixa dependência por fertilizantes químicos e defensivos agrícolas, pelo aumento de valor agregado ao produto com consequente aumento de renda para o agricultor.

O consumo de hortaliças aumentou devido ao seu alto valor nutritivo e a mudança no hábito alimentar da população, como também cresceu a demanda por hortaliças de qualidade, por isso é necessário produzi-la em quantidade e com qualidade, mantendo o fornecimento durante todo o ano.

Dentre as hortaliças, a cultura do rabanete vem se destacando pelo seu ciclo ser o mais rápido dentre as hortaliças. O rabanete é cultivado próximo a regiões metropolitanas, mas seu cultivo tem se potencializado nas regiões dos interiores devido ao hábito alimentar das pessoas vindas das grandes regiões. Um das grandes limitações do cultivo para o pequeno produtor na região Semiárida do Nordeste é a falta de informação quanto à adubação, épocas de cultivo e possibilidade de retorno econômico.

Uma alternativa para o suprimento de nutrientes à cultura do rabanete é a utilização de resíduos vegetais como adubo. Prática conhecida como adubação verde, pode ser empregada com espécies espontâneas da Caatinga, como a Flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R.Br.), uma espécie comumente encontrada em toda a região Semiárida. Possui mecanismo de dispersão eficiente, suas sementes não possuem dormência, após o corte, a rebrota é bem vigorosa, garantindo assim a obtenção desse material em várias épocas do ano, podendo ser retirado da própria propriedade diminuindo os custos de produção para o seu cultivo.

CAPITULO 1- DESEMPENHO AGRONÔMICO DO RABANETEADUBADO COM FLOR-DE-SEDA EM DUAS ÉPOCAS DE CULTIVO

RESUMO

A adubação verde vem adquirindo importante papel no desenvolvimento de técnicas de cultivo que melhorem a utilização de resíduos vegetais. Uma das espécies que vem sendo muito utilizada é a Flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R.Br.), planta espontânea que se apresenta como uma fonte potencial para adubação verde no Semiárido do Nordeste brasileiro. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônomo do rabanete cv. Crimson Gigante adubado com Flor-de-seda em diferentes quantidades e tempo de incorporação em função de duas épocas de cultivo. Dois experimentos foram conduzidos na área experimental da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), Serra Talhada, PE. O primeiro foi conduzido no período de outubro a dezembro de 2011 e o segundo de abril a julho de 2012. O delineamento experimental utilizado em ambos os experimentos foi o de blocos casualizados com os tratamentos arranjos em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições, sendo o primeiro fator constituído por diferentes quantidades de Flor-de-seda incorporadas ao solo (5,4; 8,8; 12,2 e 15,6 t ha⁻¹ em base seca), e o segundo, por diferentes tempos de incorporação deste adubo (0, 10, 20 e 30 dias). As características agrônomicas avaliadas foram: alturas de plantas, número de folhas por planta, diâmetro das raízes, massa seca das raízes, produtividade total e comercial de raízes. A pressuposição da homogeneidade das variâncias foi aceita para todas as variáveis, possibilitando, assim, a realização de uma análise conjunta dos experimentos. Os melhores desempenhos agrônomicos da cultura do rabanete foram obtidos na quantidade 15,6 t ha⁻¹. O melhor tempo de incorporação ocorreu 20 dias antes do plantio. A segunda época de cultivo de abril a julho apresentou os melhores desempenho produtivo.

Palavras-chave: *Raphanus sativus*, *Calotropis procera*, Adubação orgânica, Adubação verde Eficiência produtiva.

CHAPTER 1- AGRONOMIC PERFORMANCE OF RADISH FERTILIZED WITH FLOR-DE-SEDA IN TWO SEASONS GROWING

ABSTRACT

Green manure is acquiring an important role in the development of cultivation techniques that improve the use of crop residues. One species that has been widely used is the Flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R.Br.), spontaneous plant that presents itself as a potential source for green manure in semi-arid northeastern Brazil. Thus, the aim of this study was to evaluate the agronomic performance of radish cv. Crimson Giant fertilized with Flor-de-seda in different quantities and incorporation time due to two cropping seasons. Two experiments were conducted in the experimental area Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), Serra Talhada, PE. The first was conducted from October to December 2011 and the second from April to July 2012. The experimental design for both experiments was randomized with treatments arranged in a 4 x 4 factorial design with three replications, with the first factor consisting of different amounts of Flower of silk incorporated into the soil (5.4; 8.8, 12.2 and 15.6 t ha⁻¹ on a dry basis) and second, by incorporating this different times fertilizer (0, 10, 20 and 30 days). The traits evaluated were: plant height, number of leaves per plant, root diameter, root dry weight, total and marketable yields of roots. The assumption of homogeneity of variances was accepted for all variables, thus enabling the execution of a joint analysis of experiments. The best agronomic performance culture of radish were obtained in the amount 15.6 t ha⁻¹. The best time of incorporation occurred 20 days before planting. The second growing season from April to July showed the best growth performance.

Keywords: *Raphanus sativus*, *Calotropis procera*, Organic fertilization, Agronomic efficiency.

1 INTRODUÇÃO

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é uma das hortícolas mais antigas que se tem notícia, havendo registro de cultivo de mais de três mil anos. Apresenta alto valor alimentício, constitui boa fonte de cálcio, fósforo, ferro e fonte regular de manganês, contendo, ainda, ácido nicotínico e vitaminas C, B₁ e B₂ (MINAMI; TESSARIOLI NETTO, 1997).

O rabanete é muito cultivado nas grandes regiões metropolitanas, devido à grande demanda por esta hortaliça. Contudo seu cultivo vem se interiorizando em decorrência, devido dos hábitos alimentares das pessoas oriundas que vinda dessas regiões. Por se caracterizar como uma cultura de ciclo curto, o rabanete torna-se uma opção aos pequenos produtores rurais, trazendo um rápido retorno econômico, além de ser produzida com outras culturas de ciclo mais longo.

Uma das alternativas viáveis utilizadas para suprimento da demanda de nutrientes no rabanete é a adubação verde, prática de incorporar ao solo a 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, conseqüentemente, a produtividade das terras agricultáveis (CALEGARI et al., 1993). As espécies mais utilizadas como adubo verde, são as leguminosas por promover maior benefício ao solo em virtude da fixação biológica de nitrogênio por meio de simbiose com as bactérias existentes em seus sistemas radiculares. Segundo Favero et al. (2000) as espécies espontâneas podem contribuir para a fertilidade do solo da mesma forma que as leguminosas.

As espécies espontâneas da Caatinga encontram-se disseminadas em toda o Semiárido do Nordeste, sendo bastante avaliadas como adubo verde. Dentre as espécies com potencial para adubo verde, pode-se citar: 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). Apresentam facilidade de obtenção, adaptabilidade às condições edafoclimáticas, alta produção de fitomassa, rápido crescimento e estreita relação C/N (LINHARES et al., 2012). Trabalhos tem mostrado um bom desempenho destas espécies como adubo verde, pode-se citar: (Bezerra Neto et al., 2011; Góes et al., 2011) no cultivo de alface obtiveram produtividade de 10,26 t ha⁻¹ e 15,33 t ha⁻¹ respectivamente. (Bezerra Neto et al., 2014; Oliveira et al., 2012) observaram produtividade total de 32,03 t ha⁻¹ e produtividade comercial 14,94 t ha⁻¹ para cultivo o de cenoura. (Silva et al., 2011) para beterraba 9,80 t ha⁻¹ produtividade comercial.

Em estudos realizados pela Universidade Federal do Semi-árido (UFERSA), no Rio Grande do Norte, dentre essas espécies utilizadas a Flor-de-seda vem se sobressaindo, pois é

uma espécie espontânea da Caatinga, comumente encontrada em toda a região Semiárida, possuindo excelentes características, tais como: tolerância ao estresse hídrico e a salinidade do solo, possibilidade de cultivo na propriedade do agricultor, mecanismo de dispersão eficiente (sementes aladas e sem dormência), rebrota vigorosa pós corte, garantindo, assim, a obtenção desse material em várias épocas do ano. Existem poucos estudos com esta espécie como adubo verde pode-se destacar: Linhares et al. (2011) obtiveram uma produtividade 35,3 t ha⁻¹ de rabanete. Silva et al. (2013) produtividade total 30 t ha⁻¹ de cenoura.

Outro fator importante que afeta a produção cultivo de rabanete é a época de cultivo, pois é uma cultura adaptada a clima ameno, em que altas temperaturas podem influenciar negativamente a sua produtividade, principalmente devido à antecipação do ciclo de crescimento vegetativo.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico do rabanete adubado com Flor-de-seda, em diferentes quantidades e tempos de incorporação ao solo, e cultivo em épocas diferentes.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Fazenda Saco, Município de Serra Talhada da Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Serra Talhada, localizada no município de Serra Talhada, Pernambuco, situando-se na latitude de 7° 57' 15" S e longitude de 38° 17' 41" W Gr, com altitude aproximada de 498 m. O clima local enquadra-se de acordo com a classificação de Köppen adaptada para o Brasil, no tipo Bwh, denominado semiárido, quente e seco, com chuvas de verão, médias anuais térmicas superiores a 25 °C e pluviosidade média anual de 650 mm ano⁻¹ com chuvas irregulares (MELO et al., 2008). Os dados meteorológicos durante a condução dos experimentos encontram-se na Figura 1. Antes da instalação dos experimentos foram retiradas amostras de solo cujos resultados são apresentados na Tabela 1.

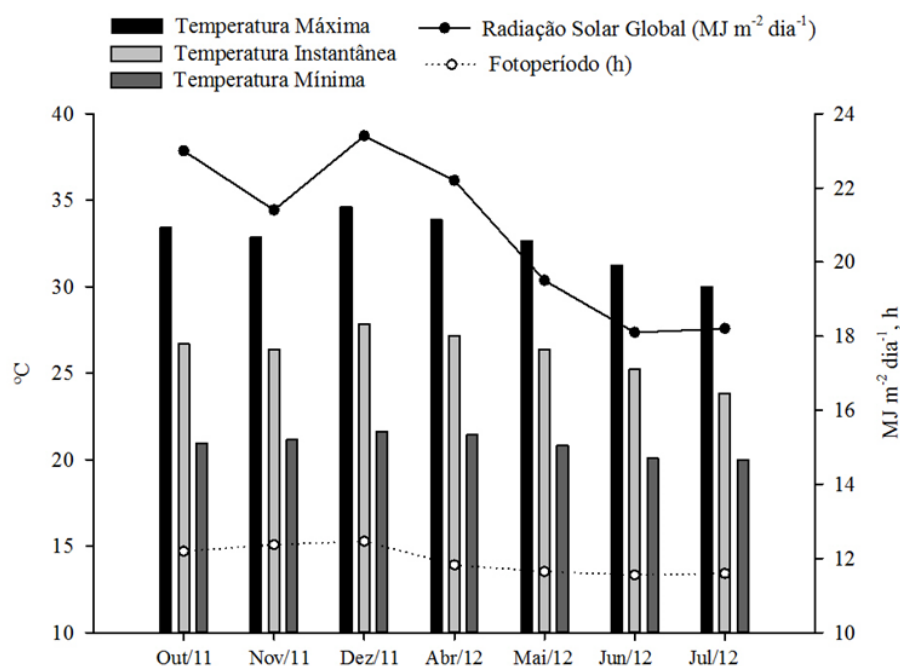


Figura 1 – Valores médios de temperaturas (°C) instantânea, máxima e mínima, radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹) e fotoperíodo (h) em cada época de cultivo do rabanete, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012. Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

Tabela 1 – Análises químicas do solo das áreas experimentais, na camada de 0 a 20 cm, em duas épocas de cultivo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.

Características Químicas do Solo¹	1ª Época (outubro-dezembro)	2ª Época (abril-julho)
pH (água 1:2,5)	6,60	6,50
M.O. (mg dm ⁻³)	8,40	12,70
P (mg dm ⁻³)	15,00	20,00
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,69	0,45
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,00	0,00
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	3,40	3,40
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	2,00	2,00

¹Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas da UFRPE/UAST.

O delineamento experimental utilizado em ambos os experimentos foi em blocos completos casualizados com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 4, com três repetições, sendo o primeiro fator constituído por diferentes quantidades de Flor-de-seda incorporadas ao solo (5,4; 8,8; 12,2 e 15,6 t ha⁻¹ em base seca), e o segundo fator, por diferentes tempos de incorporação deste adubo (0, 10, 20 e 30 dias). A área total da parcela foi de 1,44 m², com área útil de 0,80 m². 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.

A Flor-de-seda foi coletada da vegetação nativa da região de Serra Talhada, no início do período de floração, quando a planta apresentava a maior concentração de nutrientes. Em seguida triturada em máquina forrageira convencional, obtendo-se fragmentos entre dois e três centímetros posta para secar a sombra, até atingir um teor de umidade de 10%. Foram feitas análises químicas do adubo verde, cujos resultados de teores de nutrientes foram: N = 17,44 g kg⁻¹; P = 4,40 g kg⁻¹; K = 23,5 g kg⁻¹; Ca = 14,3 g kg⁻¹; Mg = 23,0 g kg⁻¹; Fe = 463; mg kg⁻¹; Zn = 40 mg kg⁻¹; Cu = 29 mg kg⁻¹; Mn = 90 mg kg⁻¹; B = 71 mg kg⁻¹; Na= 1640 mg kg⁻¹; M.O. = 764 g kg⁻¹; C/N = 25/1.

O preparo do solo de cada área experimental consistiu de uma gradagem. Em seguida, o levantamento dos canteiros foi realizado manualmente, utilizando enxadas. A incorporação da Flor-de-seda de acordo com os tratamentos. Durante o tempo de incorporação, foram realizadas irrigações por micro-aspersão com turno de rega diária, parcelada em duas aplicações (manhã e tarde), fornecendo-se uma lâmina de água média de 8 mm dia⁻¹, com a finalidade promover atividade microbiana do solo no processo de decomposição.

O plantio do primeiro experimento do rabanete foi realizado no dia sete de novembro de 2011 em semeadura direta, a aproximadamente dois centímetros de profundidade, colocando-se quatro sementes por cova. O plantio do segundo experimento foi realizado no dia 29 de maio de 2012 da mesma forma. O desbaste foi realizado após o sétimo dia de

plantio, deixando uma planta por cova. No décimo quinto dia após o plantio, foi feita amontoa, cuja finalidade foi proteger à raiz da radiação solar. Como tratos culturais foram realizadas capinas manuais, sempre que necessário para eliminar as plantas daninhas.

A colheita foi realizada quando as raízes do rabanete apresentaram diâmetro de três a cinco centímetros. No primeiro experimento foi aos 32 dias após a semeadura (DAS) e no segundo aos 39 DAS.

As características avaliadas foram: altura de planta, obtida medindo-se com régua uma amostra de vinte plantas a partir do nível do solo até a extremidade da folha mais alta; número de folhas por planta, em uma amostra de vinte plantas, sendo 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 das raízes, determinado na mesma amostra de vinte plantas, através de um paquímetro digital e expresso em centímetro; massa seca das raízes, também foi determinada das vinte plantas amostrais, após secagem em estufa com circulação forçada de ar, com temperatura regulada a 65 °C, até atingir peso constante, e expressa em $t\ ha^{-1}$; produtividade total de raízes, determinada a partir da massa fresca de todas as raízes da área útil, expressa em $t\ ha^{-1}$; e produtividade comercial de raízes, determinada a partir da massa fresca de raízes das plantas da área útil livres de rachaduras, bifurcações, nematóides e danos mecânicos, expressa em $t\ ha^{-1}$.

Foram realizadas análises de variância isoladamente para cada experimento. Com os valores dos quadrados médios dos resíduos, realizou-se o teste de homogeneidade das variâncias, sendo que a razão entre quadrados médios dos resíduos de cada característica nas duas épocas avaliadas foi menor que sete. Observada homogeneidade das variâncias, aplicou-se uma análise conjunta dessas mesmas características, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2000). Para os fatores quantitativos, foram utilizado procedimento de ajustamento de curvas de resposta através do programa Table Curve 2D (SYSTAT SOFTWARE, 2002) e elaboração dos gráficos do melhor modelo no Sigma Plot v. 12 (SYSTAT SOFTWARE, 2011). O teste de probabilidade de Tukey ($p < 0,05$) foi utilizado para comparar as médias entre as duas épocas de cultivo avaliadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pressuposição da homogeneidade das variâncias foi aceita para todas as variáveis, possibilitando, assim, a realização de uma análise conjunta dos experimentos. Ocorreram efeitos isolados das quantidades do adubo verde, dos tempos de incorporação e das épocas de cultivo que influenciaram significativamente ($p < 0,01$) a variável diâmetro e massa seca das raízes. Para altura de plantas, número de folhas, produtividade comercial observaram-se interação significativa entre as épocas de cultivo e quantidades de Flor-de-seda, além de diferenças dentro do fator isolado tempos de incorporação ($p < 0,01$). Em relação à produtividade total, os resultados obtidos evidenciaram efeitos significativos ($p < 0,01$) da interação entre quantidades e tempos de incorporação da Flor-de-seda e entre as épocas e as quantidades de resíduos vegetais (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores de “F” para altura de plantas (AP), número de folhas por planta (NF), diâmetro de raízes (DR), massa seca das raízes (MSR), produtividades total (PT) e comercial (PC) de plantas de rabanete, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST, 2011-2012.

Fonte de Variação	AP (cm)	NF	DR (cm)	MSR (t ha ⁻¹)	PT (t ha ⁻¹)	PC (t ha ⁻¹)
Época	188,60**	50,20**	26,19**	17,14**	42,95**	50,77**
Quantidade	103,09**	26,04**	30,31**	117,73**	178,35**	100,75**
Tempo	23,04**	16,22**	21,85**	37,08**	103,42**	37,69**
Época x quantidade	4,97*	3,27*	0,632 ^{ns}	1,03 ^{ns}	8,55**	10,52**
Época x tempo	2,25 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,267 ^{ns}	0,19 ^{ns}	2,66 ^{ns}	1,92 ^{ns}
Quantidade x tempo	0,42 ^{ns}	0,43 ^{ns}	0,548 ^{ns}	1,06 ^{ns}	4,37**	1,52 ^{ns}
Época x quantidade x tempo	0,69 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,340 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,92 ^{ns}	0,33 ^{ns}
CV (%)	7,54	4,56	5,72	5,94	4,42	5,84

** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} – Não significativo.

Os valores máximos de altura de plantas foram alcançados na segunda época de cultivo (abril-julho) (Figura 2). Desdobrando a interação das quantidades de Flor-de-seda dentro das épocas de cultivo na altura de plantas de rabanete, observou-se que com as quantidades crescentes do adubo verde, houve um acréscimo nessa característica. A quantidade 15,6 t ha⁻¹ de Flor-de-seda incorporada na segunda época apresentou altura máxima de 19,9 cm (Figura 2). Provavelmente o aumento na altura de plantas de rabanete com as quantidades crescentes de Flor-de-seda foi devido a uma maior disponibilidade de nutrientes fornecida pela dinâmica da decomposição e mineralização dos nutrientes (GÓES et al., 2011). Corroborando com esses resultados, El-Desuki et al. (2005), estudando a adubação

nitrogenada durante dois anos agrícolas em rabanete, também verificaram que o aumento nas doses de N proporcionou incrementos significativos na altura de plantas.

Em trabalhos realizados por Grangeiro et al. (2007), avaliando o crescimento e desenvolvimento do coentro e rabanete em função da época de estabelecimento do consórcio, uma maior altura de plantas de rabanete foi obtida quando as cultura foram consorciadas, devido ao fato desta tuberosa ser adaptada a temperaturas amenas, sobretudo quando sombreadas pela outra espécie consorciada, favorecendo, assim, ao crescimento da parte área das plantas.

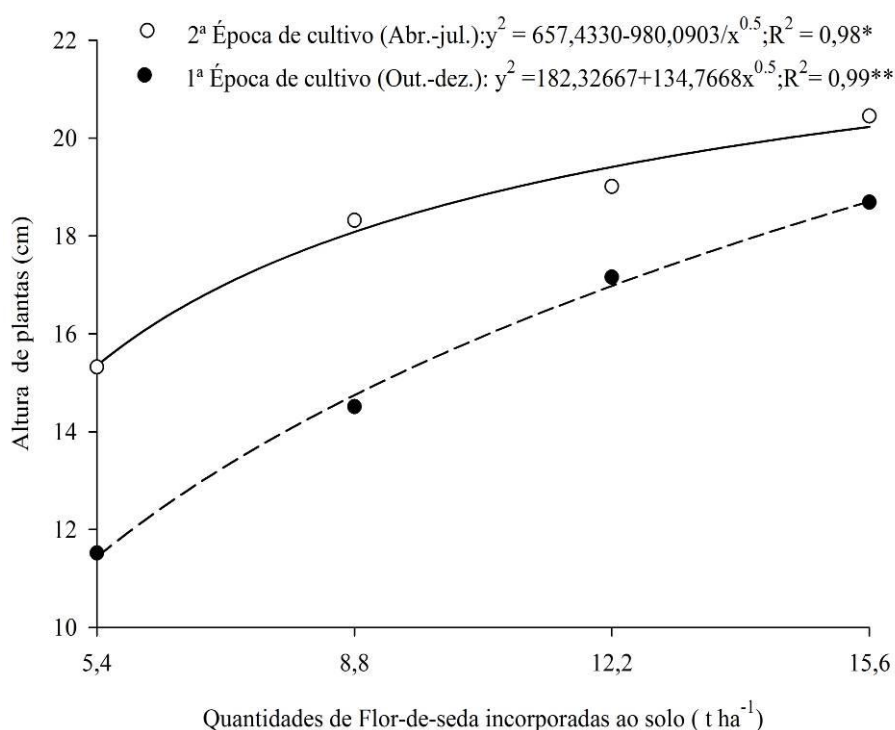


Figura 2 – Altura de plantas de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de Flor-de-seda em função das épocas de cultivo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.

Por outro lado, desdobrando-se a época de cultivo dentro de cada quantidade, a altura máxima foi alcançada na segunda época de cultivo (20,44 cm) na quantidade de 15,6 t ha⁻¹ (Tabela 3). A segunda época apresentou os melhores resultados em todas as quantidades avaliadas (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios altura de plantas de rabanete do desdobramento da interação das épocas de cultivo em função das quantidades de Flor-de-seda incorporadas ao solo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.

Épocas de cultivo	Quantidades de Flor-de-seda (t ha ⁻¹)			
	5,4	8,8	12,2	15,6
1ª (outubro-dezembro)	11,52 b*	14,51 b	17,16 b	18,69 b
2ª (abril-julho)	15,32 a	18,32 a	19,00 a	20,44 a

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

Para o tempo de incorporação de Flor-de-seda, independente da época de cultivo, foi ajustada uma equação resposta, observando-se que houve um acréscimo na altura de plantas, chegando à altura máxima quando a Flor-de-seda foi incorporada 20 dias antes da semeadura do rabanete (Figura 3). Enquanto Linhares et al. (2009) utilizando diferentes tempos de decomposição Jitirana na produção do rabanete obtiveram valor médio de altura de plantas de 26,8 cm planta⁻¹ no tempo de sete dias incorporado.

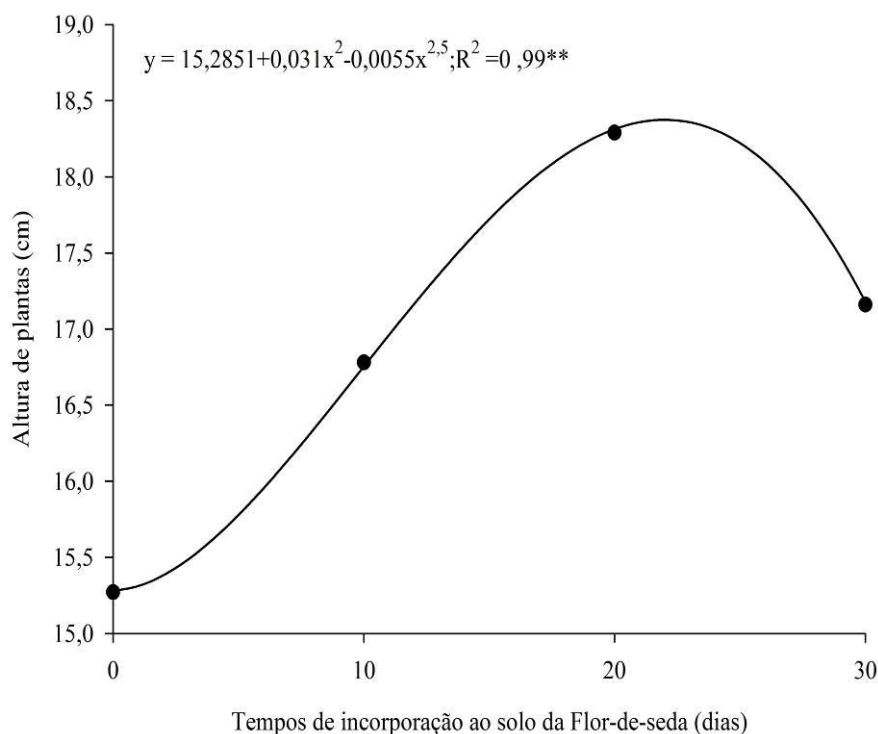


Figura 3 – Altura de plantas de rabanete em função do tempo de incorporação da Flor-de-seda, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST 2011-2012.

Desdobrando a interação quantidades de Flor-de-seda dentro das épocas de cultivo, observou-se um aumento do número de folhas de rabanete com as quantidades crescentes de adubo verde, apresentando 7,1 por planta na segunda época (outubro/dezembro) e 6,8 folhas na primeira época de cultivo (abril/julho), com a quantidade de 15,6 t ha⁻¹ (Figura 4). Por outro lado, desdobrando as épocas de cultivo em função das quantidades de Flor-de-seda, foram registradas diferenças significativas no número de folhas por planta. A segunda época de cultivo obteve o maior número de folhas em todas as quantidades (Tabela 4).

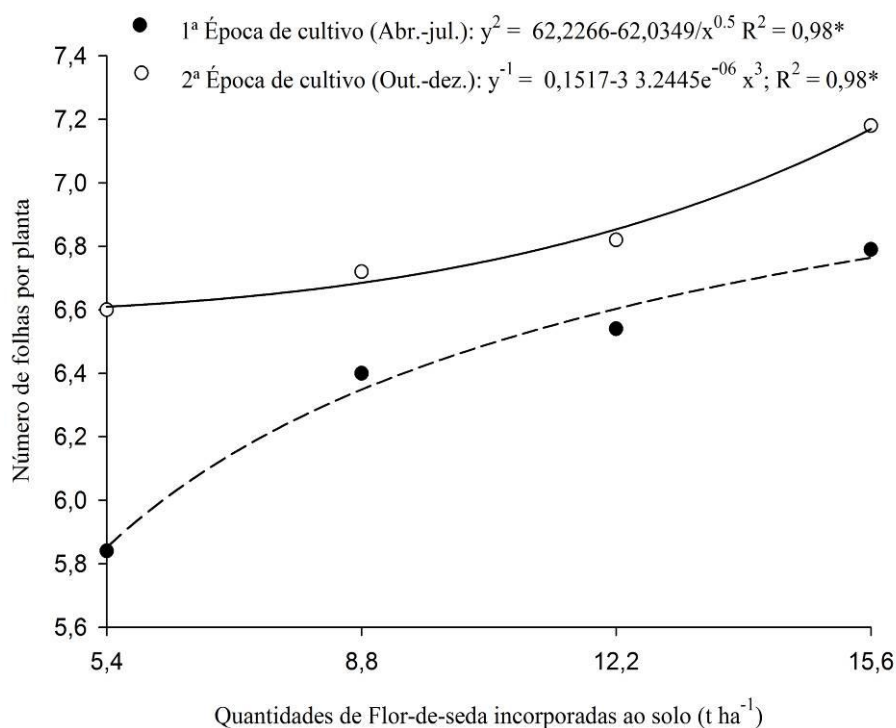


Figura 4 – Números de folhas por plantas de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de Flor-de-seda em função das épocas de cultivo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.

Tabela 4 – Valores médios números de folhas por plantas de rabanete do desdobramento da interação das épocas de cultivo em função das quantidades de Flor-de-seda incorporadas ao solo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.

Épocas de cultivo	Quantidades de Flor-de-seda (t ha ⁻¹)			
	5,4	8,8	12,2	15,6
1ª (outubro-dezembro)	5,84 b*	6,4 b	6,53 b	6,78 b
2ª (abril-julho)	6,60 a	6,71 a	6,81 a	7,17 a

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

A Flor-de-seda incorporada 20 dias antes do plantio do rabanete promoveu maior número de folhas por planta (6,8 unidades) (Figura 5). Estes resultados corroboram com Linhares et al. (2008), que no cultivo de rúcula adubado com Jitirana obteve o maior número de folhas aos 20 dias de incorporação em condições de vaso.

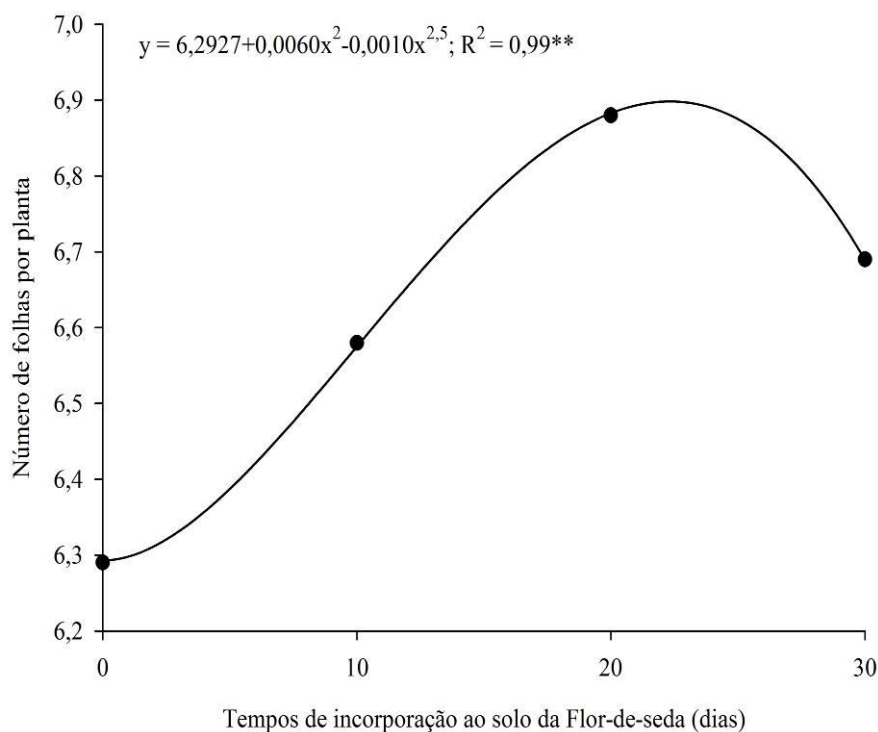


Figura 5 – Números de folhas por plantas de rabanete em função do tempo de incorporação da Flor-de-seda, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST 2011-2012.

O fornecimento da maior quantidade de Flor-de-seda aumentou significativamente o diâmetro e a massa seca das raízes (Figura 6A e 6B). Com as quantidades crescentes de Flor-de-seda incorporada ao solo observou-se um acréscimo no diâmetro das raízes de rabanete, de aproximadamente 5,0 cm para 5,9 cm, entre a menor e a maior biomassa do adubo verde, igualmente à massa seca das raízes que passou de 0,9 t ha⁻¹ para 1,3 t ha⁻¹ (Figuras 6A e 6C). O tempo de incorpora de 20 dias possibilitou ao rabanete valores superiores de diâmetro e massa seca das raízes, com média de 6 cm e 1,35 t ha⁻¹, respectivamente (Figuras 7A e 7B). O rabanete cultivado entre abril e julho apresentou maiores resultados para essas mesmas variáveis (Tabela 5). Esses resultados podem ser explicados pela baixa relação C/N do adubo verde incorporado, que confere uma capacidade de decomposição rápida e consequentemente uma maior disponibilidade de nutrientes liberados pelo material vegetal, como também, sincronia na qual esses elementos são liberados e absorvidos pela planta. De acordo com Coutinho et al. (1993), as hortaliças, em sua maioria, necessitam de elevadas quantidades de nutrientes dentro de períodos de tempo relativamente curtos, sendo exigentes do ponto de vista nutricional. Esses resultados foram semelhantes à de Linhares et al. (2009), obtiveram o maior diâmetro de rabanete (3,4 cm/planta da raízes) no tempo de 21 dias de Jitirana incorporada antes da semeadura. Salgado et al. (2006) trabalhando com rabanete em cultivo consorciado sob manejo orgânico obteve diâmetro de 3,6 cm planta⁻¹.

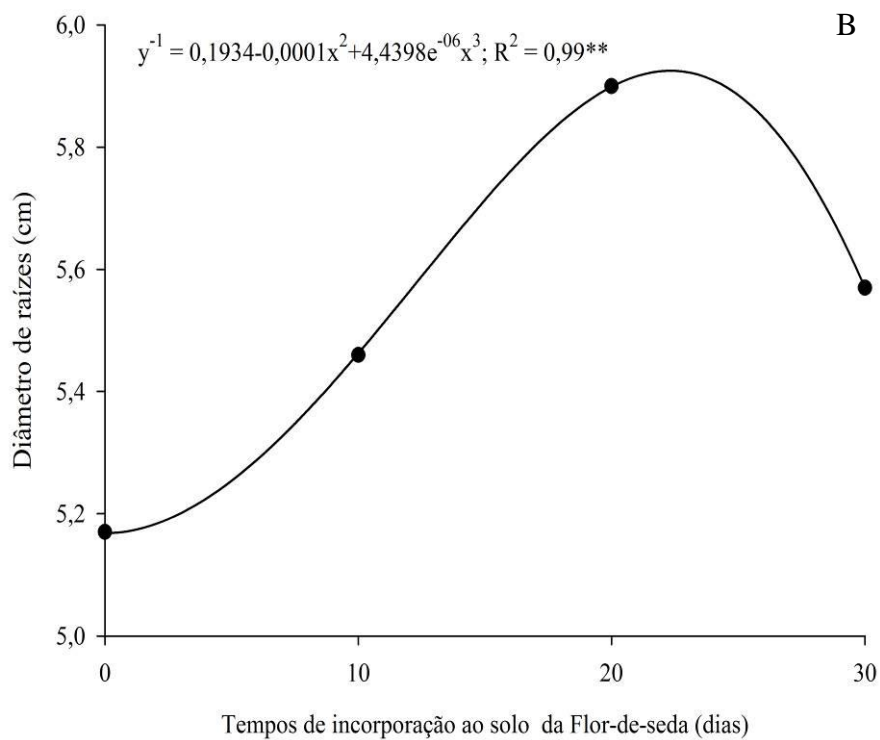
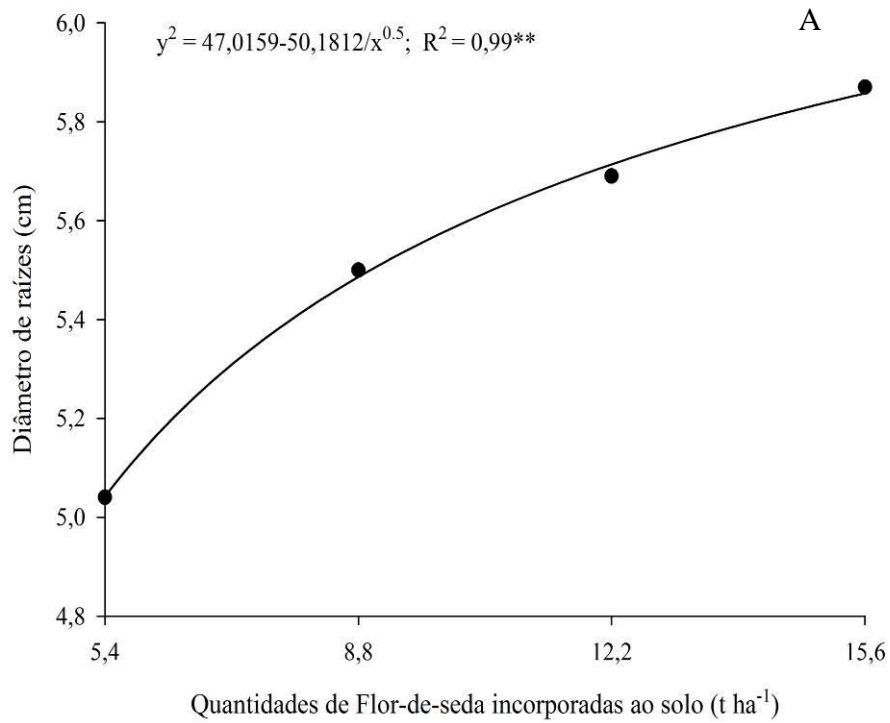


Figura 6 – Diâmetro das raízes de rabanete em função das quantidades de Flor-de-seda (A) e dos tempos de incorporação ao solo do adubo verde (B), Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.

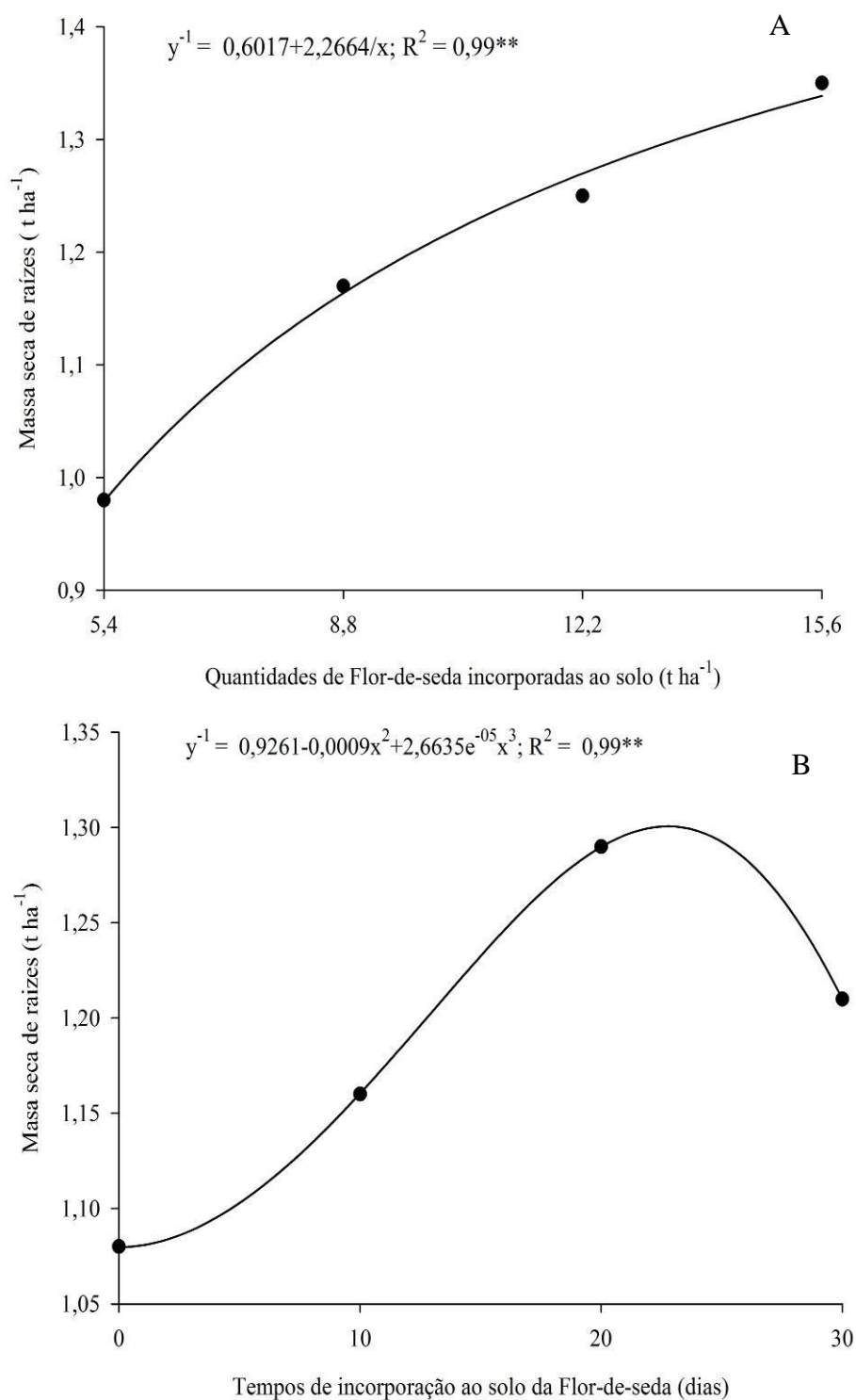


Figura 7 – Massa seca das raízes de rabanete em função das quantidades de Flor-de-seda (A) e dos tempos de incorporação ao solo do adubo verde (B), Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.

Tabela 5 – Valores médios de diâmetro e massa seca das raízes de rabanete adubado com Flor-de-seda, em duas épocas de cultivo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.

Épocas de cultivo	Diâmetros das raízes (cm)	Massa seca das raízes (t ha ⁻¹)
1 ^a (outubro-dezembro)	5,36 b*	1,16 b
2 ^a (abril-julho)	5,69 a	1,22 a

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

Em relação à produtividade total do rabanete, tem-se um incremento nessa variável com o aumento no fornecimento de Flor-de-seda, independente da época de cultivo (Figura 8). Para as quantidades 5,4 e 8,8 t ha⁻¹, o cultivo na segunda época mostrou-se estatisticamente superior ao primeiro período de condução da cultura, porém foram considerados semelhantes nas demais doses do adubo verde (Tabela 6).

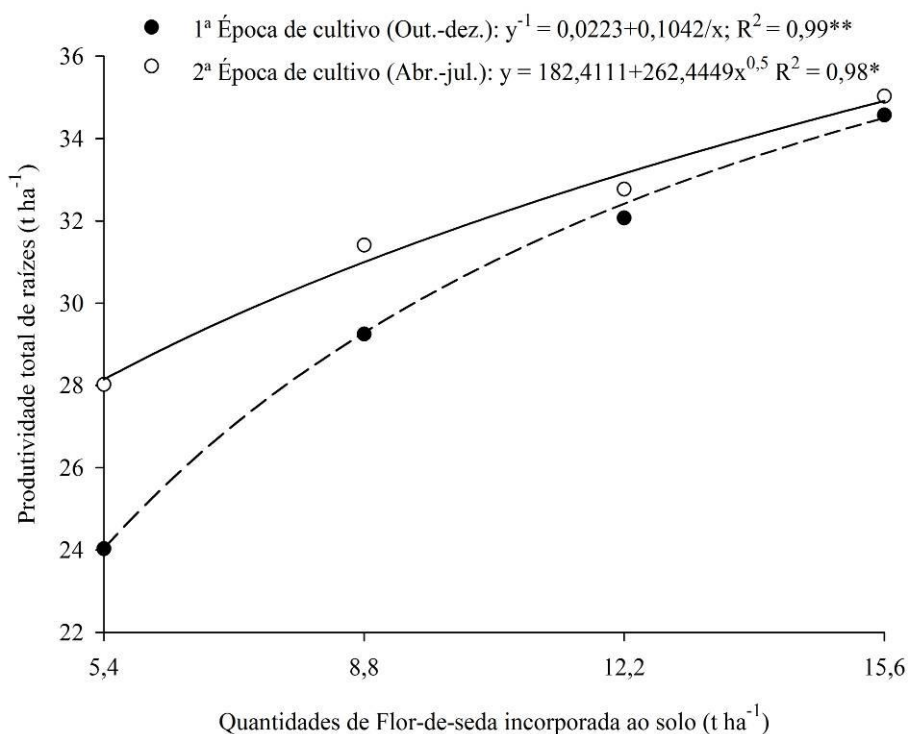


Figura 8 – Produtividade total de plantas de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de Flor-de-seda em função das épocas de cultivo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.

Tabela 6 – Valores médios da produtividade total de plantas de rabanete do desdobramento da interação das épocas de cultivo em função das quantidades de Flor-de-seda incorporadas ao solo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.

Épocas de cultivo	Quantidades de Flor-de-seda (t ha ⁻¹)			
	5,4	8,8	12,2	15,6
1ª (outubro-dezembro)	24,02 b*	29,24 b	32,07 a	34,57 a
2ª (abril-julho)	28,02 a	31,40 a	32,77 a	35,02 a

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

Desdobrando a interação das quantidades de Flor-de-seda em função dos tempos de incorporação ao solo, observou-se que, para todos os períodos de permanência no solo, o aumento no fornecimento do adubo verde incrementou a produtividade total (Figura 9A). A combinação entre quantidade de adubo verde de 15,6 t ha⁻¹ com o tempo de incorporação de 20 dias antes da semeadura da cultura, proporcionou maior produtividade total do rabanete (36,49 t ha⁻¹). Para todas as quantidades de Flor-de-seda, pôde-se verificar que houve um

decréscimo na produtividade quando o tempo de incorporação do adubo foi superior a 20 dias antes da semeadura do rabanete.

Desdobrando-se a interação tempo de incorporação dentro das quantidades de Flor-de-seda incorporada ao solo, observou-se um incremento na produtividade com aumento do adubo verde adicionado, apresentando os valores máximos de 33,56 t ha⁻¹; 36,59 t ha⁻¹ e 38,74 t ha⁻¹, nos tempos de incorporação 0, 10 e 20. Sendo o tempo que proporcionou a maior produtividade foi de 20 dias com quantidade de 15,6 t ha⁻¹ incorporada ao solo (Figura 9B). Isso aconteceu provavelmente devido a mineralização dos nutrientes do adubo verde ter coincidido com a época de maior exigência da cultura. Em culturas de ciclo curto como rabanete há uma necessidade de ajuste temporal na adiação de adubo verde para que haja um efeito sobre a produtividade da cultura. Segundo Fontanétti et al. (2006), a absorção de nutrientes advindos da mineralização de adubos verdes pelas hortaliças depende, em grande parte, da sincronia entre a decomposição e mineralização dos resíduos vegetais e da época de maior exigência da cultura.

O aumento da produtividade total com as quantidades crescentes de Flor-de-seda foram possivelmente devido à maior disponibilidade de nutrientes no solo, liberados pela Flor-de-seda, principalmente N (Tabela 2). Sendo o rabanete uma hortaliça de ciclo curto, a mais rápida liberação de N é interessante para possibilitar a planta absorvê-lo em maior quantidade. Estes resultados podem ser explicados por Batista et al. (2013), que observaram incremento na produtividade do rabanete com as quantidades crescentes de adubo verde incorporado ao solo, este acréscimo do material vegetal favoreceu um aumento na quantidade de actinomicetos, fungos e bactérias benéficos ao crescimento das plantas, uma vez que estes atuam na solubilização de nutrientes do adubo verde. Outro fator importante considerado foi o bom desempenho da Jitirana devido a sua relação C:N de 25:1, que facilitou a sua rápida decomposição e liberação dos nutrientes. Estes resultados de relação C:N foram os mesmos encontrados para a Flor-de-seda neste trabalho.

Em relação à produtividade total resultados inferiores foram encontrados por Linhares et al. (2010) obtiveram produtividade de 9,4 t ha⁻¹ com diferentes quantidades e tempos de incorporação da Jitirana. Enquanto Oliveira et al. (2005) obtiveram produtividade total de 30 t ha⁻¹ de rabanete em monocultivo, com pré-cultivo de crotalária, sob manejo orgânico, resultados próximos do presente trabalho.

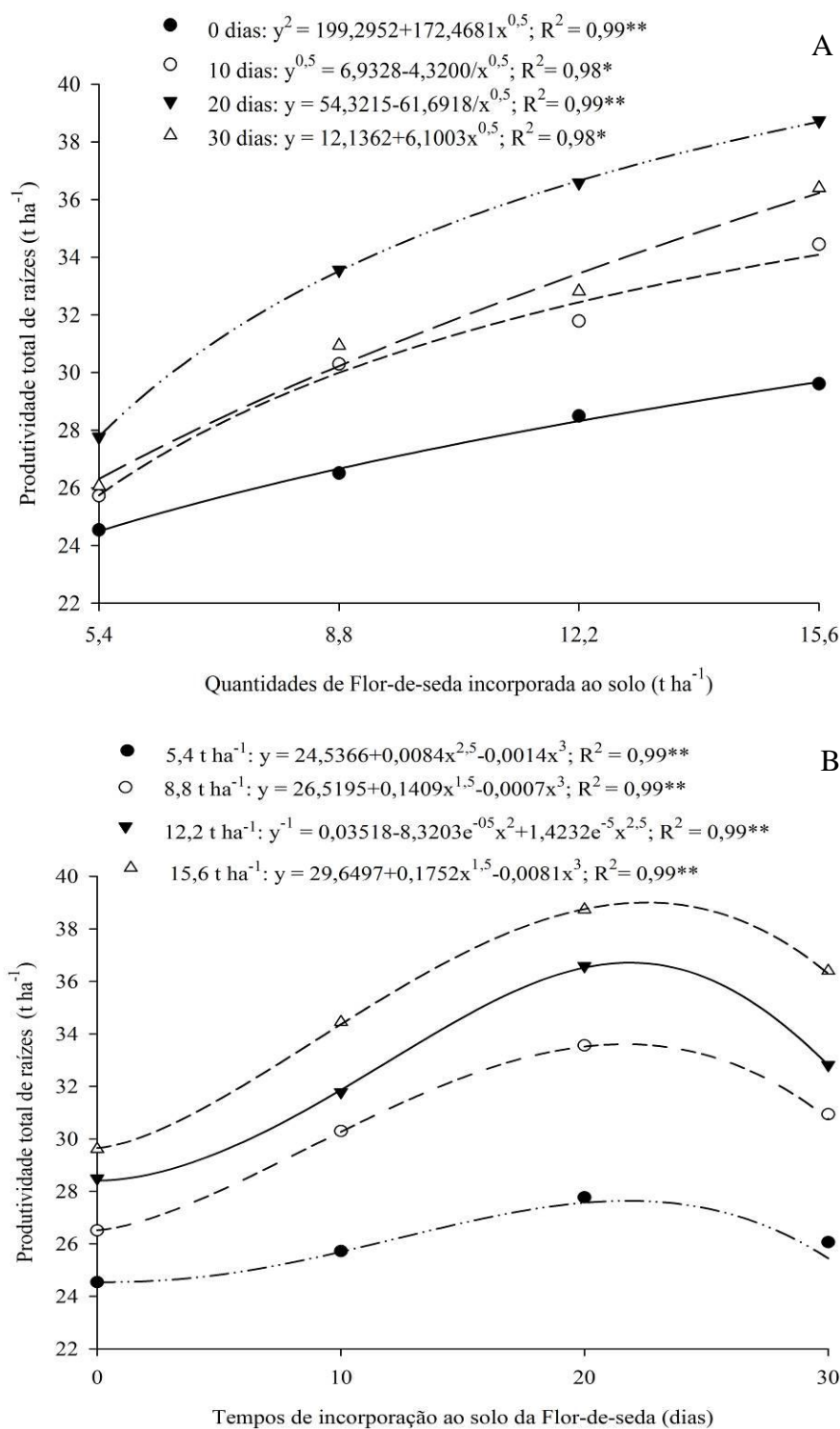


Figura 9 – Produtividade total de plantas de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de Flor-de-seda em função do tempo de incorporação (A) e do tempo de incorporação em função das quantidades (B), Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.

Desdobrando a interação quantidades de Flor-de-seda dentro de cada época de cultivo, foi observado um incremento na produtividade comercial com as quantidades crescente incorporada ao solo, até os valores máximos de 29,44 t ha⁻¹ e 29,11 t ha⁻¹, na segunda época de cultivo e primeira de cultivo, na quantidade de 15,6 t ha⁻¹ (Figura 10). A segunda época de

cultivo associada com a quantidade de 15,6 t ha⁻¹ proporcionou a maior produtividade comercial.

Desdobrando-se a interação época de cultivo dentro de cada quantidade incorporada ao solo, a segunda época de cultivo apresentou maiores produtividades nas quantidades 5,4; 8,8 e 12,2 ha⁻¹ de Flor-de-seda incorporada ao solo (Tabela 7). A primeira época obteve menor produtividade comercial devido a oscilações da umidade do solo ocorridas nos intervalos de irrigações, causando rachaduras nas raízes do rabanete. Grandes flutuações na umidade do solo durante o período de expansão das raízes podem ocasionar rachaduras. De acordo com Costa et al. (2006), variações de umidade e temperatura no solo durante o desenvolvimento das plantas podem prejudicar a produtividade e a qualidade das raízes.

Em relação ao tempo de incorporação do adubo verde, constatou-se que, independente da época de cultivo, houve acréscimo na produtividade comercial de 27,8 t ha⁻¹, obtido no tempo de 20 dias de incorporação (Figura 11).

Em trabalhos realizados com hortaliças tuberosas fertilizadas com espécies espontâneas, Silva et al. (2011) obtiveram maior produtividade comercial (9,80 t ha⁻¹) com a quantidade de Jitirana de 15,6 t ha⁻¹.

A segunda época obteve a máxima produtividade possivelmente, às melhores condições ambientais favoráveis. Com o aumento da temperatura diminui as características de produção avaliadas, pois a temperatura influencia o metabolismo das plantas alterando a velocidade das reações químicas e a atividade das enzimas que participam deste processo. Plantas C3 como rabanete, em altas temperaturas propiciam aumento na fotorrespiração, o que acaba por diminuir o rendimento fotossintético (KERBAUY, 2008).

Foi observado que com a diminuição da radiação solar, as características avaliadas apresentaram melhor comportamento produtivo. Esses resultados diferem dos obtidos por Oliari et al. (2011), provavelmente, os resultados são divergentes devido à diferença das condições de cultivo, já que o experimento dos referidos autores foi conduzido em Guarapuava, PR, com tipo de solo e condições climáticas diferentes do presente trabalho, a restrição da radiação solar tornaram as plantas de rabanete mais baixas e com maior número de folhas no início de seu desenvolvimento e, quando submetidas à temperatura mais elevada, dentro da faixa ótima, apresentou as melhores características produtivas.

Em relação ao fotoperíodo Schuster et al. (2012), estudando a Influência do fotoperíodo e da intensidade de radiação solar no crescimento e produção de tubérculos de rabanete, concluíram que este influencia na formação do tubérculo do rabanete, podendo causar inviabilidade no seu cultivo, em fotoperíodo menores 8 horas, quando utilizado fotoperíodo em média de 11 horas, obteve melhores resultados. O mesmo do presente estudo

que apresentou os melhores desempenhos produtivo, devido às condições favoráveis ao seu desenvolvimento e crescimento.

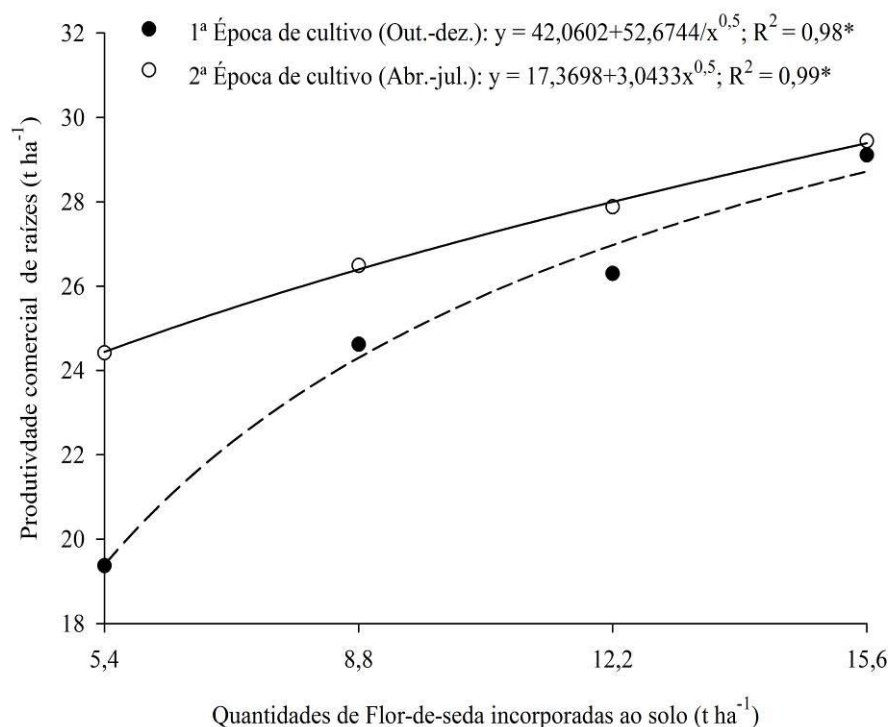


Figura 10 – Produtividade comercial de plantas de rabanete do desdobramento da interação das quantidades de Flor-de-seda em função das épocas de cultivo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.

Tabela 7 – Valores médios da produtividade comercial de plantas de rabanete do desdobramento da interação das épocas de cultivo em função das quantidades de Flor-de-seda incorporadas ao solo, Serra Talhada, UFRPE/UAST, 2011-2012.

Épocas de cultivo	Quantidades de Flor-de-seda (t ha ⁻¹)			
	5,4	8,8	12,2	15,6
1ª (outubro-dezembro)	19,37 b*	24,61 b	26,3 b	29,11 a
2ª (abril-julho)	24,41 a	26,49 a	27,87 a	29,44 a

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

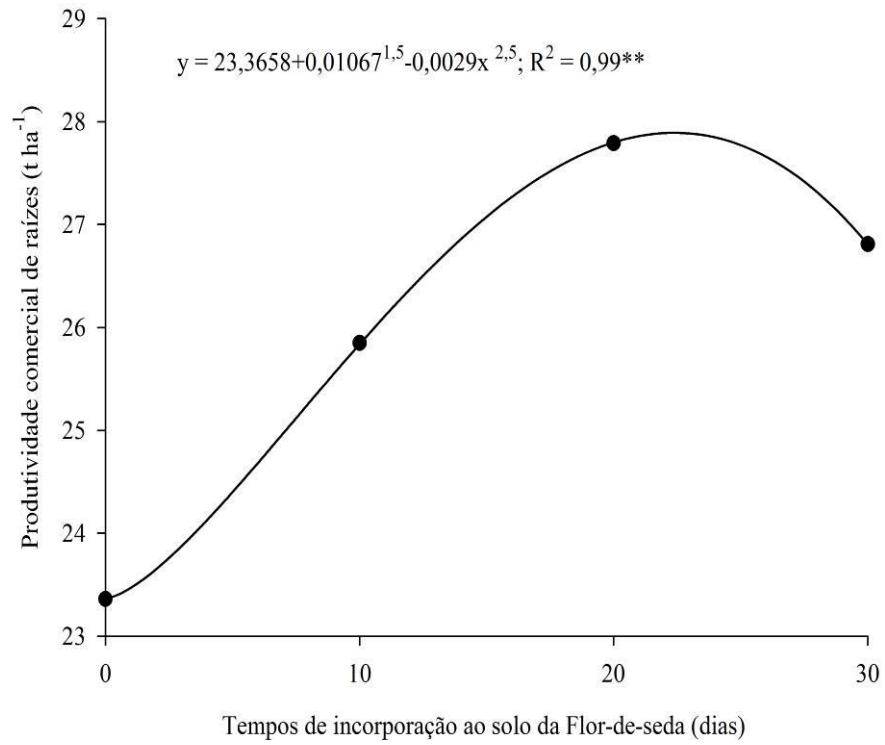


Figura 11 – Produtividade comercial de plantas de rabanete em função do tempo de incorporação de Flor-de-seda, Serra Talhada, PE, UFRPE-UAST 2011-2012.

4 CONCLUSÃO

Os melhores desempenhos produtivos da cultura do rabanete foram obtidos na combinação da quantidade $15,6 \text{ t ha}^{-1}$ e do tempo de 20 dias de incorporação de Flor-de-seda nos meses de abril a julho.

REFERÊNCIAS

- BATISTA, M. A. V.; BEZERRA NETO, F.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; GUIMARÃES, L. M. S.; SARAIVA, J. P. B. Atributos microbiológicos do solo e produtividade de rabanete influenciados pelo uso de espécies espontâneas. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 4. p. 87-594, 2013.
- BATISTA, M. A. V. **Adubação verde na produtividade, qualidade e rentabilidade de beterraba e rabanete**. 2011. 123f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró, 2011.
- BEZERRA NETO, F.; GÓES, S. B.; SÁ, J. R.; LINHARES, P. C. F.; GÓES, G. B. de; MOREIRA, J. N. Desempenho agrônômico da alface em diferentes quantidades e tempos de decomposição de jitrana verde. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 236-242, 2011.
- BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, L. J. ; SANTOS, A. P. ; LIMA, J. . S. S. ; SILVA, A. N. Otimização agroeconômica da cenoura fertilizada com diferentes doses de jitrana. **Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 2, p. 305-311, 2014.
- CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; COSTA, M. B. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, T. J. C. 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.
- COSTA, C. C.; OLIVEIRA, C. D; SILVA, C. J.; TIMOSSI, P. C.; LEITE, I. C. 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.
- COUTINHO, G. L. M.; NATALE, W; SOUZA, E. C. A. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: Simpósio sobre nutrição e adubação de hortaliças, Jaboticabal, 1993. **Anais**. Piracicaba: POTAFOS, p.85-140.
- EL – DESUKI, M.; SALMAN, S.R.; EL – NEMR, M.A.; ABDEL – MAWGOUD, A.M.R. 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.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. 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. **Sistema SISVAR para análises estatísticas**: Manual de orientação. Lavras: Universidade Federal de Lavras/Departamento de Ciências Exatas, 2000. 37p.
- FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J.; GOMES, L. A. A.; ALMEIDA, K.; MORAES, S. R. G.; TEIXEIRA, C. M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 146-150, 2006.
- GOES, S. B.; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P. C. F.; GOES, G. B.; MOREIRA, J. N. 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.; NEGREIROS, M. Z.; SANTOS, A. P.; COSTA, L. M.; SILVA, A. R. C.; LUCENA, R. R. M. 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.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 472 p.

LINHARES, P. C. F.; SILVA, L. S.; SILVA, U. L.; SILVA, J. S.; HOLANDA, A. K. 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, 2009.

LINHARES, P. C. F.; SILVA, M. L. S.; PEREIRA, M. F. S.; BEZERRA, A. K. H.; PAIVA, A. C. C. 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.; MARACAJÁ, P. B.; LIMA, G. K. L.; BEZERRA NETO, F.; PEREIRA, M. F. S. Utilização da jitrana em cobertura como adubo verde do feijão mungo. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, p. 213-217, 2010a.

LINHARES, P. C. F.; LIMA, G. K. L. de. ; MADALENA, J. A. S. da. ; MARACAJÁ, P. B.; DUDA, G. P.; FERNANDES, P. L. O. de. Adição de jitrana ao solo no desempenho de rúcula cv. Folha larga. **Revista Caatinga**, v.21, n.5, p.89-94, 2008.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; ASSIS, J. P.; BEZERRA, A. K. H. Quantidades e tempos de decomposição da jitrana no desempenho agrônômico do coentro. **Ciência Rural**, v.42, n.2, p.243-248, 2012.

MELO, R. O.; PACHECO, E. P.; MENEZES, J. C.; CANTALICE, J. R. B. 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.

MINAMI, K. ; TESSARIOLI NETTO, J. **Rabanete: cultura rápida, para temperaturas amenas e solos areno-argilosos**. Piracicaba: ESALQ, 1997. 27 p. (Série Produtor Rural, 4).

OLIARI, I. C. R.; UMBURANAS, R. C.; ESCHEMBACK, V.; KAWAKAMI, J. Efeito da restrição de luz solar e aumento da temperatura no crescimento de plantas de rabanete. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v. 3, n. 3, 2010.

OLIVIRA, F. L.; RIBAS, R. G.; JUNQUEIRA, R. M.; PADOVAN, M. P.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. Desempenho do consórcio entre repolho e rabanete com pré-cultivo de crotalária, sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p184-188, 2005.

OLIVEIRA, M. K. T. de; BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; MOREIRA, J. N.; SÁ, J. R. de; LINHARES, P. C. F. Desempenho agroeconômico da cenoura adubada com jitrana (*Merremia aegyptia*). **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 433-439, 2012.

PEREIRA, E. R. **Cultivo da rúcula e do rabanete em túneis baixos cobertos com plástico com diferentes níveis de perfuração**. 2002. 113 f. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem)-Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2002.

SALGADO, A. S.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D.; ESPINOLA, J. A. A.; SALGADO, J. A. A. Consórcios alface-cenoura e alface-rabanete sob manejo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 7, p. 1141-1147, 2006.

SCHUSTER, M. Z. ; KAWAKAMI, J.; BROETTO, D.; SZYMCZAK, L. S.; RAMALHO, K. R. O. Influência do fotoperíodo e da intensidade de radiação solar no crescimento e produção de tubérculos de rabanete. **Pesquisa Aplicada e Agrotecnologia**, v. 5, n. 2, p. 73-86, 2012.

SILVA, M. L.; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P. C. F.; SÁ, J. R.; LIMA, J. S. S.; BEZERRA, A. K. H. Produção de cenoura fertilizada com Flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R.Br.). **Revista Agrônômica**, v. 44, n. 4, p. 732-740, 2013.

SILVA, M. L.; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P. C. F.; SÁ, J. R.; LIMA, J. S. S.; BARROS JÚNIOR, A. P. 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.

SYSTAT SOFTWARE. **SigmaPlot for Windows Version 12.0**. San Jose: Systat Software Inc., 2011.

SYSTAT SOFTWARE. **Table curve 2D and 3D**. San Jose: MMIV Systat Software Inc.